

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Engenharia  
Departamento de Engenharia de Produção**

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

**Design inclusivo de instrumentos de coleta e triagem de  
resíduos sólidos urbanos**

*INCUBADORA ALTER-NATIVAS DE PRODUÇÃO*

**COORDENADOR: FRANCISCO DE PAULA ANTUNES LIMA**

Belo Horizonte, setembro de 2016

**Instituição:** Universidade Federal de Minas Gerais

**Edital:** Linha B: Apoio à formação e institucionalização de novas incubadoras tecnológicas de economia solidária

**Coordenador:** Francisco de Paula Antunes Lima

**Número do Processo Institucional:** 420445/2013-7

**Título do projeto:** Design inclusivo de instrumentos de coleta e triagem de resíduos sólidos urbanos

**Período de Vigência:** 01/02/2014 a 30/06/2016

## Sumário

1	Introdução.....	18
1.1	Do histórico das demandas: .....	18
1.2	Da essência das demandas: .....	19
1.3	Do limite das demandas:.....	19
1.4	Do limite dos recursos e da requalificação das demandas:.....	20
2	Projetos De Reforma E de construção de novos Galpões .....	21
2.1	Contextualização.....	22
2.2	Metodologia de incubação .....	25
2.3	ASTRAPI (Ibirité) .....	28
2.3.1	A demanda e a reformulação da demanda.....	28
2.3.2	Tecnologia Social: cartaz.....	28
2.3.3	Sistematização das demandas.....	30
2.3.4	Tecnologia social: Maquete.....	30
2.3.5	Elaboração de intervenções, validação pelo coletivo e acompanhamento .....	33
2.3.6	Tecnologia social: modelagem 3D .....	33
2.4	COOPERSOLI.....	35
2.4.1	Histórico .....	35
2.4.2	Diagnóstico .....	36
2.4.3	Descarga, pré-triagem e alimentação do silo.....	39
2.4.4	Entrada de material e alimentação das mesas de triagem.....	39
2.4.5	Triagem de materiais (bancada/silo e mesas).....	39
2.4.6	Pesagem.....	40
2.4.7	Armazenamento do material triado .....	40
2.4.8	Prensagem.....	40
2.4.9	Armazenamento e comercialização dos fardos .....	40

2.4.10	Intervenções.....	41
2.4.11	Segunda intervenção: Projeto de reforma do silo.....	44
2.4.12	Terceira intervenção: Projeto de reforma do silo (Conselho Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – COMUSA).....	45
2.4.13	Tecnologia social: opções de anteprojetos para solicitação de recursos .....	47
2.5	COOPERSOL LESTE (Belo Horizonte – Mariano de Abreu).....	48
2.5.1	A demanda e a reformulação da demanda.....	48
2.5.2	Tecnologia Social: Relatório Técnico .....	49
2.5.3	Tecnologia Social: “Leste Já Recicla”.....	50
2.5.4	Tecnologia Social: maquete digital .....	50
2.6	COOPERSOL LESTE (Belo Horizonte – Bairro Granja de Freitas) .....	51
2.6.1	Histórico .....	51
2.6.2	Diagnóstico.....	52
2.6.3	Descarregamento e pré-triagem (material da SLU).....	54
2.6.4	Alimentação do silo e triagem.....	54
2.6.5	Pesagem, armazenamento e triagem fina dos plásticos.....	55
2.6.6	Armazenamento, prensagem, pesagem e estocagem de fardo.....	55
2.6.7	Comercialização (saída dos fardos) e saída do rejeito.....	56
2.6.8	Intervenções.....	57
2.7	COOPERT (Itaúna).....	59
2.7.1	A demanda e a reformulação da demanda.....	59
2.7.2	Tecnologia Social: Relatório técnico.....	59
2.7.3	Sistematização das demandas e simulação .....	61
2.7.4	Elaboração de intervenções, validação pelo coletivo e acompanhamento .....	63
2.8	ACAMARE - Usina de Triagem de Materiais Recicláveis de VIÇOSA.....	63
2.8.1	A demanda e a reformulação da demanda.....	64
2.8.2	Tecnologia Social: Passeio acompanhado .....	64

2.8.3	Tecnologia Social: oficina de confecção coletiva de maquete .....	66
2.9	COOMARP.....	69
2.9.1	Histórico: .....	69
2.9.2	Diagnóstico.....	70
2.9.3	Intervenções.....	71
2.10	GALPÃO REFERÊNCIA.....	73
2.10.1	Experiência ASTRAPI .....	73
2.10.2	Instrumentos projetuais .....	75
2.11	Central mecanizada de São Paulo .....	78
2.11.1	Introdução.....	78
2.11.2	Processos Operacionais Internos .....	82
2.11.3	Linha de Separação Mecânica .....	86
2.11.4	Linha de Classificação Ótica .....	88
2.11.5	Análise Crítica da Tecnologia Empregada nas Centrais Mecanizadas de Triagem 100	
2.11.6	Problemas relacionados à saúde, segurança e conforto do trabalhador.....	109
3	DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DA TRIAGEM.....	111
3.1	Coopesol Leste e o problema de alimentação das bancadas de triagem.....	111
3.1.1	Os limites do projeto arquitetônico e os ajustes necessários .....	112
3.1.2	O funcionamento do silo .....	115
3.1.3	Teste de alimentação do silo por meio de bags .....	117
3.1.4	Teste de pré-triagem na plataforma do silo e novos postos de trabalho.....	120
4	DESENVOLVIMENTO DO CARRINHO PORTA-BAG .....	123
4.1	Carrinho para coleta seletiva transmodal .....	123
4.1.1	Identificação inicial do contexto de projeto (situação do projeto, processos de solução, produtos e política existentes, mercado e normas de legislação).....	123
4.1.2	Identificação dos fabricantes e usuários .....	125
4.1.3	Formulação geral do problema .....	125

4.1.4	Análise do processo de trabalho.....	126
4.1.5	Definição dos requisitos.....	139
4.1.6	Etapa de desenvolvimento.....	140
4.1.7	Etapa de testes.....	141
4.1.8	Revisão do projeto.....	141
4.2	Coleta integrada de resíduos em assentamento precário e projeto de carrinho de coleta porta a porta.....	147
4.2.1	Ajustes contínuos no serviço de coleta.....	154
4.3	Carrinho porta-bag para movimentação interna de material em galpões.....	156
4.3.1	O problema da movimentação interna.....	157
4.3.2	Requisitos para desenvolvimento do carrinho porta-bags.....	158
4.3.3	Prototipagem.....	161
4.3.4	Resultados e discussões.....	164
4.3.5	Melhorias.....	165
4.3.6	Conclusão.....	167
5	DESENVOLVIMENTO DO LEV.....	169
5.1	Contextualização.....	169
5.2	Coleta seletiva.....	172
5.3	Materiais e métodos.....	173
5.3.1	Análise da atividade de locais de entrega voluntária da região da Pampulha ..	174
5.3.2	Análise da atividade do sistema de coleta implementado no Festival de Inverno da UFMG.....	174
5.3.3	Instrumento de Seleção Visual.....	175
5.3.4	Síntese das diretrizes de projeto.....	176
5.3.5	Desenvolvimento dos estudos iniciais do modelo.....	176
5.4	Análise da atividade de Locais de Entrega Voluntária da região da Pampulha.....	177
5.4.1	População usuária.....	177
5.4.2	Características físicas dos levs.....	178

5.4.3	Semelhanças entre os levs .....	180
5.4.4	Especificidades dos LEVs .....	182
5.4.5	Diretrizes para projeto .....	183
5.5	Análise da atividade do sistema de coleta implementado no Festival de Inverno da UFMG .....	186
5.5.1	Grupo de Trabalho: Reciclagem e Compostagem.....	186
<b>5.5.2</b>	População do festival.....	187
5.5.3	Propostas de levs para o festival de inverno.....	187
5.5.4	Proposta de LEV com recipientes modulares.....	187
5.5.5	Execução do projeto .....	190
5.5.6	Diretrizes para projeto .....	191
5.6	Instrumento de Seleção Visual .....	192
5.6.1	Instrumento .....	192
5.6.2	Participantes .....	192
5.6.3	Recursos .....	193
5.6.4	Formas de registro .....	195
5.6.5	Diretrizes gerais .....	198
5.7	Resultados: modelo.....	201
5.7.1	Conceito.....	201
5.7.2	Escolha do local.....	201
<b>5.7.3</b>	Geração de alternativas.....	201
5.7.4	Modelo renderizado.....	202
5.8	Considerações .....	203
5.9	Conclusão.....	204
6	CONTRATAÇÃO DOS CATADORES PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS .....	205
6.1	Contratação de cooperativas para prestação do serviço público de coleta .....	205
6.1.1	Elaboração da proposta (Metodologia).....	206

6.1.2	Escopo das Propostas e Início da atividade.....	207
6.1.3	Acompanhamento das atividades .....	210
6.1.4	Sistematização .....	211
6.1.5	Dificuldades encontradas.....	212
6.2	Incubação de serviço para coleta especializada do vidro (OK) .....	213
6.2.1	O vidro recebido nos galpões e o mercado do vidro .....	214
6.2.2	A demanda por estruturar a atividade de beneficiamento do vidro.....	215
6.2.3	Pesquisa local e o projeto de coleta especializada do vidro .....	216
6.2.4	Implementação e pendências atuais.....	222

Figura 1 - Reunião de levantamento de dados e ideias no galpão atual da ASTRAPI .....	29
Figura 2 - Visita ao terreno de construção do novo galpão de triagem de materiais recicláveis da ASTRAPI; FONTE: Incubadora Alternativas, 2009 .....	30
Figura 3: Medição em escala para maquete .....	31
Figura 4: Reunião para discussão de ideias e propostas .....	32
Figura 5: Discussão de ideia dos associados.....	32
Figura 6: Proposta do galpão formulada em maquete .....	32
Figura 7: Simulação da bancada de triagem FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	33
Figura 8: Programa de atividades definido pelos associados; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	33
Figura 9: Quadro de desejos – Programa de Atividades; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	33
Figura 10: Esboço de ideia para a construção e disposição do novo galpão feito por um voluntário da ASTRAPI; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	33
Figura 11: Reunião para geração de propostas do novo galpão com base em pesquisa e visita à ASTRAPI; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	34
Figura 12: Reunião (14/10/2014); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	34
Figura 13: Peças de LEGO para a montagem de caminhões para a maquete .....	35
Figura 14: Caminhões de LEGO para a maquete; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	35
Figura 15: Fluxos Galpão Coopersoli; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014 .....	38
Figura 16: Detalhe do fluxo dos materiais na descarga, alimentação do silo e geração de uma outra atividade: entrada do material no galpão realizada manualmente; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014 .....	39
Figura 17: Entrada e alimentação de mesas de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014.....	39
Figura 18: Detalhe de alimentação das mesas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014 .....	40
Figura 19: Detalhe do fluxo de pesagem e armazenagem dos materiais triados; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014.....	40
Figura 20: Detalhe da sobreposição de atividades; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014 .....	40

Figura 21: Projeto de reforma de galpão (Coca-Cola); FONTE: Incubadora Alternativas, 2014.....	42
Figura 22: Detalhe da plataforma para entrada do caminhão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014.....	43
Figura 23: Abertura do silo, rampa e plataforma de armazenamento de material; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	45
Figura 24: Corte longitudinal de todo o galpão (detalhe do desnível da plataforma); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	45
Figura 25: Maquete elaborada do galpão da Coopersoli; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	45
Figura 26: Proposta número 1 de nova entrada; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .....	46
Figura 27: Proposta número 2 de abertura do silo e construção de plataforma; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	47
Figura 28: Opções 1 e 2: fluxo em linha e fluxo em U; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016.....	48
Figura 29: Leiaute do galpão Coopesol Leste Mariano de Abreu; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	49
Figura 30: Extrato do relatório do galpão Coopesol Leste; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	49
Figura 31: Apresentação Leste já Recicla; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015 .	50
Figura 32: Perspectiva interna do novo galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	51
Figura 33: Perspectiva interna(2) do novo galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	51
Figura 34: Simulação de implantação; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	51
Figuras 35: Vista externa e interna do galpão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	53
Figura 36: Local de triagem dos grandes geradores e da coleta seletiva do bairro Floresta; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	53
Figura 37: Atividades no espaço do galpão da Coopesol Leste; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	54
Figura 38: Fluxo das atividades por forma de chegada do material no galpão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	54

Figura 39: Pré-triagem no silo e fluxos de materiais; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	54
Figura 40: Detalhe do funcionamento do silo no limite de sua capacidade de armazenagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	55
Figura 41: Disposição dos bags na bancada de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	55
Figura 42: Detalhe da pesagem e armazenagem de material triado; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	55
Figura 43: Divisão interna do galpão e posicionamento das paredes da área de prensagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	56
Figura 44: Prensagem, pesagem e estoque de fardos; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	56
Figura 45: Comercialização e saída de rejeito; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	56
Figura 46: Primeira proposta de intervenção; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016. ....	58
Figura 47: Proposta final; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016.....	58
Figura 48: Extrato do relatório técnico de Itaúna; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	61
Figura 49: Simulação de leiaute de galpão da Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	61
Figura 50: Simulação na esteira de triagem da Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	62
Figura 51: Funis e circulação na plataforma de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	62
Figura 52: Plataforma pequena, sem apoio para os pés; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	62
Figura 53: Quadro de prioridades de reforma Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	63
Figura 54: Planta com indicação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	63
Figura 55: Cortes laterais com indicação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	63

Figura 56: Detalhes dos postos de trabalho; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. .....	63
Figura 57: Prancha técnica de identificação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	63
Figura 58: Área de acúmulo de materiais volumosos e para brisas de carro; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	64
Figura 59: Trabalho do “coringa” ao alimentar o funil; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	64
Figura 60: Detalhe das aletas da esteira; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ..	64
Figura 61: Área de depósito do papelão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ...	65
Figura 62: Esteira em segundo nível; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	65
Figura 63: Transporte de bags com paleteira; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	65
Figura 64: Área de depósito intermediário do PET; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	65
Figura 65: Saída de rejeitos ao final da esteira de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	66
Figura 66: Esteira para transporte de rejeito para a caçamba; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	66
Figura 67: Plataforma de armazenagem de fardos; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	66
Figura 68: Maquete construída coletivamente; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	66
Figura 69: COOMARP (Planta arquitetônica e atividades); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	71
Figura 70: COOMARP (Fluxos produtivos); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. .....	71
Figura 71: COOMARP (Proposta de implantação da esteira e reorganização das atividades); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	71
Figura 72: COOMARP (Corte lateral da plataforma da esteira); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	71
Figura 73: ASTRAPI (Plano do terreno); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	73
Figura 74: ASTRAPI (Plano de Localização); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. .....	74

Figura 75: ASTRAPI (Fluxo de atividades concebido); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	75
Figura 76: Terreno padrão para galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	76
Figura 77: Fluxograma de processos e materiais; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	76
Figura 78: Perspectiva com as áreas de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015. ....	77
Figura 79: Planta e corte longitudinal do galpão modelo; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	77
Figura 80: Diagrama dos processos de produção baseados em esteiras; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.....	77
Figura 81 – O contexto da pesquisa.....	82
<b>Figura 82 - Fluxograma De Processo CMT01 - Prescrito</b> .....	<b>84</b>
Figura 83 - O processo na CMT01 .....	84
Figura 84 – Esquemático da Linha de Separação Mecânica .....	86
Figura 85 - Esquemático da Linha de Classificação Ótica .....	88
Figura 86 - Leiaute da Cabine de Triagem Manual: configuração de postos de trabalho prescrita (Julho/2014).....	92
Figura 87 - Leiaute da Cabine de Triagem Manual: capacidade máxima projetada de postos de trabalho.....	93
Figura 88 - Esquemático da Linha de Centralizadora do Refugo .....	99
Figura 89 – Obstrução da régua de sopro no SO 2D-1 por um pedaço de papel ...	102
Figura 90 – Representação gráfica das faixas inalcançáveis na esteira E9.....	105
Figura 91 – Acesso do caminhão e parte superior do silo da Copesol Leste .....	113
Figura 92 – Carrinho utilizado para transporte interno de materiais na Copesol Leste .....	113
Figura 93 – Copesol Leste .....	114
Figura 94 – caminhão compactador .....	116
Figura 95 – Silo da Copesol Leste .....	117
Figura 96– Silo da Copesol Leste na sua lotação máxima.....	122
Figura 97– Coleta seletiva utilizando bag em Pará de Minas.....	126
Figura 98– Coleta seletiva Pará de Minas.....	127
Figura 99– Ponto de armazenamento de materiais coletados em Pará de Minas ..	127

Figura 100 – Forma de fechar os bags em Pará de Minas .....	130
Figura 101- Carrinho manual convencional de coleta de materiais recicláveis .....	133
Figura 102– Carrinho porta bag da Coopert – prolongação das alavancas .....	134
Figura 103– Carrinho porta bag da Coopert – hastes para amarre dos bags .....	135
Figura 104– Carrinhos de transporte de fardos da Copesol Leste .....	135
Figura 105- Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em duas posições...	135
Figura 106 - Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em uso no descarregamento .....	136
Figura 107 - Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em uso no carregamento dos fardos .....	136
Figura 108- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste .....	136
Figura 109- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste em uso .....	137
Figura 110- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste – detalhe da corda elástica .....	137
Figura 111- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste – forma de utilização .....	137
Figura 112- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste em uso 2 .....	137
Figura 113- Carrinho de transporte de uso geral da Copesol Leste .....	138
Figura 114- Carrinho motorizado para recolher materiais recicláveis .....	138
Figura 115– Primeira proposta do desenvolvimento do carrinho .....	140
Figura 116– Protótipo do carrinho para coleta seletiva transmodal.....	141
Figura 117– Hortas existentes na ocupação Tomás Balduino .....	148
Figura 118– Carrinho utilizado por um catador na ocupação Tomás Balduino .....	150
Figura 119– Protótipo do carrinho utilizado para a coleta na Ocupação Tomás Balduino .....	151
Figura 120– Protótipo de um carrinho de coleta.....	156
Figura 121- Bag de papelão triado .....	159
Figura 122– Carrinho de movimentação de bags.....	160
Figura 123- Primeiro esboço do carrinho porta-bag .....	161
Figura 124- Alterações estruturais no projeto para movimentação individual de bags .....	161
Figura 125 - Primeiro protótipo do carrinho porta-bag (desenho 3 vistas) .....	162
Figura 126– Primeiro protótipo do carrinho porta-bag (desenho renderizado).....	162
Figura 127– Movimentação do primeiro protótipo mais bag.....	162

Figura 128– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (desenho 3 vistas).....	164
Figura 129– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (desenho renderizado).....	164
Figura 130– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (real) .....	164
Figura 131– Movimentação do segundo protótipo mais bag.....	164
Figura 132- Imagem triadoras e suas bags sobre dispositivo .....	164
Figura 133– Pesagem de bag utilizada para teste do protótipo .....	165
Figura 134– Recipiente do tipo foguetinho.....	178
Figura 135 - Subdimencionamento do orifício para descarte .....	178
Figura 136 - Necessidade de rasgar o papelão.....	178
Figura 137- Recipiente do tipo gaiola.....	178
Figura 138 – Recipiente do tipo quadrado .....	178
Figura 139– Localização do LEV.....	179
Figura 140– Vagões do trenzinho do LEV.....	179
Figura 141– Trajeto de caminhões em frente ao LEV .....	179
Figura 142– Necessidade de molhar a pista para minimizar poeira.....	180
Figura 143– Especificidade dos recipientes .....	180
Figura 144– Portas do LEV sem chaves .....	180
Figura 145– Resíduos misturados no caminhão .....	180
Figura 146– Resíduos no exterior e interior do mesmo LEV.....	181
Figura 147– Remoção do resíduo com auxílio de uma caixa de papelão .....	181
Figura 148– Remoção dos resíduos com auxílio do <i>bag</i> .....	181
Figura 149– Condução do resíduo ao caminhão.....	181
Figura 150- Abastecimento do caminhão.....	182
Figura 151– Resíduo acumulado quando os coletores não passam para fazer a coleta.....	182
Figura 152- Falta de manutenção .....	182
Figura 153– Descarte em sacolas e caixas.....	183
Figura 154– Alcance manual frontal de um cadeirante .....	184
Figura 155– Parte do mapa do Festival de Inverno contendo todos os 6 locais de entrega voluntária.....	186
Figura 156– Proposta de recipiente modular.....	187
Figura 157– Proposta de LEV de pallet.....	188
Figura 158– Proposta de um Drive Thru .....	189
Figura 159– Proposta de LEV móvel utilizando carrinhos motorizados existentes .	189

Figura 160– Recurso de baldes utilizados no evento.....	190
Figura 161- Recipientes aos pares colocados no gramado. ....	190
Figura 162– Relação quantitativa dos materiais descartados.....	191
Figura 163– Ficha de avaliação .....	194
Figura 164– Imagens utilizadas para o instrumento.....	195
Figura 165– Aspectos e atributos adotados para análise dos LEVs .....	196
Figura 166- Aspectos, atributos e diretrizes para projeto de LEV .....	198
Figura 167– Alternativa com recipientes lineares.....	202
Figura 168– Alternativa com cobertura .....	202
Figura 169– Alternativa 3 .....	202
Figura 170– Vista frontal do LEV.....	203
Figura 171- Vista do LEV e do recipiente de vidro mais à frente.....	203
Figura 172– Orifícios de inserção do material e sistema de abertura do recipiente para a remoção do material que será transportado pelo carrinho interno .....	203
Figura 173: Distritos propostos para ampliação da coleta seletiva.....	207
Figura 174- Fotografia do caminhão baú utilizado na coleta.....	208
Figura 175- Imagem do Distrito P17B (COOMARP), com trajetos realizados pela equipe .....	208
Figura 176- Mapa do distrito identificando a adesão da população por rua .....	209
Figura 177- Reunião com representantes da COOPESOL e da Associação de moradores .....	210
Figura 178- Atividades previstas no escopo da proposta e atividade planejadas pela COOPESOL.....	211
Figura 179- Gráfico da pesagem de papelão e vidro em relação ao total coletado.....	212
Figura 180- Gráfico da média de coleta entre janeiro e junho de 2016.....	212
Figura 181- Gráfico da média de coleta após a segunda mobilização .....	213
Figura 182– Proposta de logomarca para a coleta do vidro.....	218

Tabela 1 - Faixas inalcançáveis das esteiras.....	105
Tabela 2– Peso de bags com materiais provenientes da coleta seletiva em Pará de Minas.....	128
Tabela 3- Tabela de tempo necessário para encher bag em Pará de Minas .....	128
Tabela 4- Dados sobre a coleta em um bairro no município de Pará de Minas: .....	130
Tabela 5– Preço a ser pago para a utilização do caminhão.....	219
Tabela 6– Custos de mão de obra e custos de coleta .....	220
Tabela 7- Receitas .....	221
Tabela 8– Projeção de fluxo de caixa para um período de 8 meses.....	221
Gráfico 1 – Quantidade de material triado por um trabalhador por tipo de material	119
Gráfico 2 – Gênero da população participante .....	193
Gráfico 3– Participantes da pesquisa.....	193
Gráfico 4– Idade dos participantes.....	193
Quadro 1 - Divisão dos Processos na CMT01 .....	85
Quadro 2 - Simbologia dos tipos de separação.....	85
Quadro 3 - Funcionamento dos Equipamentos da Linha de Separação Mecânica...	87
Quadro 4 - Funcionamento da Linha de Classificação Ótica – sublinha 2D.....	90
Quadro 5 - Funcionamento da Linha de Classificação Ótica – sublinha 3D.....	90
Quadro 6 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E8.....	93
Quadro 7 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E7.....	93
Quadro 8 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E6.....	94
Quadro 9 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E5.....	95
Quadro 10 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E4.....	95
Quadro 11 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E3.....	96
Quadro 12 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E2.....	96
Quadro 13 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E1.....	97
Quadro 14 - Funcionamento da Linha Centralizadora do Refugo .....	99
Quadro 15– Aspectos e atributos para a análise do carrinho.....	142

## 1 INTRODUÇÃO

Este relatório se refere às atividades desenvolvidas no quadro do projeto: “Design inclusivo de instrumentos de coleta e triagem de resíduos sólidos urbanos” que institui a incubadora de cooperativas populares Alternativas de Produção. O objetivo do projeto é de criar uma dinâmica de inovação e potencializar o desenvolvimento tecnológico nas associações de catadores e no interior das redes.

Foram organizados grupos de trabalho para desenvolver, juntamente com os catadores e a partir das demandas apresentadas, os equipamentos de apoio à atividade de coleta e triagem e os projetos de galpões. Foram formados 5 GTs:

- ❖ Projetos de reforma e construção de galpões;
- ❖ Desenvolvimento de LEV (locais de entrega voluntária);
- ❖ Desenvolvimento de carrinho porta-bag;
- ❖ Desenvolvimentos de dispositivos de alimentação de bancadas, mesas e esteiras de triagem;
- ❖ Contratação de catadores para prestação de serviços.

A atuação da equipe foi fundamentada por metodologias participativas. A aprendizagem constante, a junção dos conhecimentos de especialistas e não-especialistas e a adaptação de ferramentas utilizadas às características da população envolvida formam o alicerce desses métodos. A partir do acompanhamento dos grupos, as demandas inicialmente propostas no projeto, em função de mudanças de prioridades estratégicas dos parceiros envolvidos, em especial os catadores e as Redes Cataunidos e Redesol, foram reorientadas.

### 1.1 Do histórico das demandas:

Projetos de reformas de galpão tem sido uma demanda constatemente apresentada por Associações e Cooperativas de Catadores do estado de Minas Gerais à Incubadora Alternativas de Produção. Nos últimos anos, a relação com os empreendimentos, já em contato anterior com a incubadora, se fortaleceu, e outras foram iniciadas, devido às possibilidades de participação em editais e promessas de recursos e espaços por parte de governos locais e políticas federais (como os recursos prometidos no âmbito da Copa do Mundo). O recurso aprovado no âmbito desse projeto, como a participação considerável de

professores, pesquisadores e alunos no trabalho de incubação, de maneira voluntária, permitiram que várias dessas demandas fossem respondidas.

## **1.2 Da essência das demandas:**

Por ser a reforma em galpões o interesse mais comum dos empreendimentos em nosso trabalho, cabe afirmar que quase a totalidade de relações que mantemos com os empreendimentos durante a execução desse projeto se iniciou com uma demanda por reforma em galpões. Por sua vez, as demandas por reformas, em sua maioria, são motivadas por oportunidades de acesso a recurso que se colocam em prazos determinados, muitas vezes curtos. Tal limitação temporal dificulta o trabalho do técnico, engenheiro, designer ou arquiteto, que sem a possibilidade de experienciar o cotidiano das atividades, deve-se colocar na posição de redefinir layouts, projetar processos e pensar a inclusão de novos equipamentos no sistema. Como forma de requalificar esse posicionamento de especialista frente aos processos, adotamos metodologias participativas de intervenção, que buscassem incorporar, no nível do projeto e da execução, os saberes dos e das catadoras.

## **1.3 Do limite das demandas:**

A relação de dependência dos empreendimentos de catadores frente às definições de políticas e serviços públicos e do mercado da reciclagem coloca uma série de entraves na sustentabilidade econômica das cooperativas e associações. Mudanças nas tecnologias e na prestação do serviço de coleta seletiva, sobre as quais os catadores não são consultados, implicam na necessidade de readequação do espaço de trabalho nos galpões. Para essas transformações, no entanto, há pouco ou quase nenhum apoio dos governos locais no custeio das necessárias reformas, sem falar nas dificuldades de alterar o espaço, devido às regras estabelecidas na cessão de uso dos galpões. Por fim, as oscilações de mercado e da quantidade e qualidade de material recebida implicam em situações de instabilidade econômica, que dificultam o planejamento e a formação de capital de giro para investimento em reformas.

Dessa forma, cabe analisar o trabalho dos catadores na elaboração de estratégias de readequação dos processos de produção. Seja ao reposicionar equipamentos, ao criar ou requalificar postos de trabalho ou ao demandar aos compradores estruturas complementares, as mudanças na organização do espaço de trabalho são corriqueiras.

Eis o entrave colocado para os técnicos que se propõem ao trabalho de elaborar reformar nos galpões: ao projetar soluções técnicas, há sempre o risco de engessamento colocado pela prescrição geral de uso, que limitam processos de reinvenção do trabalho.

Como elaborar diretrizes para uma reforma estrutural do processo produtivo que fortaleça a atuação dos catadores? Essa é a pergunta colocada no trabalho de incubação desenvolvido nesse projeto.

#### **1.4 Do limite dos recursos e da requalificação das demandas:**

Com a redefinição e aumento do número de empreendimentos incubados nesse projeto, relatada no relatório parcial, devido à chegada de novas demandas à incubadora, houve a necessidade de definir distintos graus de imersão em cada um dos processos. A depender do prazo que nos era colocado, do deslocamento necessário para chegar ao empreendimento e da disponibilidade dos técnicos que colaboram na incubadora, eram propostas metodologias de intervenção a cada empreendimento. Naqueles em que atuamos de forma pontual, não foi possível desenvolver um processo de requalificação das demandas apresentadas. Com aqueles que nos reunimos e visitamos moderadamente, avançamos na proposição de objetos intermediários, como forma de possibilitar um maior diálogo entre os catadores e projetistas. Por fim, nos empreendimentos em que pudemos estar cotidianamente imersos no ambiente de trabalho, combinamos metodologias de imersão, como testes e simulações de situações, com os já citados objetos intermediários.

Além das atividades técnicas, a Incubadora Alternativas de Produção, organizou o VI Encontro Regional de Engenharia e Desenvolvimento Social do Sudeste – EREDS – SE, que teve lugar na Escola de Engenharia da UFMG, nos dias 03 e 04 de junho de 2016. Esse evento teve como objetivo reduzir as distâncias e barreiras entre profissionais, estudantes e interessados que desejam aprofundar seus conhecimentos sobre como a Engenharia pode contribuir com o Desenvolvimento Social, por meio do intercâmbio de experiências práticas e reflexões teóricas em projetos de Engenharia. Com isso, buscou-se viabilizar um maior intercâmbio acadêmico entre diferentes universidades, projetos sociais, experiências e projetos de extensão. O evento reuniu estudantes de graduação e pós-graduação das Engenharias e áreas afins, professores, pesquisadores, gestores públicos e empreendedores, para discutir conceitos e práticas de tecnologias sociais.

A Incubadora também organizou juntamente com outros parceiros o “II Seminário Nacional Rotas Tecnológicas para Gestão de Resíduos com a Reciclagem Popular”, que aconteceu nos dias 16 e 17 de setembro de 2014 na Escola de Engenharia da UFMG e o “III Seminário Internacional Rotas Tecnológicas da Reciclagem: nosso futuro não pode ser descartado”, que aconteceu nos dias 21, 22 e 23 de setembro de 2015 no Centro Mineiro de

Referência em Resíduos. Esses eventos tratam do desafio de encontrar formas criativas e eficazes para a gestão dos resíduos com foco no desenvolvimento socioambiental sustentável. Apresentando possibilidades e contribuindo com as gestões municipais, os seminários Rotas Tecnológicas tem participação de pesquisadores nacionais e internacionais, catadores de materiais recicláveis, ambientalistas, gestores, técnicos e interessados na temática.

Foi realizado um intercâmbio com a incubadora de Assis – SP (INCOP) e a incubadora da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Embora inicialmente havíamos proposto um intercambio com incubadora da Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, este não ocorreu em função de um descompasso temporal. Já o intercambio com incubadora da UFV não estava previsto, mas acabou acontecendo espontaneamente em função dos dois grupos trabalharem com catadores.

A incubadora ocupou os espaços de articulação política das Associações e Cooperativas de Catadores (ACs), como o Forum Municipal Lixo e Cidadania (FMLC) e Observatório da Reciclagem Inclusiva e Solidária (ORIS), para discutir as suas ações, aprofundar os debates e identificar das demandas juntamente com os outros atores que estão envolvidos nas ações dos catadores.

Este relatório foi organizado em 6 capítulos, sendo o primeiro esta introdução. Os 5 capítulos subsequentes se referem aos 5 grandes eixos do projeto: projetos de reforma e construção de galpões (capítulo 2); desenvolvimento de dispositivos de alimentação de bancadas, mesas e esteiras de triagem (capítulo 3); desenvolvimento de carrinho porta-bag (capítulo 4); desenvolvimento de LEV (capítulo 5); e contratação de catadores para prestação de serviços (capítulo 6).

## **2 PROJETOS DE REFORMA E DE CONSTRUÇÃO DE NOVOS GALPÕES**

Os galpões de triagem são precários e não são apropriados para que a atividade de triagem se desenvolva adequadamente o que acarreta em baixa produtividade, elevado índice de rejeito, condições de trabalho precárias e ruim do ponto de vista da segurança do trabalho, impactando na baixa remuneração dos catadores e nas baixas taxas de recuperação de resíduos (LIMA, 2007; FUAO, 2006; CAMPOS, 2013a, VARELLA, 2011). As soluções não estão colocadas, para muitas delas ainda tem-se que desenvolver as bases sócio-técnicas do processo adequadas à natureza do trabalho. Essa constatação é que motivou o grupo de pesquisa a trabalhar com essa temática, indo de encontro aos interesses e à demanda dos grupos acompanhados.

Foram desenvolvidos 6 projetos de reforma de galpão (Coopesol Leste Granja de Freitas, Copeesol Leste Mariano de Abreu, Coopersoli, Coomarp, Coopert, Asmare) e 2 projetos de galpões novos (Redesol e Astrapi), além do acompanhamento do processo da construção de outros 2 outros galpões (Comarrim e Copervesp) que não será detalhado nesse relatório pois ainda se encontram em fases preliminares.

As demandas dos projetos dos galpões foram levantadas de diferentes formas: a) pelas associações ou cooperativas de catadores que entraram em contato com a incubadora b) a partir do acompanhamento e imersão dos pesquisadores da incubadora em empreendimentos c) por técnicos do INSEA, entidade que acompanha as ACs da Redesol e da Cataunidos em Minas Gerais; e, por fim, d) por outras instâncias, como o Fórum Municipal Lixo e Cidadania e o ORIS (Observatório da Reciclagem Inclusiva e Solidária).

## **2.1 Contextualização**

A recuperação dos resíduos domésticos no Brasil se dá por duas vias principais: pela catação informal dos catadores nas ruas e lixões ou por sistemas de coleta seletiva instituída pelos poderes públicos locais. No último caso, é necessário realizar a separação dos materiais, atividade realizada comumente por associações e cooperativas de catadores (ACs). A organização da produção e do trabalho dessas organizações, além de atender às condicionantes do mercado e do poder público local, também se orienta por prerrogativas solidárias, buscando eficiência não somente técnica/econômica, mas também social e ambiental. Esses diversos critérios são em determinados momentos conflitantes, emergindo trade-offs, que são materializados nos espaços de triagem, também chamado de galpões de triagem. Esses galpões são resultado de um conjunto determinantes sociotécnicos que vão condicionar o espaço e ao mesmo tempo a gestão desses empreendimentos, possibilitando responder mais ou menos às exigências dos vários atores que estão em jogo.

Os galpões de triagem das ACs recebem materiais proveniente de sistemas de coleta seletiva municipais, realizados em parceria com empresas contratadas ou mesmo com as próprias associações e cooperativas de catadores. Por um lado a atividade de triagem é um serviço público, na medida em que ele é essencial para viabilizar a coleta seletiva e por outro é uma atividade determinada pelas prerrogativas do mercado. Assim, as atividades que irão se desdobrar nos galpões são determinadas pelo sistema de coleta instituído pelo poder público local e pelo mercado da reciclagem, que irá absorver os produtos do processo. Sob essas condições as ACs organizam a produção e o trabalho sob princípios também solidários, gerando trabalho e renda para uma parcela da população excluída do sistema produtivo

formal, reintroduzindo materiais no ciclo produtivo e reduzindo a quantidade de materiais destinada à aterros e lixões.

Apesar da catação ser antiga, existem registros dessa atividade desde os períodos feudais, a atividade de triagem de materiais coletados seletivamente é recente. FUAO (2007) caracteriza o surgimento dos galpões de triagem no Brasil em dois momentos. Os primeiros galpões de triagem de catadores surgiram junto com as primeiras cooperativas de catadores, datam do final da década de 80, onde foi ocupado os baixios de um viaduto no bairro Pinheiros em São Paulo (local onde a cooperativa funciona até hoje) e o galpão Profetas da Ecologia em Porto Alegre (desde 1994) debaixo do viaduto. Em Belo Horizonte, o primeiro galpão é da ASMARE que data de 1992, onde foi ocupado um espaço entre uma grande avenida e a linha de trem (DIAS, 2002). Nesse primeiro momento a coleta era feita pelos próprios catadores, que pré-selecionavam os materiais recicláveis dispostos sobre as ruas e o galpão servia para a realização de uma triagem fina, estoque e prensagem dos materiais para viabilizar a comercialização coletiva. Num segundo momento, as prefeituras das cidades passaram a assumir o controle da gestão da seletividade do resíduo sólido, onde os caminhões da Prefeitura começam a percorrer rotas de coleta e assim foi se construindo um sistema de gerenciamento dos resíduos recicláveis. Começa, então, a construção dos galpões por parte da Prefeitura. Nos últimos 20 anos associações e cooperativas foram criadas e conseqüentemente os galpões surgiram, em Belo Horizonte tem-se 7 galpões que recebem materiais do sistema de coleta seletiva da prefeitura, sendo que um foi concebido para essa finalidade, um outro foi inteiramente reformado e o restante foram concebidos para outras atividades, passando por pequenas reformas. Apesar de esses galpões serem ocupados pelas ACs, eles são de propriedade da prefeitura ou são alugados por ela ou pelos compradores.

O processo de triagem dos materiais proveniente de coleta seletiva não possui uma margem financeira que permita que as ACs invistam na melhoria dos seus processos ou adquiram espaços próprios e nem tem autonomia nas decisões sobre projeto e reforma dos espaços de trabalho. Os recursos para a construção e para a reforma deles tem origem nas políticas públicas federais como o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), nos recursos do próprio município ou de fundações e de empresas privadas, que investem na causa em função de termos de ajustamento de conduta (TAC) ou no âmbito das suas políticas de responsabilidade social empresarial. Na ocasião dos dois galpões que foram construídos para essa finalidade tiveram investimentos do PAC e do próprio município e os projetos foram feitos pela equipe técnica da SLU, seguindo as diretrizes do ministério das cidades (BRASIL, 2008) e a aprovação e acompanhamento da execução do projeto pela Caixa Econômica

Federal, quem gerencia os recursos do PAC. As reformas tem que ser aprovadas pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, pois qualquer intervenções das ACs nas estruturas podem ser entendidas como depreciação do patrimônio público e terem os seus contratos de ocupação do espaço rompido. Mais recentemente, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de embalagens estão investindo nos galpões em função dos acordos setoriais que estão vias de serem assinados, no âmbito da responsabilidade compartilhada (BRASIL, 2010).

A situação dos galpões de triagem de associações e cooperativas de catadores reflete alguns fenômenos: apropriação de espaços concebidos para processos produtivos de outra natureza (drive-in, estações de trem, fábricas diversas etc); quando são concebidos para essa natureza muitas vezes são projetados por técnicos sem conhecimento do processo e com ferramentas limitadas para incorporar o conhecimento prático dos trabalhadores do processo e as particularidades dos grupos; apropriação de tecnologias que funcionam em outros processos, mas não são adequados ao processo de triagem e a realidade dos catadores; e as reformas de galpão e aquisição de equipamentos são fragmentados, assim tem-se, por exemplo, esteira mas não tem recurso para adequar o espaço ao novo processo.

A situação de precariedade dos galpões de triagem expõem os catadores (essa alternativa tecnológica) a uma situação desfavorável tendo em vista a capacidade de resposta que dão à política nacional de resíduos sólidos, que preconiza a redução de resíduos destinada em aterros, mesmo sendo considerados agentes prioritários na prestação desse serviço (BRASIL, 2010). O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), que ainda não foi aprovado, estipula uma meta de redução de resíduos secos em aterros de 22% no Brasil em 2015, esse desafio recai aos gestores públicos municipais que são responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos urbanos. A fotografia do sistema de gestão no Brasil está distante ainda dessa realidade, apenas 17% dos municípios brasileiros possui sistemas de coleta seletiva implementados (IBGE, 2011), que são responsáveis por apenas 10% dos materiais que são reciclados (Valor Econômico, 2010), os 90% restante são proveniente da catação informal. Diante dessa realidade os grandes municípios que já realizam coleta seletiva com inserção de catadores pelo menos na triagem, mas que ainda estão longe de atingir as metas, atribuem os baixos índices ao modelo de coleta e de triagem estabelecidos. Neste cenário, outras alternativas de tratamento de resíduos são disponibilizadas aos gestores públicos como a panaceia para a resolução dos problemas.

No caso dos programas de coleta seletiva, uma boa produtividade do trabalho realizado nos galpões é fundamental para a eficiência de todo o sistema, pois, se não houver

vazão adequada na triagem dos materiais, pouco se aproveitará dos crescentes volumes coletados, gerando rejeitos que continuam reduzindo a vida útil dos aterros e afetando a eficácia da política municipal de gestão de resíduos sólidos como um todo.

As diretrizes técnicas e espaciais para a produção de espaços de um empreendimento solidário, como os galpões de triagem de materiais reciclados, contemplam questões mais abrangentes que vão além das determinações técnicas de produtividade, saúde e segurança de seus trabalhadores. Além de questões técnicas, organizacionais e ergonômicas, a produção de um espaço que também possa ser dito “solidário” envolve a atuação ativa dos associados na luta por reivindicações de paridade econômica e social. Significa dizer que os espaços solidários são espaços, por natureza, complexos, dado o desafio de articular condições objetivas de produção com questões subjetivas de reconhecimento social e equidade.

## **2.2 Metodologia de incubação**

Os diagnósticos foram construídos a partir de metodologias participativas, servindo-se de uma série de abordagens e ferramentas para obtenção de informações e para a reflexão sobre os processos de produção e trabalho, incluindo condições ambientais e organizacionais. Essas técnicas têm sido utilizadas em diagnósticos socioambientais associados à elaboração de planos de manejo de unidades de conservação (parques, reservas e outros) e a processos de licenciamento ambiental (DRUMOND, 2002), na assessoria a empreendimentos econômicos solidários (RUTKOWSKI, 2008); em experiências de desenvolvimento local (BROSE, 2001; RUTKOWSKI, 2010) e em ações relacionadas à saúde e segurança do trabalho (CUNHA *et al.*, 2007).

A aprendizagem constante, a junção dos conhecimentos dos especialistas e dos não especialistas e a adaptação das diversas ferramentas utilizadas às características da população envolvida formam o alicerce desses métodos. Eles fundamentam-se em procedimentos de análise, diagnóstico e resolução de problemas (ações de planejamento e tomada de decisão), pelos quais se viabiliza a participação efetiva dos membros da comunidade. Para isso foi necessário criar condições que possibilitaram forte interação entre os facilitadores (pesquisadores) e os usuários/ demais atores. No caso dos catadores, a cooperação que, para alguns membros da equipe, se estende por 15 anos cria um ambiente propício para essa interação.

Essas atividades mesclam técnicas instrumentais, de sistematização dos conhecimentos e procedimentos, e aspectos éticos, de emancipação e autonomia dos participantes, quando foram escolhidos métodos apropriados a cada situação em estudo. Tais métodos evoluíram no

decorrer da aplicação e suas combinações no campo, surgindo adaptações mais eficazes, de acordo com cada realidade (RUTKOWSKI et al, 2002; RUTKOWSKI, 2008; DIONNE, 2007). No caso dos catadores, por terem outra formação, fundamentada na experiência na prática da atividade e no baixo nível de escolarização, desenvolvemos modelos em escala dos galpões e principais equipamentos, que foram feitos em papelão, para facilitar a definição coletiva de leiautes de galpões.

Para a execução do projeto aqui proposto, empregou-se as técnicas de Entrevista Coletiva Semi-estruturada, Observação Participante e Análise do Trabalho. As duas primeiras técnicas, aliadas à análise de registros e documentos diversos, serviram para sistematizar informações referentes aos empreendimentos da economia solidária (EES) estudados, considerando os diversos aspectos: materiais, humanos, financeiros, estruturais, de planejamento, de informação, de gestão de pessoas, referentes à logística de materiais, ao respeito às legislações trabalhistas, de segurança e saúde do trabalhador, dentre outros. A Análise do Trabalho forneceu informações mais detalhadas sobre os processos de produção e trabalho empregados nos EES, permitindo identificar gargalos técnicos e/ou de processos que impedem obter maior produtividade e qualidade, em condições de segurança e conforto para os trabalhadores.

A partir de experiências anteriores (ações de formação, pesquisa, intervenções e assessorias prestadas aos empreendimentos), é possível delinear algumas deficiências gerais: 1) defasagem tecnológica e limitadas inovações de produtos e de processos; 2) gestão ineficiente da produção (prazo de entrega, apropriação de custos, programação de estoques e da produção) e do fluxo de caixa; 3) falta de estratégias de marketing e de uma avaliação do potencial de mercado; 4) elevado nível de conflito interno, sobretudo entre os responsáveis pela gestão e os outros associados. Assim, as ações da Incubadora Alter-Nativas podem contemplar, inicialmente, os seguintes conteúdos: 1) gestão financeira; 2) gestão da produção; 3) projeto de equipamentos e desenvolvimento de novos produtos; 4) marketing; 5) organização e relações de trabalho. Mais abaixo as demandas específicas serão detalhadas.

A Incubadora Alter-Nativas não limita suas ações ao espaço da sala de aula, em atividades exclusivas de formação teórica, ou ao espaço relativamente protegido de uma incubadora de base tecnológica. Para que haja uma capacitação efetiva, é necessário se expor diretamente ao crivo da prática; somente assim se pode educar o educador. A incubação acontece, assim, nos próprios locais de trabalho, apenas eventualmente realizando-se oficinas para socialização de experiências em espaços da universidade.

A associação entre teoria e prática não é somente pedagógica. Dessa forma, a eficácia da intervenção deixa de ser medida por critérios internos à aprendizagem teórico-conceitual

tradicional: não se avaliará se os participantes “entenderam” o conceito ou princípios de projeto, inovação ou gestão, mas sim se os conhecimentos repassados foram capazes de transformar a sua prática cotidiana, o que deve materializar-se na implantação de instrumentos de produção e gestão inovadores e, finalmente, refletir-se em melhorias dos indicadores de desempenho.

Tendo em vista esta apresentação geral da metodologia de acompanhamento de EES tal como a desenvolvemos em outros projetos e ações da Incubadora Alter-Nativas, sempre orientados pela perspectiva da pesquisa-ação, com foco na inovação em associações de catadores.

A seguir, em ordem cronológica de chegada de demanda das associações para a equipe, segue a descrição das atividades em campo em cada associação assistida. Empregou-se uma sequência de etapas, não estanques entre elas, de modo a fomentar a interação entre o conhecimento técnico da equipe e o saber fazer dos associados:

- a) identificação da demanda e sua reformulação;
- b) discussão das demandas e sistematização com o coletivo de associados;
- c) elaboração de intervenções pelo grupo, validação pelo coletivo e acompanhamento de intervenções pela equipe.

Ao longo de todo o processo, sempre quando era possível, foram desenvolvidas várias tecnologias sociais para suportar as atividades do grupo. A tecnologia social, de base crítica, para a produção de espaços de coletivos de trabalho justificou-se pelo caráter político da própria mobilização social dos membros dos grupos de trabalho, que em seu cotidiano se auto organizam na busca de condições para garantir a sobrevivência de seus membros. Por outro lado, o universo de opções dos coletivos no processo decisório de produção do espaço é restringido e constringido pela escassez de recursos, pelo acesso precário às informações e pelas determinações externas da concorrência de mercado. O desafio dos grupos de trabalho associados – e das propostas teóricas e práticas que pretendem favorecê-los – consiste em superar o horizonte das “escolhas pré-escolhidas”, isto é, superar as pseudoalternativas previamente definidas pela vulnerabilidade e precariedade a que estão submetidos os grupos de trabalho.

Acredita-se que no caso do coletivo triadores, a reforma do galpão deve ser protagonizada pelos seus membros a partir do desenvolvimento de tecnologias sociais que, neste caso específico, auxiliou os usuários na tomada de decisão no processo de requalificação do espaço de trabalho. O desenvolvimento de mediações e interfaces de espacialidades contribuiu para potencializar o saber fazer dos trabalhadores do galpão, ao mesmo tempo que permitiu

fornecer informações técnicas acerca da produção do espaço, ou mais especificamente, das adequações técnicas realizadas no espaço construído. Foi desenvolvida tecnologia social de produção do espaço de acordo com as demandas identificadas pelos próprios usuários do galpão, em seu cotidiano de trabalho. O intuito foi desenvolver uma instrumentalidade empregada pelos próprios usuários, na busca coletiva por emancipação social.

## **2.3 ASTRAPI (Ibirité)**

### *2.3.1 A demanda e a reformulação da demanda*

Em meados de fevereiro de 2015, após a apresentação da equipe e das associadas da ASTRAPI, foi realizada dinâmica para a compreensão da história da associação, seus desejos e necessidades de melhorias no processo de triagem de materiais sólidos recicláveis. Além das associadas, essa reunião teve a participação da engenheira de produção Cinthia, das arquitetas Carla e Viviane, e de integrantes da ONG Insea. De todas as associadas, a presidente foi quem mais contribuiu com a dinâmica. As outras associadas ficaram mais reservadas, expressando-se somente quando solicitado. Não é possível afirmar se elas estavam constrangidas com a própria equipe ou com a presença de Lívia (integrante do Insea); que embora tenha demonstrado muito envolvimento e proximidade com as associadas, sempre indicava para a associação algum ponto da organização para a situação futura. De modo geral, as intervenções de Lívia chamavam a atenção do grupo para a necessidade de se pensar estrategicamente, o que pode ter inibido a espontaneidade das falas.

### *2.3.2 Tecnologia Social: cartaz*

Essa dinâmica consistiu em registrar em uma folha de papel *kraft* a história da associação, os pontos positivos e negativos de trabalhar no galpão atual. Esse cartaz foi confeccionado à medida que as associadas falavam e, posteriormente, fixado na parede do escritório da associação. Apesar da equipe solicitar que as associadas completassem informações ao longo da semana, no próximo encontro a equipe encontrou o cartaz no mesmo local e intocável.

Em um segundo momento, perguntamos o que as associadas gostariam que houvesse no galpão. À medida que elas indicavam, as arquitetas Carla e Viviane desenhavam e nomeavam o ambiente ou a atividade em círculos de papel. Sob um outro papel *kraft*, que representava o novo terreno, fixamos as bolas de acordo com a necessidade de aproximação de tarefas. Foi perguntado: “o que precisa estar perto do quê?” e “quando você entra no galpão, o que você faz primeiro?”. A partir dos relatos, os círculos foram sendo distribuídos no terreno.

Infelizmente, a dinâmica foi coordenada pela arquiteta. Deve-se avaliar a possibilidade de os próprios associados executarem essa distribuição. Na figura 01, pode-se perceber a disposição da presidente da associação (em pé ao lado da arquiteta) em acompanhar a atividade.

**Figura 1 - Reunião de levantamento de dados e ideias no galpão atual da ASTRAPI**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

Do mesmo modo que o cartaz anterior, esse foi fixado na parede e solicitado que as associadas “mexessem” nele até o encontro para a próxima semana. Elas também não fizeram nenhuma alteração.

Embora não tivéssemos êxito com as tecnologias sociais (cartazes), no sentido de as associadas se engajarem no planejamento do novo espaço, a confecção deles foi importante para revelar as relações sociais, ou pelo menos, fornecer algumas pistas. Foi dito sobre a relação com a Prefeitura e a tomada de decisões que em momentos de conflito, como no caso da divisão da renda, a Prefeitura determinou o modo de recebimento por produtividade. A relação com a Prefeitura também surgiu a partir da história de associação e sua luta por um espaço de trabalho. Ficou claro que pelo fato do galpão ser alugado pela Prefeitura, a associação precisou alterar o endereço por várias vezes, desde sua fundação. Os custos por essas mudanças afetaram diretamente a composição da equipe, que precisou ser recomposta toda vez que o galpão mudava de lugar, devido à dificuldade das associadas de trabalhar em local distante da residência. O deslocamento até o novo terreno é outra questão de preocupação das associadas, pois ele está distante do galpão atual.

Um grande motivo de preocupação das associadas se referia ao modo de triagem. Hoje, elas triam no “chão”, agachadas, sentadas ou em pé, e questionavam a possibilidade de triarem em bancadas ou em esteira. O medo era de não “dar conta”, pois a maior parte delas são idosas, apresentam alguma doença crônica ou tem sobrepeso. Embora não expressassem essa preocupação com esses termos, elas acreditavam que teriam dificuldades em triar em pé e em bancadas. A engenheira de produção Cinthia fez várias intervenções para tentar explicar o trabalho em bancada ou em esteira. E a partir dessa questão, a equipe resolveu produzir uma maquete dos equipamentos para ajudá-las nessa compreensão em um próximo encontro.

Outros conflitos do dia a dia das associadas foram evidenciados na dinâmica, como a apropriação individual dos espaços da cozinha e do banheiro masculino por associadas, que reivindicavam o uso exclusivo do espaço pelo fato mesmo de desempenharem uma atividade individual nesses lugares. O restante do grupo questionava essa postura individual, alegando que todas as atividades deveriam ter um objetivo coletivo, mesmo sendo executada por uma

única pessoa. A presidente solicitou que o novo galpão não tivesse dois vestiários para evitar a apropriação individual de uma associada do vestiário masculino, que é pouco utilizado por haver somente um associado.

Outro motivo de discussão foi a área de descanso de associados. Embora fosse desejo expresso por alguns pela existência de redes a serem fixadas nas sombras das árvores, a presidente foi firme em indicar que elas não poderiam existir. Depois de muitas “brincadeiras”, foi possível perceber que por detrás da alegação que a presença de redes iria prejudicar a produtividade, havia a necessidade de a associação se posicionar formalmente de modo a atender as exigências da prefeitura. Nesse sentido, naquele momento, a presidente desempenhava seu papel formal de representante da associação, motivada pelo medo da associação ser repreendida pelo poder público.

Ao final da dinâmica, Lívia apontou a necessidade de todas as associadas conhecerem o terreno do novo galpão, e prontamente organizou a visita no local com o próprio carro. A equipe da UFMG/UEMG não pode acompanhar a visita porque tínhamos compromisso em Belo Horizonte. Lívia levou ao local somente uma parte do grupo. No próximo encontro, após a aplicação de outra dinâmica, Lívia levou o restante do grupo, também sem a presença da equipe UFMG/UEMG em decorrência do tempo disponível. Com isso, os associados tiveram a noção do espaço e a localidade do terreno.

**Figura 2 - Visita ao terreno de construção do novo galpão de triagem de materiais recicláveis da ASTRAPI; FONTE: Incubadora Alternativas, 2009**

### *2.3.3 Sistematização das demandas*

Após a visita ao terreno e o recolhimento de dados suficientes para entender todo o processo que envolve um galpão de triagem de matérias recicláveis, foi dado início à geração de ideias e também à construção de uma maquete com todos os elementos base de funcionamento de um galpão deste tipo.

### *2.3.4 Tecnologia social: Maquete*

Para melhor compreensão do projeto por parte dos associados, foram maqueteados em escala reduzida, alguns elementos base do processo de triagem, fazendo com que os pesquisadores envolvidos recebam por parte dos associados um *feedback* mais claro e objetivo da situação e desejos.

Na manhã do dia seis de outubro de dois mil e quatorze (06/10/2014), foi feita uma visita ao atual galpão da ASTRAPI e apresentado aos integrantes da associação alguns elementos

avulsos da maquete, assim como: esteira de triagem de materiais sólidos, bolsas (“Bags”), silo, prensas, bancadas e caixas (caçambas), para que os trabalhadores juntos aos pesquisadores fizessem vários mapeamentos do futuro galpão.

Com a presença de um funcionário do Ministério do Trabalho, que acompanhava/ fiscalizava o trabalho de Lívia, a equipe UFMG/UEMG discutiu com as associadas o planejamento do novo galpão a partir do uso de maquete. A dinâmica foi “quebrada” a todo o momento pela “fala” do funcionário, que em tom de advertência solicitava a participação das associadas. O efeito, evidentemente, foi o contrário. Desse modo, a equipe da UFMG/UEMG precisou intervir logo após cada fala do funcionário indicando que ali se tratava de uma associação e que, a princípio, como não havia padrão, não seria necessário a participação compulsória das associadas, somente quando elas entendessem que pudessem contribuir. A própria dinâmica, ao chamar a atenção de todos para refletir sobre a distribuição dos equipamentos dentro do galpão, se encarregou de diminuir a importância da fala do funcionário do Ministério do Trabalho, que após suas intervenções, desistiu e saiu de perto.

A dinâmica da maquete consistiu em desenhar no chão do atual galpão as dimensões do terreno e distribuir os equipamentos nesse espaço; e refazer o cartaz com a distribuição das bolas (setorização das atividades) a partir das discussões. Dessa vez, quem conduziu a dinâmica foi a engenheira de produção Cinthia, que perguntava sobre qual a melhor localização dos equipamentos e os “efeitos” que isso poderia causar na dinâmica da produção.

### **Figura 3: Medição em escala para maquete**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

Foi gerado, portanto, diversas alternativas e situações do posicionamento de cada elemento de triagem (esteira, silo, bancadas, “bags”, prensas), e também dos elementos administrativos (refeitório, banheiros, sala de reunião), diante os obstáculos físicos do terreno e também para ser pertinente e coeso ao Código de obras da prefeitura de Ibirité. Neste mesmo dia de visita foram discutidos alguns pontos cruciais para o andamento e caracterização do projeto. Pontos como:

- Quantidade de portões e suas possíveis localizações;
- Logística (entrada e saída de caminhões, movimentação de “Bags”, movimentação dos materiais de um posto de trabalho para o outro);
- Descarga dos materiais;
- Estacionamento;

- Quais ferramentas de trabalho a serem utilizadas e suas possíveis localizações;
- Mapeamento dos associados/função (posto de trabalho);
- Local para descanso após o almoço;
- Prédio administrativo;
- Jardim/bosque;
- Guarita;
- Creche;
- Horta.

Essa dinâmica teve a participação de duas pessoas, não integrantes da associação, interessadas em triar no novo galpão. Depois a equipe veio a saber, por Lívia, que se tratava de outra associação, a qual a Prefeitura estudava a possibilidade de agregá-la no mesmo galpão. Lívia explicou que um dos homens era proprietário de um ferro velho e que havia montado um associação de triagem em seu estabelecimento. O conflito entre o grupo ficou evidente quando esse homem sugeriu a criação de uma creche no local, alegando que havia muitas mulheres na associação. A presidente da associação foi enfática em indicar que não seria necessário. Pode-se perceber o intuito de deixar claro para o possível novo parceiro de triagem que sua contribuição não era relevante para a associação.

#### **Figura 4: Reunião para discussão de ideias e propostas**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

#### **Figura 5: Discussão de ideia dos associados**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

À medida que a discussão evoluía, improvisávamos com outros objetos, presentes no local, para completar a maquete. O grupo sentiu a necessidade de se orientar no terreno. Utilizamos, então, de um cabo de vassoura para representar o rio que o atravessa. O desejo de manter a árvore existente foi representado por um vaso de flor.

#### **Figura 6: Proposta do galpão formulada em maquete**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

A grande dificuldade em entender a atividade de triagem em bancada ficou novamente evidente com a discussão da maquete. “Mas como é essa bancada? Que altura ela tem?” Então, improvisamos a altura da bancada com a trena de modo que a associada pudesse

visualizar essa altura e a relação de seu corpo e de sua atividade com a bancada. Após as discussões, o quadro de setorização foi ajustado, segundo novas diretrizes.

**Figura 7:** Simulação da bancada de triagem **FONTE:** Incubadora Alternativas, 2015

**Figura 8:** Programa de atividades definido pelos associados; **FONTE:** Incubadora Alternativas, 2015

**Figura 9:** Quadro de desejos – Programa de Atividades; **FONTE:** Incubadora Alternativas, 2015



**Figura 10:** Esboço de ideia para a construção e disposição do novo galpão feito por um voluntário da ASTRAPI; **FONTE:** Incubadora Alternativas, 2015

#### *2.3.5 Elaboração de intervenções, validação pelo coletivo e acompanhamento*

No primeiro dia de reunião no laboratório de ergonomia da Escola de Engenharia da UFMG, após a essa última visita citada à ASTRAPI, foi feito um novo levantamento sobre o que deve e não deve ter no galpão, e das alternativas criadas, qual delas seria mais pertinente para o projeto: com ou sem desnível, uma ou duas entradas/saídas de caminhões, local das possíveis entradas/saídas de caminhões, balanceamento de mão de obra por posto de trabalho, número de postos de trabalho e quais elementos/ferramentas de trabalho seriam possíveis de se empregar.

#### *2.3.6 Tecnologia social: modelagem 3D*

Neste mesmo dia já se iniciou a modelagem 3D do galpão com base em algumas propostas analisadas, para que assim, pudéssemos apresentar algumas ideias bem estruturadas em uma interface projetual, que poderia ser mais acessível aos integrantes da ASTRAPI, de modo que eles vissem o modelo esquemático 3D da proposta, e assim pudesse ficar mais claro para eles reforçarem algo, dar opinião e até mesmo realizarem críticas. Mas isso não ocorreu. A associação ficou deslumbrada com o desenho 3D, e essa ferramenta não contribuiu para

melhorar a capacidade de crítica ou de decisão sobre o espaço. O fato de visualizarem melhor o projeto final, não quer dizer que eles decidiram sobre o espaço.

**Figura 11: Reunião para geração de propostas do novo galpão com base em pesquisa e visita à ASTRAPI; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Na semana seguinte, dia quatorze de outubro do ano de dois mil e quatorze (14/10/2014), houve uma reunião entre todos os pesquisadores escalados para esta atividade do projeto galpão e diversos pontos importantes foram analisados e discutidos, assim como:

- Subjugar a compreensão e capacidade mental e motora dos associados, o que eles são capazes ou não de compreender/fazer. Supor o que os associados podem ou não fazer é uma ação errônea. Devemos nos basear nos fatos, no que os operadores podem fazer, e não no que achamos que eles podem ou não podem fazer;
- Levar os associados para ter uma noção melhor do espaço e do posicionamento de cada estrutura do galpão no novo terreno;
- Utilizar barbante pintado de 01 em 01 metro para melhor visualizar e ter noção do espaço a ser construído;
- Ver/pesquisar tabela de relação entre posto de trabalho X quantidade de operadores / mês (Cinthia);
- Foi solicitado pelos associados que a parte administrativa do galpão (escritório/sala de reuniões) não fosse próximo às portarias/portões para evitar possíveis roubos de bens dos associados, logo que atualmente eles não tem total capacidade de vigilância do galpão, o que gera desconforto e desconfiança.

**Figura 12: Reunião (14/10/2014); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Depois de finalizar a primeira proposta do galpão, a equipe foi de encontro aos associados e apresentou a eles o modelo 3D em *SketchUp* para que a proposta alimentasse a imaginação e animação de todos. Durante esta visita, tivemos a oportunidade de ver o quanto esperado e importante o projeto do novo galpão é para cada um dos associados. Ao ver e movimentar a maquete virtual de uma das propostas do galpão, as opiniões e ideias começaram a surgir de modo muito mais repentino e natural, sem necessitar alguma pergunta ou pressão, pois ali, eles tinham noção de todo espaço analisado e de como, enfim, o galpão um dia poderia ser.

Com isso a imaginação e ansiedade cresceram ainda mais em cada um dos funcionários ASTRAPI, como se o sonho estivesse mais próximo.

Depois de ter acesso e estudar o código de obras da prefeitura de Ibirité, a equipe de pesquisadores teve de readequar alguns pontos do projeto e excluir alguns outros. Com isso a proposta sofreu alterações consideráveis ao final da nova análise, passando de um projeto mais nivelado e com fluxo mais contínuo para uma área de trabalho menor, desnivelada e com fluxo menos contínuo. Tais modificações do projeto foram essencialmente causadas pela presença de um córrego, um duto de esgoto e o desnível do terreno, este último devido a especialmente uma série de depósitos de terra (bota-fora) efetuado no local antes de ser disponibilizado pela prefeitura de Ibirité para a construção do galpão, e esta terra depositada, por sinal, também não foi bem compactada.

Contudo, apesar de diversas interferências e reajustes, foi discutida e posteriormente realizada uma nova proposta com base em todos esses obstáculos surgidos ao longo do projeto. Por fim, foi dado início a criação de uma planta no AUTOCAD desta última proposta e também dado início à confecção de elementos para a criação de uma maquete em escala do galpão.

**Figura 13: Peças de LEGO para a montagem de caminhões para a maquete**

FONTE: Incubadora Alternativas, 2015

**Figura 14: Caminhões de LEGO para a maquete; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

## **2.4 COOPERSOLI**

### *2.4.1 Histórico*

A COOPERSOLI foi fundada no ano 2003 através da mobilização conjunta de dois grupos de trabalhadores na procura de melhorar as suas condições de trabalho: um primeiro grupo de mulheres que se organizaram para coletar e vender garrafas Pet a uma fábrica de vassouras, dando origem à Cooperativa Solidária de Recicladores e Grupos Produtivos do Barreiro e Região e outro grupo que trabalhava na mesma região com atividade similar, porém em condições mais precárias.

O galpão onde a cooperativa funciona atualmente foi construído pela Prefeitura, como apoio ao empreendimento, que também passou a destinar material coletado no município, através da SLU (Serviço de Limpeza Urbana). A partir dos 2007, com implantação da coleta porta a porta em alguns bairros da cidade, a quantidade do material coletado aumentou, tornando

necessária a ampliação do espaço e do pessoal. Nesse período, a Cooperativa passou de 22 a 40 trabalhadores.

O regime de trabalho atual corresponde a dois turnos com alternância de 12 horas de trabalho por 36 de descanso. Os dias de trabalho também são alternados a cada semana, para que ambos os grupos consigam triar o material proveniente das diferentes fontes: coleta domiciliar (pela SLU) e grandes geradores (pelos próprios cooperados no caminhão da cooperativa). Já dentro do galpão, o material é triado de duas maneiras: em mesas e em bancada conectada ao silo. Também a triagem é alternada.

Na conformação de cada grupo existem 11 triadores, 2 prensistas, 3 ajustadores e 2 coordenadores, dando um total de 18 pessoas por equipe. Existem ainda 1 prensista, 1 motorista, 1 triador em um shopping e a presidenta, em um total de 40 cooperados. A remuneração é proporcional à produção individual, dentro de um acordo de 3 faixas produtivas, isto é, do total que a Cooperativa produz 20% vão para um fundo de reserva comum e o restante é dividido em 40 partes iguais.

Recebe a totalidade da parcela quem produziu acima ou dentro da primeira faixa, quem ficou dentro da segunda recebe menos 20% e na terceira menos 30%. Tanto os prensistas quanto as pessoas a cargo da coordenação da Cooperativa recebem uma parcela inteira desde que não falem. O valor total de vendas do rateio é 50 toneladas. Vidro e papelão não são considerados para o rateio individual, somente coletivo.

O galpão conta com uma área construída de 757 m<sup>2</sup>. Até 2014, recebia, em média, 100 toneladas de material mensalmente, dos quais cerca de 20% era rejeito. Para a Copa do Mundo de Futebol no Brasil em 2014, a empresa Coca Cola, enquanto patrocinadora do evento e dentro de um projeto ligado ao marketing em referência à destinação dos resíduos nas cidades sede dos jogos, selecionou a COOPERSOLI para formar parte desse projeto, que consistia na reforma do galpão e na aquisição de novos equipamentos.

As demandas dos catadores à incubadora consistiram principalmente no aumento da produtividade do galpão e na melhora das condições de trabalho, pela diminuição do esforço físico empreendido.

#### *2.4.2 Diagnóstico*

Antes de apresentar as propostas que foram construídas conjuntamente entre os catadores e a Incubadora Alternativas, cabe fazer uma descrição prévia do fluxo do material, das atividades que fazem parte de cada etapa do processo de separação de resíduos e dos espaços que permitem ou não às atividades se desenvolverem, para a compreensão total do funcionamento

do galpão. Ao mesmo tempo, essa descrição permitirá identificar os problemas para os quais serão apresentadas as intervenções propostas.

Deve-se saber que o material da coleta seletiva (SLU) e o dos grandes geradores (GG) não se misturam pelo fato do primeiro ser muito contaminado por rejeitos. Ao contrário, o material proveniente dos órgãos públicos e grandes empresas é considerado muito valioso pelo fato de chegar pré-triado e, em alguns casos, ser composto de materiais em plástico e papel. Por isso, e para não correr o risco de ser roubado ou molhar, ele costuma ser armazenado dentro do galpão. Parte do material proveniente da coleta seletiva fica depositado sobre a rampa de acesso à plataforma de descarregamento do material anterior ao silo.

Após o descarregamento na área externa (plataforma, rampa e pátio de manobra) e durante o seu “ensacamento” nos bags para logo ingressar no galpão, o material da SLU é pré-triado. Quando das primeiras visitas do projeto ao galpão, o papelão e a sucata eram separados e colocados em caçambas, posicionadas na área externa do galpão.

A pré-triagem é realizada para facilitar a triagem posterior dos outros materiais. Sendo o papelão um material volumoso, que preenche muito espaço, o mesmo tempo, é fácil de ser visualizado e separado. Assim, ele não entra no silo e vai direto a uma caçamba, de onde será comercializado. A sucata é retirada para evitar riscos de corte ou acidentes entre os trabalhadores, sendo depositada no pátio.

O seguinte plano arquitetônico pertence ao galpão atual e nele está representado o fluxo dos dois tipos de material (da SLU e dos grandes geradores) em duas cores diferentes. A mudança das cores dos fluxos vai acompanhando a mudança das atividades indicadas por textos azuis. Em roxo, se encontra o fluxo dos materiais dos grandes geradores, em laranja os materiais da coleta seletiva. Ambos são levados da rampa externa ao galpão para as mesas de triagem. Uma vez triados, os materiais são pesados e levado à prensa, que produz os fardos, estocados próximos à entrada do galpão.

Posteriormente, apresentam-se segmentos do plano mostrando com maior detalhe o fluxo do material e a sequência das atividades.

**Figura 15: Fluxos Galpão Coopersoli; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

### 2.4.3 Descarga, pré-triagem e alimentação do silo.

A função do silo projetada para o galpão não é clara. Seria a de armazenamento do material, de entrada do galpão ou apenas de alimentação de uma bancada? Para a primeira função, as dimensões não são suficientes, dada sua capacidade de 16 m<sup>3</sup>. Para a segunda, também o é insuficiente, visto que com o material de apenas um caminhão, o silo “entope”, nas palavras das triadoras. Para a terceira, sendo o comprimento da bancada que ele alimenta de 8,25 m, observa-se que o maior número de triadoras em trabalho simultâneo seria de 3.

Portanto, o fluxo projetado do galpão, que se inicia na rampa externa e na plataforma de descarregamento do caminhão, é interrompido no silo, dada às projeções insuficientes de capacidade. Devido à interrupção do fluxo, novas atividades (não previstas, mas necessárias) surgem no processo produtivo: entrada do material pelo portão projetado para a saída e a alimentação das mesas de triagem.

**Figura 16: Detalhe do fluxo dos materiais na descarga, alimentação do silo e geração de uma outra atividade: entrada do material no galpão realizada manualmente; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

### 2.4.4 Entrada de material e alimentação das mesas de triagem

A entrada do material no galpão se dá manualmente. Os catadores devem encher os bags na plataforma e arrastá-los pelo chão até as mesas de triagem, atividade essa que demanda muito esforço físico, segundo eles. Outra consequência direta é o desgaste dos bags.

A entrada de material pela porta de saída gera circulações cruzadas e sobreposição de atividades das mesmas áreas, visto que os fardos já prensados são posicionados nesse local e o carregamento do caminhão para venda do material, quando realizado, inviabiliza as circulações na entrada. A alimentação das mesas também se dá manualmente, levantando os bags cerca de 1 metro, para coloca-los na altura das mesas de triagem. Atividade dispendiosa, quando ocorre, necessita de que todas as triadoras interrompam sua atividade para auxiliar na alimentação das bancadas.

**Figura 17: Entrada e alimentação de mesas de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

### 2.4.5 Triagem de materiais (bancada/silo e mesas)

Como dito anteriormente, a bancada de 8 m de comprimento se demonstra insuficiente, ao permitir apenas três triadoras em trabalho simultâneo. Complementarmente, foram

implementadas 4 mesas de triagem, sendo que as mesas 1, 3 e 4, possuem capacidade média de 3 bags, enquanto a mesa 2 chega a suportar o descarregamento de 6 bags.

**Figura 18: Detalhe de alimentação das mesas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

#### 2.4.6 *Pesagem*

A pesagem é feita individualmente para controle dos fornecedores (prefeitura e grandes doadores) e da produção de cada catador. Não foram identificados problemas nessa atividade.

#### 2.4.7 *Armazenamento do material triado*

O armazenamento é realizado em bags, que são reunidos em baias, separadas por gradeados metálicos, até reunir a quantidade suficiente para prensar um fardo. Essa quantidade varia entre cada tipo de material. A posição das baias de armazenamento, perpendiculares à parede, dificulta o cumprimento do princípio FIFO (*first in, first out*), o que significa que o material que é armazenado primeiro deve também ser o primeiro a ser prensado, como estratégia para diminuir a perda de materiais.

**Figura 19: Detalhe do fluxo de pesagem e armazenagem dos materiais triados; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

#### 2.4.8 *Prensagem*

Não foram identificados problemas nessa atividade.

#### 2.4.9 *Armazenamento e comercialização dos fardos*

Observa-se a sobreposição de atividades na área de armazenamento e carregamento de fardos no caminhão (além de a entrada também ser utilizada como garagem para o caminhão da cooperativa). As circulações cruzadas se concentram principalmente nesse primeiro módulo do galpão, em que as atividades de armazenamento de fardos, alimentação das mesas, entrada do material conflitam entre si e com a disposição dos bags para a triagem na mesa 1.

**Figura 20: Detalhe da sobreposição de atividades; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

No entendimento da equipe – corroborado pelos próprios catadores – concluiu-se que o principal entrave à continuidade do fluxo e por tanto ao bom funcionamento do galpão, era o silo de entrada. Ao não permitir a vazão do material, gera-se a necessidade de usar

para ingresso do material, a porta que seria usada para saída dos materiais, provocando circulações cruzadas e tensões em algumas áreas pela sobreposição de atividades. Ao mesmo tempo, essa situação implica um maior esforço físico no transporte e alimentação das mesas, as quais talvez fossem desnecessárias se a bancada fosse longa o suficiente para que todos os catadores pudessem trabalhar.

#### *2.4.10 Intervenções*

A primeira intervenção proposta se deu no bojo do projeto de reforma do galpão, que seria possibilitado pelos recursos da empresa Coca Cola, em 2014:

**Figura 21: Projeto de reforma de galpão (Coca-Cola); FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

**Figura 22: Detalhe da plataforma para entrada do caminhão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2014**

O projeto propôs criar um novo fluxo com uma nova entrada para o material na parte posterior do galpão, a partir da construção de uma plataforma para entrada dos caminhões e descarga do material para alimentar o silo:

- A plataforma teria uma altura de 3m, largura de 4m e comprimento de 26m. Estaria resguardada por um guarda-corpo metálico de 1.10m de altura. A entrada do caminhão seria realizada em marcha ré, e o depósito do material seria gradual no silo.
- A parede externa do galpão, conectada ao silo, levaria uma grade até uma altura de 70cm e, a partir dali, seria aberta para permitir a alimentação do silo, a qual seria feita a mão.
- Na parte posterior da plataforma, no nível do galpão (+998,02, na escala dos planos), estaria localizada uma caçamba para receber o papelão.
- O silo alimentaria por gravidade a esteira, a qual estaria disposta sobre uma plataforma de 0,60m de altura, com corredores laterais de 1m de largura, onde estariam situados as triadoras, 14 em total, 8 do lado direito e 6 do esquerdo.
- Do lado esquerdo da esteira sairiam duas rampas para alimentar as mesas, onde seria feita a triagem fina dos plásticos. Devemos esclarecer que o uso da esteira impõe um outro ritmo de trabalho e que nem todos as pessoas conseguem se adaptar a ele. Por isso o uso de mesas seria uma alternativa na triagem.
  - Os materiais seriam depositados em bags.
  - Logo passariam a ser armazenados em baias e prensados.
  - A pesagem seria unicamente dos fardos, já que o modo de remuneração deixaria de ser individual e passaria a ser coletiva.
  - Foram propostas demolições internas para ajudar ao novo fluxo.
  - O silo anterior continuaria funcionando.
  - Foi proposta a ampliação da cobertura sobre a rampa, para resguardar os trabalhadores e o material do sol e da chuva.

A planta foi apresentada como um projeto preliminar à Coca Cola, para sua avaliação. Contudo, a empresa nunca deu uma resposta, embora tivesse se comprometido a financiar as

reformas, devido às responsabilidades assumidas enquanto patrocinadora da Copa do Mundo de Futebol, em 2014.

#### *2.4.11 Segunda intervenção: Projeto de reforma do silo<sup>1</sup>.*

Em 2015, a Incubadora recebeu uma segunda demanda por parte da Coopersoli. A questão sobre a baixa vazão ao silo e conseqüente aumento da carga de trabalho nas atividades de movimentação interna se agravou, devido ao aumento do material recebido no galpão e da mudança recém acontecida na tecnologia de coleta seletiva, em que os caminhões baús foram substituídos por caminhões compactadores<sup>2</sup>.

Os poucos recursos econômicos com os que a Cooperativa conta para fazer alguma reforma estrutural focaram nossa atenção em melhorar o espaço atual, sem precisar de grandes investimentos, com intervenções mais pontuais. Assim teve-se a ideia de reformar o silo.

Tal proposta foi construída a partir de sugestões que eram feitas pelas catadoras que trabalham na cooperativa. Cabe relatar que um dia, em que as catadoras almoçavam sentadas de frente ao silo, um debate surgiu espontaneamente sobre possibilidades de reforma. As catadoras levantaram a seguinte questão: por que não arrancar a grade e liberar a entrada?

Para acabar de uma vez com o entupimento do silo e dar continuidade ao fluxo dos resíduos foi pensada, então, sua abertura completa. Sua rampa permitiria a entrada do material por escoamento no plano inclinado.

Como forma de atrelar a reforma às demandas já conhecidas, pensou-se em criar uma plataforma em toda a área posterior à bancada, se possível, aproveitando a grade colocada como fechamento do silo, que serviria como estrutura de suporte. Esta plataforma descansaria sobre a bancada original de concreto e uma estrutura metálica que garantisse suportar o peso do material recebido, que seria descarregado pelos caminhões diretamente na plataforma, e a dos dois trabalhadores que seriam necessários para encher os bags com material reciclável.

---

<sup>1</sup> Esse silo foi considerado, no relatório parcial do projeto, enquanto um sistema de alimentação de bancadas e, enquanto tal, seu estudo seria realizado a parte da reforma do galpão. Contudo, como a reforma do galpão não seria compreendida se o estudo do silo não fosse detalhado, acabamos por crer que apresenta-lo duas vezes não seria funcional, no sentido de garantir um repasse mais conciso das atividades do projeto.

<sup>2</sup> Sobre essa substituição e os impactos nos galpões de triagem e, dessa forma, sobre a metodologia de incubação, cabe um rápido parêntese. A proposta de reforma colocada pela Incubadora e apresentada acima, que seria possibilitada pelos recursos da Coca-Cola, passado apenas um ano, já necessitaria de adaptações. A plataforma de entrada para o caminhão, que seria construída na parte posterior do galpão, não seria oportuna ao caminhão compactador, pois o descarregamento deveria ser feito na direção perpendicular ao posicionamento do caminhão, como o feito com o caminhão baú, sendo que com o caminhão compactador o descarregamento é na direção paralela à da entrada do caminhão. Esse elemento, que evidencia a dependência dos galpões frente a externalidades, demonstra a dificuldade da atuação técnica nesse contexto.

**Figura 23: Abertura do silo, rampa e plataforma de armazenamento de material; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Estando a plataforma a uma altura de 90 cm do piso interno do galpão, permitiria o enchimento dos bags sem muito esforço. As duas pessoas acima da plataforma estariam encarregadas desse trabalho e os bags estariam dependurados em uma estrutura metálica, similar a um varal.

**Figura 24: Corte longitudinal de todo o galpão (detalhe do desnível da plataforma); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Esta proposta, também pensada e construída com os catadores, apesar de não ser uma obra de grande envergadura, possivelmente ajudaria a evitar o esforço criado pela atividade de entrada do material no galpão, requalificando-a. Assim mesmo, a sua construção não geraria grandes transtornos nem imporia custos muito altos.

A plataforma seria construída, mas com uma estrutura de concreto, uma laje, sendo mais econômica do que a estrutura metálica. O varal previsto para dependurar os bags também seria instalado. Essa proposta foi debatida coletivamente e, para definir o detalhamento final e atingir, ou não, o consenso na resposta, foi utilizada uma maquete, feita em papelão e que representava o espaço do galpão.

**Figura 25: Maquete elaborada do galpão da Coopersoli; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Não foi possível presenciar os resultados dessa intervenção, pois algumas questões burocráticas da cessão de uso do local e do recurso necessário a ser investido, que a Coopersoli ainda não possui, retardaram sua implementação. O reposicionamento necessário dos portões de entrada levantou outra questão sobre a segurança do galpão com a reforma e, essa, foi escolhida como primeira intervenção.

*2.4.12 Terceira intervenção: Projeto de reforma do silo (Conselho Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – COMUSA)*

No mês de abril deste ano, a Cooperativa procurou uma vez mais a Incubadora para apresentar um projeto ao COMUSA que tinha aprovado a destinação de recursos para projetos relacionados com o tratamento de resíduos em BH. Desta vez, pensou-se em fazer duas propostas distintas em referência ao sentido do fluxo do material e ao custo das reformas. Em ambas as propostas, deveria estar inclusa uma esteira de triagem, equipamento que a cooperativa havia conseguido em outro edital e que estava por chegar.

A próxima figura traz a primeira proposta, que sugere uma nova entrada no fundo do galpão, criando dessa forma um novo fluxo<sup>3</sup>. A entrada estaria disposta sobre a construção de uma plataforma com uma diferença de altura de 2m, em relação ao nível interno do galpão onde seria descarregado o material proveniente da SLU. Na esquina inferior direita da plataforma estaria localizado um fosso com uma boca de 3m x 2,5m e uma profundidade de aproximadamente 1,40m onde o resíduo seria jogado sendo transportado por uma esteira de alimentação de 6m de comprimento inclinada num ângulo de 23° até outra esteira perpendicular onde seria feita a triagem.

Esta esteira com 15m de comprimento e 1m de largura descansaria diretamente sobre uma plataforma de estrutura metálica de 2m de altura, que permitiria a circulação livre das pessoas. De cada lado da esteira, estariam localizados 9 triadores com 9 funis entre eles onde os diferentes materiais seriam colocados e conduzidos até os bags embaixo da plataforma. As bocas dos funis teriam uma seção de 0,40 x 0,50m.

**Figura 26: Proposta número 1 de nova entrada; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Em ambos lados da estrutura da esteira estariam situadas duas mesas, uma de cada lado para a triagem fina dos plásticos. Uma vez triados os materiais, esses ficariam armazenados nas baias. Tentou-se mudar a posição destas últimas para que sejam paralelas às paredes do galpão. Em alguns casos foi possível, na formação de corredores, ou seja, espaços abertos nas partes traseira e frontal. Essa posição facilitaria tanto o armazenamento quanto a movimentação para a prensagem dos materiais, respeitando as características de um processo FIFO.

Para a localização das 4 prensas, tentou-se aproximá-las das baias. A prensa número 1 estaria fora do galpão, em um espaço fechado onde atualmente estão os quartos para o triturador de vidro e o cortador de papel, ao agregar também o espaço hoje utilizado para depósito da sucata. Toda essa área seria reformada e coberta para receber o papelão proveniente da pré-triagem e que seria depositado numa gaiola. Assim a prensa 1 ficaria por conta da prensagem exclusiva do papelão.

A plataforma atual de descarregamento serviria para o depósito do material proveniente dos grandes geradores. O silo seria reformado como foi previsto na segunda intervenção, ou seja,

---

<sup>3</sup> **Não foi possível aproveitar a proposta de segunda entrada colocada na primeira intervenção, justamente pela mudança de tecnologia dos caminhões de coleta.**

entrada e plataforma. Seria necessária a construção de uma escada para aceder ao segundo andar, posto que a escada existente seria demolida para ampliar o espaço de produção.

A segunda proposta, por sua vez, parte da ideia da abertura do silo e da construção de outra plataforma, na mesma altura daquela onde o caminhão descarrega o material.

Nela seriam depositados os resíduos da SLU e o dos GG, os que logo seriam empurrados num fosso dentro do qual estaria alocada uma esteira de alimentação, responsável por transportar o material até a esteira de triagem no segundo andar do galpão, onde atualmente está localizada a administração sobre o refeitório. Desta forma, a laje seria aproveitada como base para a esteira, sendo necessária a perfuração da mesma para a instalação dos funis.

Os bags ficariam localizados embaixo da laje, um bag por funil, dando um total de 18, 9 de cada lado da esteira. O número de triadores seria de 16 no total, 8 de cada lado. O comprimento da esteira de triagem continuaria sendo de 15m e o da esteira de alimentação seria de 6m, com uma inclinação de 23°. Para alcançar o comprimento de 15m da esteira de triagem, seria necessária a ampliação da base com a construção de um tramo de plataforma em metal de 3m de comprimento.

A área da laje permitiria também a localização de bags além dos disponíveis na sua parte inferior. Para o acesso à laje seria mantida a escada atual e seria construída outra na parte posterior da plataforma.

Uma parte do material triado seria depositada nas baias alocadas à continuação da esteira e outra parte nas baias perpendiculares à plataforma. A parte correspondente aos plásticos continuaria para uma mesa de triagem fina situada em frente à esteira, ficando armazenada até reunir a quantidade suficiente para ser prensada.

Para a localização das prensas procurou-se a proximidade às baias de armazenamento sem interromper o fluxo. Os fardos seriam estocados na área próxima à entrada do caminhão. Nesta segunda alternativa, foi proposta também a ampliação da cobertura numa área de 7,90 x 9,60m a continuação da área de estocagem de fardos. Nessa mesma área foi previsto o uso de uma mesa do lado da plataforma de descarregamento para a triagem do material dos Grandes Geradores.

**Figura 27: Proposta número 2 de abertura do silo e construção de plataforma; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

#### *2.4.13 Tecnologia social: opções de anteprojetos para solicitação de recursos*

partir da expectativa da cooperativa de solicitar recursos mediante a submissão de uma proposta de reforma de galpão à editais de apoio à catadores organizados, a equipe

desenvolveu o anteprojeto de arquitetura de reforma da edificação. Acordou-se com a Associação que a equipe iria desenvolver duas opções de projeto de reforma. A dúvida entre a adoção do fluxo linear ou em U surgiu a partir das discussões da Associação com a equipe, considerando o custo global da intervenção. A ideia era municiar a Associação de dados técnicos necessários para a mesma escolher, em uma situação futura, que edital teria condições de se submeter. Dessa forma, elaboramos duas propostas que continham informações sobre as características técnicas de cada proposta, a planta com leiaute, o desenho técnico do anteprojeto e a quantidade e especificação de materiais necessários para a reforma. Nesse sentido, contamos com apoio de assessoria em engenharia para elaboração de projetos técnicos de reforma.

**Figura 28: Opções 1 e 2: fluxo em linha e fluxo em U; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016**

Com esse material em mãos, a cooperativa pode solicitar a elaboração de orçamentos globais da reforma, contratar técnicos para o desenvolvimento da proposta que seria selecionada, ajustar a proposta futuramente com auxílio de outros técnicos, ou simplesmente responder a editais.

## **2.5 COOPERSOL LESTE (Belo Horizonte – Mariano de Abreu)**

### *2.5.1 A demanda e a reformulação da demanda*

No dia 13/05/2015, a engenheira de produção Cinthia Varella, as arquitetas Viviane Zerlotini e Carla Linares, acompanhadas por Vilma, presidente da associação de catadores COOPESOL LESTE e o morador do bairro Mariano de Abreu, conhecido como Bill, assistido pelo CRAS e com experiência como reciclador autônomo, realizaram uma visita em um galpão com o objetivo de elaborar uma proposta de leiaute. Esse galpão pertencia às atividades prestadas pela Prefeitura de Belo Horizonte, em especial, pelo Centro de Controle de Zoonoses, que foi ocupa parcialmente o espaço, existindo então possibilidade de uma proposta de abrigar uma extensão da COOPESOL LESTE no local.

Nesta primeira visita, foram encontradas inadequações na estrutura do galpão, como rachaduras em pilar, ferragem aparente nas estruturas; vidros das janelas quebrados; tampas de caixa de passagem inadequadas; piso rugoso que dificultaria a movimentação de material; vazamento de água no registro; portão de entrada com defeito; cheiro forte devido ao

armazenamento de produtos químicos, resíduo acumulado no pátio externo, presença de escorpiões e também de pedras que se destacam da pedreira presente no entorno do galpão.

De modo a permitir a efetividade das atividades de trabalho a serem desempenhadas no local, bem como preservar a segurança e a saúde dos associados frente as patologias encontradas, surgiu como demanda inicial um projeto de leiaute. Além do projeto, a equipe de técnicos decidiu-se por realizar um relatório técnico ilustrado, a respeito das condições estruturais da edificação. Esse relatório foi entregue à cooperativa, para que ela pudesse encaminhá-lo às autoridades responsáveis.

Foi definido um projeto inicial do galpão com um leiaute bem simples (Figura 29), onde basicamente se pensaria em um fluxo fácil através de um leiaute composto por mesas e bags empilháveis.

Levando em consideração o que foi encontrado no local que até então servia de abrigo aos trabalhadores da Zoonose, algumas divisórias de *drywall* seriam removidas, como é mostrado no projeto do CAD elaborado, pois não nos seriam necessária, nem aos trabalhadores que ali já se encontravam.

**Figura 29: Leiaute do galpão Coopesol Leste Mariano de Abreu; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

### 2.5.2 Tecnologia Social: Relatório Técnico

Nas primeiras visitas, também foi percebido e registrado várias falhas estruturais, percebendo a necessidade de um órgão competente providenciar a visita de um engenheiro no galpão, com intuito de elaborar um laudo técnico e possível proposta de intervenção na estrutura.

As técnicas sugeriram que o órgão competente providenciasse a visita de um engenheiro no galpão, para elaborar um relatório técnico e possível proposta de intervenção na estrutura; a análise de carga elétrica disponível e a carga elétrica demandada pelas atividades de triagem; a substituição dos vidros quebrados; a retirada do bota fora; a limpeza interna e externa do galpão; a implantação de medidas de combate aos escorpiões; a instalação de telas de proteção no paredão de pedra para evitar que as pedras rolassem até o pátio externo; e a limpeza dos ambientes que armazenam produtos químicos.

Diante da precária estrutura atual, foi elaborado um relatório técnico sobre as patologias percebidas durante as visitas, com fotos e textos elaborados pelos pesquisadores, e este material foi entregue para cooperativa enviar à prefeitura.

**Figura 30: Extrato do relatório do galpão Coopesol Leste; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

### 2.5.3 *Tecnologia Social: “Leste Já Recicla”*

Posteriormente foi elaborada uma apresentação, denominada “*LESTE JÁ RECICLA*”, a fim de produzir uma ferramenta que sirva como um mecanismo de contato e apresentação dos catadores e da Coopesol Leste. Pensada para o diálogo necessário em situações de futuras negociações com outros órgãos, a apresentação visava expor o conjunto de atividades relacionadas à reciclagem e à limpeza urbana que já aconteciam na região, tais como a perspectiva de ocupação do galpão no bairro.

#### **Figura 31: Apresentação Leste já Recicla; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Os pesquisadores acompanharam a decisão sobre a ocupação do galpão, por meio de assembleias com os moradores do bairro. Em uma das assembleias, os pesquisadores levaram um vídeo de estilo documental que relatava, por meio de imagens de galpões já existentes e entrevistas com a população do entorno, os benefícios de ocupação da área com galpão de triagem, gerando renda para a população, nos preceitos da economia solidária.

No vídeo, no entanto, apareciam tomadas do galpão existente da cooperativa e algumas imagens geraram desconfiança entre os moradores que acabaram por promover uma mobilização social contrária a implementação do novo galpão de triagem. Segundo os moradores, o mesmo atrairia pragas urbanas e animais peçonhentos por causa da presença do “lixo” no local.

A rejeição da comunidade, por um lado, foi bem vista pelos pesquisadores, no sentido de a apresentação antecipar e explicitar o conflito entre a comunidade e a associação. Acredita-se que a partir do momento em que os termos da discordância são revelados, é possível iniciar um processo de negociação entre as partes.

No primeiro momento, os técnicos, principalmente William Azalim, um dos principais responsáveis pelo galpão dentro do grupo de pesquisa, supuseram que a recusa do galpão para fins de reciclagem de material teriam sido motivados pelo vídeo apresentado. No entanto, em um segundo momento, William percebeu que a recusa tinha relação com questões de disputas internas de representantes da comunidade, ademais de uma insegurança dos moradores com o pesquisador William, por pensar a princípio que este trabalhava para a prefeitura.

### 2.5.4 *Tecnologia Social: maquete digital*

Ainda que dificultada a possibilidade de implementação de um galpão de triagem, os trabalhos desenvolvidos até o momento, relacionados ao projeto do mesmo, seguiram em

andamento com intuito de ser apresentado aos moradores da região. Foi elaborada uma maquete eletrônica em *Sketch up* (figura 31).

**Figura 32: Perspectiva interna do novo galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

Esse instrumento tinha dois propósitos, em momentos distintos. Primeiro, ilustrar o leiaute para a associação validar a proposta e, caso a associação aprovasse ou após ajustes solicitados, desenvolver uma perspectiva para a mesma apresentar o plano de ocupação do galpão para a prefeitura. A equipe decidiu não renderizar, ou seja, não criar imagens fotorrealistas e de alta resolução. A intenção era evitar que a cooperativa ficasse encantada com as imagens, perdendo sua capacidade de crítica.

**Figura 33: Perspectiva interna(2) do novo galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015**

**Figura 34: Simulação de implantação; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Organizada, então, outra assembleia com os moradores e apresentadas as propostas em *Sketch up* acima, a ocupação do espaço como galpão de triagem não foi aprovada pela população dos arredores do galpão e, desde esse momento, a demanda da Coopesol Leste foi requalificada para a análise do galpão já existente.

Até o presente momento, o projeto de galpão de reciclagem no bairro Mariano Abreu, onde se localiza o galpão, foi interrompida, mas a ideia uma coleta seletiva no bairro perdura, sendo acoplada com o movimento de artesanato na comunidade, onde parte desse material seria utilizado nas oficinas e outra aproveitada pela COOPESOL LESTE.

## **2.6 COOPERSOL LESTE (Belo Horizonte – Bairro Granja de Freitas)**

### *2.6.1 Histórico*

Em 2003, através do projeto BH Cidadania da Prefeitura de Belo Horizonte, o qual consistia em fomentar com diferentes atividades o cooperativismo, capacitando as pessoas para se associarem, foi fundada a Coopesol Leste, inicialmente com 25 cooperados. O trabalho, então, era realizado em uma sala cedida por uma igreja da regional Leste. Em 2005, a cooperativa trasladou-se para outro espaço construído pela prefeitura, onde os cooperados fabricavam fio de PET para vassouras e papel artesanal.

O galpão onde a Coopesol Leste atualmente funciona foi construído em 2010, com recursos do Conselho Municipal de Saneamento. O número de trabalhadores varia entre 30 e 33 pessoas: sendo 17 a 20 triadoras no silo, 2 coordenadores, 1 contador, 1 operador de máquina,

2 prensistas, 3 pessoas encarregadas da triagem fina do plástico, 1 triadora dos grandes geradores, 1 ajustador do silo, 1 encarregado do vidro. O grupo é composto em sua maioria por mulheres, sendo que não há homens na atividade de triagem.

A área de abrangência do galpão corresponde à regional Leste, porém a maior parte do material que lhes é enviado vem de bairros e distritos de outras regiões da capital mineira. A cooperativa conta com um caminhão próprio que permite a coleta em grandes geradores de resíduos. O material recebido da Prefeitura varia entre 80 e 130<sup>4</sup> toneladas mensais, das quais se estima como rejeito de 10% a 20%, dando uma produção aproximada de 100 toneladas.

A área construída do galpão corresponde a 1408 m<sup>2</sup>, localizada num terreno de 8125 m<sup>2</sup>. Ele foi construído para atender uma expectativa de 250 toneladas mensais, apesar de produzir em média, nos primeiros meses de contato, 70 toneladas.

O pagamento aos cooperados é quinzenal. O das triadoras é por produção individual e dos demais é fixo. A Cooperativa tem uma meta de produtividade correspondente a 300 kg diários para as triadoras e de 7 a 8 fardos por dia para os prensistas.

Com o fim da possibilidade de ocupação de um novo galpão no bairro Mariana de Abreu, motivado também pela possibilidade de ampliação da coleta por meio da contratação da cooperativa para execução do serviço, voltamos a atenção então para as demandas do galpão já existente.<sup>5</sup> As reformas propostas pela Incubadora atendem a duas finalidades: melhorar as condições de trabalho dos cooperados e aumentar a produção dos galpões.

### *2.6.2 Diagnóstico*

Primeiramente cabe esclarecer que o galpão da Coopesol Leste recebe material proveniente de três fontes: da Prefeitura (SLU), dos Grandes Geradores e da Coleta Seletiva no Bairro Floresta. Os três tipos de material são pesados na chegada dentro dos caminhões na balança rodoviária que fica em frente ao galpão, para o controle da produção e do recebimento do material.

Logo, o material proveniente da SLU é descarregado sobre uma plataforma dentro do galpão, no mesmo nível do pátio, que alimenta o silo.

---

<sup>4</sup> Galpões de triagem são marca

<sup>5</sup> Um relato detalhado das demandas será realizado no próximo capítulo, assim como as informações sobre a contratação da cooperativa para execução do serviço público de coleta seletiva.

**Figuras 35: Vista externa e interna do galpão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

O material proveniente dos grandes geradores é depositado fora do galpão, em área coberta, sendo triado por uma pessoa, que se posiciona ora de pé, ora sentada. O material é disposto diretamente no chão.

Por outro lado, o material da coleta seletiva executada pelos catadores é triado também fora do galpão, em uma tenda reaproveitada, incrementada com materiais recicláveis, carcaças e sucatas que se encontravam no galpão. Nesse espaço, a triagem é realizada em mesa, por uma pessoa só.

Em ambos os casos, as condições de trabalho, no que se refere à exposição à chuva e ao sol são bastante desfavoráveis, como é possível observar nas fotografias abaixo, em que parte dos bags se encontram dispostos em área descoberta. No trabalho de organização do espaço e de movimentação das bags, as catadoras responsáveis pelas atividades também acabam tendo que se deslocar em área aberta.

**Figura 36: Local de triagem dos grandes geradores e da coleta seletiva do bairro Floresta; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Muitas são as atividades que acontecem fora do galpão e que, sem dúvida, mereceram a atenção da incubadora. Algumas delas surgiram recentemente, a partir da tentativa de implantar o piloto da coleta seletiva no bairro Floresta, outras já vêm acontecendo mesmo desde o início de atividades do galpão.

Abaixo se apresenta a planta do galpão atual com os nomes das atividades que ali acontecem, indicadas por textos azuis. Em outro plano serão indicados os fluxos dos materiais das três diferentes fontes. A mudança das cores dos fluxos acompanha a mudança das atividades indicadas pelos textos.

Posteriormente apresentam-se segmentos do plano mostrando com maior detalhe o fluxo do material e a sequência das atividades.

**Figura 37: Atividades no espaço do galpão da Coopesol Leste; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

**Figura 38: Fluxo das atividades por forma de chegada do material no galpão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

A seguir, faz-se a análise de cada conjunto dessas atividades.

### *2.6.3 Descarregamento e pré-triagem (material da SLU)*

Após o descarregamento na plataforma dentro do galpão, é realizada a pré-triagem do papelão, do vidro e de rejeitos. No mesmo local, o papelão já é prensado, reduzindo consideravelmente o volume de material armazenado. O vidro é encaminhado em carrinhos improvisados até a área externa demonstrada acima, onde fica depositado e deve ser quebrado em cacos, antes de ser comercializado.

Deve se destacar que nem todo o vidro consegue ser tirado na pré-triagem. Aquele que é triado na bancada do silo, no nível inferior do galpão, é transportado por um encarregado, também responsável por sua trituração, no mesmo carrinho improvisado, sobre um plano inclinado em subida, cerca de 10 vezes ao dia, em uma distância de mais de 20 metros.

**Figura 39: Pré-triagem no silo e fluxos de materiais; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

### *2.6.4 Alimentação do silo e triagem*

O silo possui duas funções principais, quando observada a atividade dos catadores: armazenamento do material trazido pela coleta seletiva e alimentador das bancadas de triagem posicionadas no nível inferior do galpão. Construído em forma de L (17m x11,90 m), nas bancadas trabalham simultaneamente 17 triadoras. A capacidade do silo corresponde a 82m<sup>3</sup>, aproximadamente, com uma altura útil de 2m e com uma inclinação da rampa de 31°.

Em 2015, observou-se um problema similar ao relatado no silo da Coopersoli, a formação de paredes de resíduos. Com a compactação fruto do armazenamento de um volume cada vez maior, a velocidade de triagem reduziu e o volume continuou aumentando, até uma das paredes laterais do silo ter caído pela pressão do peso dos resíduos.

Esta é uma consideração muito importante na hora de projetar galpões cujo processo de triagem considere a existência de silos: sendo uma mistura de diversos tipos e tamanhos de

materiais secos e molhados, os resíduos sempre tenderão a se compactar caso a função de armazenar materiais seja levada ao limite de sua capacidade.

**Figura 40: Detalhe do funcionamento do silo no limite de sua capacidade de armazenagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

A triagem é realizada por mulheres, numa bancada de concreto, com uma altura de 0,90m. Cada janela tem uma frente de trabalho de mais ou menos 1,40 m de largura e cada triadora dispõe de 10 a 12 bags para a separação dos materiais, que são posicionados em uma área prescrita para a circulação de materiais. Como consequência, a área entre a bancada e as baias onde as prensas estão localizadas torna-se demasiadamente estreita, tanto para acomodação dos bags, quanto para movimentá-los.

**Figura 41: Disposição dos bags na bancada de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

#### *2.6.5 Pesagem, armazenamento e triagem fina dos plásticos.*

Após os materiais serem triados na bancada, os mesmos são encaminhados para serem pesados nas duas balanças, localizadas nas laterais internas do galpão. Uma vez pesado, o material triado pode seguir dois caminhos: os plásticos passarão por uma triagem fina e os outros serão armazenados nos corredores, até que possam ser prensados. A triagem fina é realizada nos corredores ou baias de armazenamento, com os bags dispostos no chão, por duas mulheres, que conseguem separar de nove a doze tipos de plásticos, a depender dos valores praticados pelo mercado da reciclagem.

**Figura 42: Detalhe da pesagem e armazenagem de material triado; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

#### *2.6.6 Armazenamento, prensagem, pesagem e estocagem de fardo.*

Como é possível observar na figura abaixo, as paredes, pensadas para direcionar o fluxo, são pelas triadoras utilizadas como estoques intermediários, o que prejudica a movimentação interna. É o caso das paredes das baias com comprimento de 12,85m que dificultam a passagem dos bags para as balanças, impondo outras circulações e gerando retrabalho, como se nota na foto abaixo.

Do mesmo modo na prensagem, que acontece em dois espaços bastante estreitos fechados por alvenaria, as paredes viram obstáculos tanto para a movimentação dos bags quanto dos fardos.

**Figura 43: Divisão interna do galpão e posicionamento das paredes da área de prensagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Uma vez prensados, os fardos são pesados antes de serem vendidos. A estocagem dos fardos dentro do galpão acontece em dois pontos: próximo do elevador de carga e próximo da porta de saída do rejeito, conforme figura acima. O material proveniente dos grandes geradores e da coleta feita pela cooperativa é prensado na plataforma de descarregamento, onde o papelão é também prensado no início do processo. Os fardos do papelão, os dos grandes geradores e o da Floresta ficam estocados fora do galpão perto da plataforma do silo onde está a prensa.

**Figura 44: Prensagem, pesagem e estoque de fardos; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

#### *2.6.7 Comercialização (saída dos fardos) e saída do rejeito.*

Semelhante ao que ocorre com o vidro, tem-se uma dificuldade na saída dos fardos para sua comercialização. A diferença de altura entre a área interna do galpão, onde os fardos são prensados, e o espaço por onde eles deveriam sair para sua comercialização é de aproximadamente 2,90m.

**Figura 45: Comercialização e saída de rejeito; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Originalmente foi previsto o uso de um guincho para levantar os fardos, que nunca funcionou. No seu lugar foi alocado um elevador de carga, com limite de 200 kg. Dessa forma, os fardos que ultrapassam esse peso devem sair pela porta posicionada ao fundo do galpão, para então subir pela rampa com ajuda de uma empilhadeira, um por um.

A empilhadeira não consegue entrar no galpão pois é mais alta do que a estrutura de concreto sobre a porta. A largura da rampa correspondente a dois metros. Prevista para circulação de pessoas, não permite o acesso direto dos caminhões para carregar os fardos, o vidro e o rejeito. Tem-se uma insegurança na ampliação da rampa devido a riscos de instabilidade do terreno. Igualmente a saída do rejeito é realizada similar a dos fardos.

O diagnóstico permitiu identificar vários problemas durante todo o processo, que interrompem o fluxo, criam retrabalho e reduzem a produtividade do galpão. Muitos desses problemas são consequências dos erros na concepção do projeto arquitetônico. Por exemplo: a setorização das diferentes áreas não tem coerência com a sequência das etapas no fluxo dos materiais, dando origem a um cruze de circulações e a uma concentração de atividades na

mesma área. Ou seja, após as bancadas de triagem, deveriam estar as baias ou corredores de armazenamento e logo depois as prensas. O que mostra o leiaute atual é o contrário, as prensas ficam no meio do processo, presas dentro dos cubículos.

Outro exemplo tem a ver com a divisão interna do galpão, por meio de elementos rígidos e fixos como paredes de alvenaria, limitando a flexibilidade do espaço, que dificultam a movimentação interna do material e obriga os catadores a criar outras formas de circulação e a ocupar espaços de uma forma não prevista. Esse é o caso da falta de espaço para transitar dentro do galpão, sendo que as circulações foram tomadas como espaços de armazenamento de bags.

O leiaute no galpão obedece a um conceito de produção “just in time”, o que significa que os fardos saíam diretamente após a triagem na bancada, desconsiderando que as quantidades necessárias para prensar um fardo variam entre os materiais e que, portanto, seria indispensável uma área de armazenamento de material triado anterior às prensas. Isso mostra o desconhecimento da atividade. No caso específico deste galpão, a vantagem do desnível do terreno não só foi desaproveitada, mas também gera um transtorno para o processo.

Alguns problemas poderiam ser resolvidos sem maiores inconvenientes e a custos relativamente baixos. Outros precisam de recursos maiores, que para serem captados, demandam de um projeto arquitetônico como suporte ou respaldo técnico.

No seguinte item, apresenta-se a proposta que foi construída aos poucos com os catadores. O projeto foi apresentado, avaliado e posteriormente aprimorado por eles.

#### *2.6.8 Intervenções*

As demandas apresentadas pela Cooperativa para o grupo foram bastante claras: ampliação da cobertura para a triagem dos Grandes Geradores e da Coleta Seletiva do Bairro Floresta, ampliação da rampa para acesso de caminhão e demolição interna de algumas paredes.

Foi sugerido por nossa parte o traslado da administração para o fundo do galpão, sobre o bloco do refeitório e dos banheiros, aproveitando a laje existente como um segundo andar dentro do galpão. Desse modo os dois ambientes da administração atual funcionariam para a descaracterização dos resíduos eletroeletrônicos REEE, sugestão essa aceita.

Na proposta do segundo andar, foi pensado um ambiente para a administração, uma sala de reuniões, uma sala para artesanato e um ambiente para lazer e descanso. A proposta que mostraremos abaixo foi o ponto de partida para a proposta final. Ela foi apresentada para o coletivo usando uma maquete, tentando facilitar o entendimento e a participação dos catadores.

**Figura 46: Primeira proposta de intervenção; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016.**

A particularidade da proposta inicial residia em mudar a triagem em bancada pela triagem em mesa realizada por três pessoas, onde os ganhos seriam compartilhados equitativamente. Esse modo de triagem visava diminuir a quantidade de bags ao redor da mesa, já que os triadores separariam por mesa e não por pessoa, e anular a etapa de pesagem do material triado, economizando a sua movimentação em dois trajetos (até e desde a balança) e deste modo tentar melhorar a produção.

**Figura 47: Proposta final; FONTE: Incubadora Alternativas, 2016.**

A proposta de mudança na triagem foi rejeitada pelos catadores porque implicaria mudar a organização do trabalho e a distribuição de ganhos. A proposta acima corresponde àquela que foi finalmente aprovada pelos catadores como projeto final para a cooperativa. Internamente, as reformas propostas foram as seguintes:

- O silo continuaria funcionando como alimentador da bancada e a plataforma como espaço de armazenagem<sup>6</sup>.
- Os quartos das prensas seriam demolidos e estas seriam trasladadas ao final das paredes das baias, em sequência à atividade do armazenamento.
- Com o traslado das prensas, será necessário realocar as instalações elétricas.
- Uma parte das paredes atuais das baias seria demolida e outra construída para permitir o armazenamento e melhorar a circulação do material.
- Abertura de um portão voltado para a rampa de saída dos fardos.
- Foi proposta a construção do segundo andar sobre a atual área de serviços.
- Demolição da parede divisória entre a atual administração e a sala de reuniões para permitir a localização dos REEE.

Na área externa, a proposta considerava:

- Ampliação da coberta na parte frontal do galpão com uma área de 12 x 12m para proteção dos triadores e do material.
- Ampliação e afastamento da rampa de onde há risco de desabamento.

A proposta elaborada se encontra em mãos dos catadores, que adquiriram recursos por meio de um edital. A intervenção será iniciada pela remoção das paredes das baias onde hoje se encontram as prensas.

---

<sup>6</sup> Questão que será melhor trabalhada no capítulo seguinte.

## **2.7 COOPERT (Itaúna)**

### *2.7.1 A demanda e a reformulação da demanda*

Com a criação do novo galpão de triagem da COOPERT, cooperativa de catadores de materiais recicláveis de Itaúna, município do centro-oeste mineiro, a equipe de pesquisadores recebeu inicialmente a demanda de acompanhar o projeto de implementação da obra.

A obra sofreu grandes atrasos. Prevista para o início do segundo semestre de 2015, ao final do segundo semestre ainda havia muito para concluir, além de apresentar diversos desajustes executivos e projetuais, relatados e previstos inclusive pelos triadores, e pelos técnicos do grupo de pesquisa que buscaram, inclusive, o pedido de revisão do projeto proposto. A incubadora trabalhou em modificações necessárias com o mínimo de interferências no projeto, no entanto propondo reformas cruciais para o bom funcionamento do galpão.

Segundo as triadoras, os projetistas de obra não tiveram a preocupação em executar um bom projeto em parceria com estes usuários, oferecendo pouco espaço de fala para estes, o que provavelmente culminou na elaboração de um projeto com muitos erros. Os erros encontrados demonstram uma suposição em relação a elaboração de um projeto de galpão de triagem, que pouco se preocupa com a compreensão das especificidades do coletivo, na busca de um estudo aprofundado do usuário e das atividades desenvolvidas para se projetar.

Em visitas, foi perceptível as condições insuficientes para dar início as atividades no galpão em seu tempo previsto e, por isso, surgiu a demanda de reformulação do projeto e acompanhamento de obra, para relatar alguns erros e propor reformulações no projeto.

Essa experiência foi válida para a pesquisa, auxiliando na compreensão das questões levantadas em relação ao diálogo entre técnicos e triadores, principalmente na hora de se conceber um novo galpão. Para isso, como demanda, além de ser desenvolvidas tecnologias sociais específicas para este caso, esta experiência também contribuiu para o estudo de tecnologias sociais gerais a serem empregadas no desenvolvimento e na concepção de um galpão modelo, que trabalha com parâmetros que auxiliam os triadores na comunicação com técnicos da Prefeitura, a respeito das exigências e demandas ao se conceber um novo galpão.

### *2.7.2 Tecnologia Social: Relatório técnico*

Primeiramente discutiu-se sobre o desejo de ter uma maior participação dos catadores nas decisões do projeto de reforma. Debateu-se também a importância do projeto não possuir uma interface muito técnica (projeto -> prefeitura -> construtora), repetindo assim os erros que acontecem nas construções de galpões de triagem, como pudemos observar no caso da construção desse galpão.

Manter o foco na construção social e integrar os catadores nas discussões de funcionamento e fluxo do galpão foi muito pensado pela equipe de pesquisadores que passaram a desenvolver modelos ilustrativos para futuras cartilhas de implementação de Galpões de triagem, onde os triadores possam ter controle sobre a obra, acompanhá-la com entendimento e realizar suas exigências em diálogo com os técnicos, de modo a recusar projetos mal elaborados.

Foi discutido pelos pesquisadores que os desenhos de cada fase de construção e processos de um galpão seriam realizados em papel A4, para fugir do perfeccionismo e da aparente beleza que pode ser resultado da criação de um modelo que utiliza da ferramenta de *Sketchup*.

Foi desenvolvido tecnologias sociais durante as visitas no galpão já existente, que resultaram em relatórios, inclusive, um sobre as patologias encontradas, que foi encaminhado para cooperativa reivindicar reformas para a prefeitura.

**Figura 48: Extrato do relatório técnico de Itaúna; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

### *2.7.3 Sistematização das demandas e simulação*

Duas simulações foram realizadas no galpão em Itaúna. A primeira, tinha o objetivo de entender as possibilidades de ocupação do novo espaço pela cooperativa. A segunda, pretendia testar a esteira já instalada no novo galpão.

Em conjunto com triadores, as simulações do leiaute do novo galpão foram realizados (Figura 49) a fim de promover discussões a respeito da concepção do projeto e de suas inúmeras falhas. Essas simulações foram realizadas com desenhos no chão, na escala 1:1; e com fitas zebreadas esticadas, representando o espaço ocupado por equipamentos ou, em outras ocasiões, fluxos de materiais dentro do galpão.

A grande dificuldade que técnicos e triadores enfrentavam no momento seria a de realizar reformas para adequação da obra, reparando os danos, em uma etapa em que a obra ainda não havia sido concluída. Alguns erros impossibilitaram a ocupação do galpão para início das atividades como, por exemplo, o fato de que três metros de esteira motorizada se encontravam sem proteção para a chuva, as infiltrações na construção, a área de estoque sem piso e as lâmpadas de iluminação não alinhadas com as esteiras e baixas, dado que a altura que as triadoras iriam ocupar em uma estrutura elevada.

**Figura 49: Simulação de leiaute de galpão da Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

No início de abril de 2015, foi realizado uma visita com o objetivo de analisar a obra, que pelo prazo de entrega estava prestes a ser finalizada. No entanto, foi discutido a impossibilidade dessa entrega, dadas as irregularidades, relatadas a seguir, que puderam ser percebidas e necessitavam de reparos. Nessa mesma visita, realizou-se um teste na esteira, também analisado a seguir.

Foi percebido um erro na concepção do silo, implementado em discordância com o detalhamento do projeto. Nesse sentido, o silo passou a ocupar mais espaço do que previsto.

A equipe de pesquisadores percebeu nas falas dos triadores que os mesmos tinham consciência desses erros construtivos e, muitas vezes, chegaram a avisar o construtor previamente de alguns, como o caso do escoamento do material no silo, que foi melhor ilustrado com o teste da esteira realizado.

A inclinação do silo, assim como seu tamanho, não promovem o escoamento do material, que permanece agarrado. A esteira, presente na parte interna do silo, não conseguia movimentar o material do silo para o início da esteira de triagem. Nesse sentido, um dos trabalhadores da obra teve que entrar dentro do silo para empurrar o material manualmente. Quando o material começou a chegar para os triadoras, a esteira começou a agarrar.

**Figura 50: Simulação na esteira de triagem da Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

No dia do teste da esteira, também discutiu-se a localização da caçamba para rejeito. A falta de espaço para alocá-la ao fim da esteira se devia ao fato do silo haver ocupado mais espaço que o previsto.

A posição das esteiras também foi discutida. As plataformas elevadas, nas quais se encontram as triadoras, haviam sido pensadas de forma a facilitar uma circulação mais livre abaixo da estrutura. No entanto, os bags abaixo do funil impediram essa circulação. Foi discutido inclusive o impedimento do uso da pá carregadeira e sua movimentação, com a atual localização das esteiras.

**Figura 51: Funis e circulação na plataforma de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Além dos problemas mais graves relacionados ao silo, foram encontradas patologias, já no material novo como, por exemplo ferrugem em parte do silo, placa que impede o nivelamento da área de descarregamento com a boca do silo e falta de segurança e área adequada para apoio dos pés em plataforma da esteira de triagem suspensa (Figura 52). Ademais, a altura elevada da boca do funil pode ocasionar grande desgaste físico no movimento mecânico da triagem.

Os técnicos mediante a visita perceberam além dos problemas do projeto executivo o problema da proposta projetual realizada pelos engenheiros da obra onde ocorre a reprodução do espaço atual do novo galpão, não analisando e avançando nos problemas, a concepção de um galpão, reproduzindo por exemplo a figura do chuteiro, por exemplo.

**Figura 52: Plataforma pequena, sem apoio para os pés; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

#### 2.7.4 *Elaboração de intervenções, validação pelo coletivo e acompanhamento*

Diante de dificuldades burocráticas e orçamentárias colocadas pela Prefeitura para não realizar as reformas solicitadas; e a fim de proporcionar maior capacidade de decisão pelo coletivo no processo de reforma do novo galpão; a equipe desenvolveu um quadro com a lista de todos os itens de reforma. Esse documento foi entregue para a cooperativa decidir sobre as prioridades de reforma, a serem reivindicadas na Prefeitura, segundo urgências percebidas pelos próprios catadores.

**Figura 53: Quadro de prioridades de reforma Coopert; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Por fim, para complementar a informação, foi construído e entregue aos catadores o anteprojeto arquitetônico, no qual são apresentadas e indicadas as reformas elencadas, segundo as prioridades apontadas pela cooperativa.

**Figura 54: Planta com indicação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

**Figura 55: Cortes laterais com indicação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

**Figura 56: Detalhes dos postos de trabalho; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

**Figura 57: Prancha técnica de identificação das reformas; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

## 2.8 ACAMARE - Usina de Triagem de Materiais Recicláveis de VIÇOSA

A usina de triagem de materiais recicláveis de Viçosa está localizada dentro do terreno pertencente a UFV (Universidade Federal de Viçosa), que tem um convênio até 2016 com a Prefeitura para cessão de uso do equipamento e do espaço. Por enquanto, não há certeza se o convênio terá continuidade. A visita realizada em Viçosa teve como objetivo atender a duas demandas da associação: melhorar as condições de trabalho dos associados e aumentar sua produção. Esta demanda chegou no grupo de pesquisa através da Incubadora da UFV, por intermédio da pesquisadora Marcela Cordero. Dessa forma, a equipe decidiu realizar uma atividade composta em dois momentos: um passeio no galpão, acompanhado pelos triadores (visita guiada) e uma confecção coletiva de maquete no local. Como a Associação já é

assistida por uma incubadora, essas atividades foram concebidas para tratar somente da demanda e da reformulação da demanda de reforma do espaço produtivo.

### 2.8.1 A demanda e a reformulação da demanda

Para melhor compreensão da demanda colocada pelos catadores, o grupo de pesquisa viu a oportunidade de aplicação de uma tecnologia social específica para o coletivo. Ao buscar a realização de uma espécie de *workshop* com os triadores, foi realizada uma visita inicial para conhecer melhor o galpão e suas necessidades básicas, a fim de entender o universo do trabalho coletivo.

### 2.8.2 Tecnologia Social: Passeio acompanhado

As primeiras percepções do galpão do coletivo foram sobre a área de descarregamento do material reciclado, em um pátio externo, onde também foi possível observar amontoados de ferro velho, além de ser o local onde ocorre o armazenamento do vidro e dos resíduos eletroeletrônicos (Figura 58).

**Figura 58:** Área de acúmulo de materiais volumosos e para brisas de carro; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

A maior parte do material reciclável recebido, contudo, é armazenada embaixo de uma pequena área coberta, onde está também localizado um silo pequeno, com 2m x 1m de base e 1,10m de altura. Esse equipamento é alimentado manualmente, aos poucos, por uma pessoa, denominada “coringa” (Figura 59). Embaixo do silo, existe uma esteira de dente (Figura 60), que entope quando entram materiais tais como ferro velho, cabendo às pessoas responsáveis pela alimentação do silo, o cuidado com essa questão.

**Figura 59:** Trabalho do “coringa” ao alimentar o funil; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

**Figura 60:** Detalhe das aletas da esteira; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

Fator comumente observado em outros empreendimentos que se utilizam da tecnologia de funis ou silos de alimentação de bancadas ou esteiras de triagem, neste galpão não ocorre a pré-triagem do papelão ou dos papéis branco ou misto. Estes passam diretamente na esteira com a ajuda da pessoa responsável pela alimentação, que deve descer dentro do silo para compactar o material.

A triagem é feita em esteira, que é independente da esteira do funil. Na organização da trabalho na esteira, a primeira triadora separa o papelão e sua companheira em frente deve controlar o ritmo da esteira. Ao ser separado, o papelão é jogado para um nível abaixo da estrutura que suporta a esteira, em uma área descoberta, onde é armazenado para a fase de prensagem. Como nos foi relatado, chega-se a perder muito material, principalmente o papelão, devido às chuvas (Figura 61).

**Figura 61: Área de depósito do papelão; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Na esteira de triagem, os materiais são separados e jogados pelos funis. Por meio da observação da atividade e do relato das triadoras, pode-se inferir que os funis são muito baixos e, por isso, a atividade das triadoras se torna dispendiosa, com movimentações excessivas de seus troncos. Após passar pelo funil, o material cai nos bags, estacionados embaixo da esteira, como comumente ocorre em modelos de esteiras suspensas (Figura 62).

**Figura 62: Esteira em segundo nível; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Uma vez cheios, os bags são arrastados por três homens, que ademais desse serviço de movimentação, são também responsáveis pela prensagem dos materiais. O trabalhadores, para executar essa movimentação, utilizam-se de carrinhos de paletes, ou “paleteiras”, devendo efetuar uma espécie de rodízio, tal que a mesma é utilizada principalmente no transporte de papel, devido a seu peso excessivo (Figura 63).

**Figura 63: Transporte de bags com paleteira; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Os bags com plásticos são arrastados até a parte lateral do galpão, onde são separados por cores, em baias improvisadas de estrutura de madeira e cerca de rede metálica, todas elas posicionadas a céu aberto (Figura 64). O piso por onde os bags são arrastados tem acabamento de pedra e de cimento, o que acaba contribuindo no rasgo dos bags.

**Figura 64: Área de depósito intermediário do PET; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

No final da esteira de triagem há uma caixa receptora do rejeito em forma de funil (Figura 65). No entanto, este funil entope com frequência, devido ao pequeno tamanho da boca para saída do rejeito. “Até sacolinha entope [o funil]”, como relatado por uma das triadoras. Assim, um dos trabalhos corriqueiros no galpão seria o de desentupir o funil, com o auxílio de uma vassoura.

**Figura 65:** Saída de rejeitos ao final da esteira de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

Uma solução de transporte de rejeito improvisada pelos trabalhadores constitui de um canal soldado por eles mesmos, que funciona como um escorregador para a movimentação dos rejeitos até a caçamba (Figura 66).

**Figura 66:** Esteira para transporte de rejeito para a caçamba; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

A última pessoa na esteira deve desligar a esteira e separar o vidro numa caixa, para que este não quebre, visto que o vidro quebrado impede a venda de frascos, assim como aumenta os riscos de acidente na atividade de triagem.

Uma vez separados na parte externa do galpão, os plásticos novamente são colocados nos bags e levados dentro do galpão para serem prensados. A associação possui duas prensas, uma para papel e papelão e outra para os plásticos.

Vendidos para atravessadores das cidades de Cataguazes e Juiz de Fora, os materiais são comercializados mensalmente e, até sua comercialização, armazenam-se os fardos de papel e papelão na área interna do galpão e os fardos de plástico na área externa, por não haver espaço suficiente para todo material (Figura 67).

**Figura 67:** Plataforma de armazenagem de fardos; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

O galpão apresenta problemas de logística e limitações de mercado, considerando que os catadores apenas separam materiais que possuem compradores. No galpão, separa-se a caixa de CPU de computador para um comprador específico, assim como o vidro e para-brisas de carros. Não há no grupo de trabalhadores alguém capacitado para descaracterizar os resíduos eletroeletrônicos.

### *2.8.3 Tecnologia Social: oficina de confecção coletiva de maquete*

**Figura 68:** Maquete construída coletivamente; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.

Como forma de atender a demanda inicial, o grupo de pesquisa elaborou uma atividade a ser realizada em conjunto com os trabalhadores, que pode ser compreendida como uma tecnologia social. A partir do fluxograma de atividades e materiais, enquanto amparo às discussões acerca do galpão, este foi reproduzido em forma de cartaz e auxiliou na elaboração de uma maquete construída em conjunto com os triadores, no chão do próprio galpão de

triagem. Foram produzidos previamente cubos e formas geométricas para a representação dos equipamentos principais de um galpão, além de placas com indicações das áreas do processo de triagem.

No dia da visita, as técnicas Viviane Zerlotini, Carla Torres e Larissa Campos guiaram a atividade, com o fim de envolver os trabalhadores para que estes buscassem executar a maquete do seu próprio espaço, contribuindo no desenvolvimento e consolidação de ideias espaciais em duas dimensões.

A atividade foi desenvolvida da seguinte maneira: com o auxílio da equipe de pesquisa, os trabalhadores eram solicitados a observar o espaço do galpão e reproduzi-lo no chão, marcando, inicialmente, as estruturas arquitetônicas com uma fita crepe. Em seguida, deveriam colocar as representações dos equipamentos na planta desenhada, conforme visualizavam no espaço.

Posteriormente, com o auxílio de linhas coloridas, sendo cada cor a representação de um material, os triadores, em conjunto, reproduziam o fluxo que cada material percorria dentro do galpão, permitindo a visualização de movimentações cruzadas e a dificuldade de linearidade nesses fluxos.

Consideramos que essa atividade foi de extrema importância para o avanço de percepções desses triadores em relação à visualização de leiaute, representações em duas dimensões, ao entendimento de fluxos e à representação de maneiras de trabalho, que permitissem a percepção de inadequações e o consequente planejamento de um novo arranjo produtivo. A medida que os associados representavam o espaço do galpão no chão, outras questões, além do leiaute e disposição de equipamentos, ficaram evidentes. Notadamente, a organização do trabalho e a dependência da associação em relação à Prefeitura foram outros pontos problematizados pelo grupo.

O produto dessa problematização foi a produção de cartazes, em que os associados puderam indicar o que gostam no espaço da associação, assim como o que não gostam e o que gostariam de alterar. Acreditamos que a visita, assim como a tecnologia social empregada, foram exitosas no que se propunham. No momento da ação, percebemos a euforia dos triadores ao perceberem de outra maneira o próprio trabalho e ao compreenderem os problemas envolvidos, que muitas vezes passavam despercebidos, mas que influenciam muito na realização das atividades.

A associação entrou em contato, demandando a continuidade do acompanhamento, que infelizmente não foi possível, devido às limitações de recursos humanos da incubadora e do grande número de demandas que nos foi colocado por outras cooperativas e associações. Fato

é, entretanto, que os catadores, em suas falas, se demonstraram surpresos com a atividade, ao relatar que pensavam que nossa visita seria uma palestra ou reunião, e não algo tão participativo quanto a atividade proposta.

## 2.9 COOMARP

### 2.9.1 Histórico:

A COOMARP foi fundada em 2004, logo depois de um curso de capacitação sobre cooperativismo realizado pela Prefeitura em 2003, com o programa BH Cidadania, com o objetivo de promover a geração de trabalho e renda para famílias em situação de vulnerabilidade, residentes no contexto de abrangência do programa.

Inicialmente foram 16 os membros da associação que começaram catando na rua garrafas PET, papel e papelão. Este material era separado, inicialmente, em um espaço pertencente ao Núcleo de Apoio à Família, NAF, no Bairro Pampulha. No mesmo ano, a Prefeitura, que já entregava para a COOMARP material coletado pela SLU, alugou um galpão de 7.000m<sup>2</sup> no Bairro São Francisco, posteriormente emprestado à associação. O galpão teve que ser adaptado à atividade de processamento de resíduos.

Em 2007, devido ao aumento de material coletado, foi necessária a ampliação da infraestrutura e dos equipamentos. Assim foi inaugurado o novo galpão na Av. Antônio Carlos, com 230m<sup>2</sup>, 14 cooperados, tendo as despesas de luz e água pagas pela Prefeitura e a cessão de um caminhão para coleta de material. Desta vez o galpão veio a ser concebido originalmente para o processamento de resíduos.

A cooperativa recebe também, através de convênios, materiais de grandes geradores e órgãos públicos federais, como a UFMG, os Correios, o Hospital das Clínicas e outros menores como escolas municipais e empresas. Esse material é coletado pelo próprio caminhão da COOMARP.

No ano de 2010, recursos do PAC (Programa de Aceleração ao Crescimento) permitiram modificações espaciais que seriam realizadas no galpão em 2013, resultando em uma nova organização do trabalho e em um incremento de 30% na produção. A partir desse momento, foi prevista uma meta de triagem de 4 toneladas mensais por triador. A produção média por triador varia entre 2 a 5 toneladas por mês. Mas aqueles que triam o material doado conseguem uma produção de até 8 toneladas mensais.

A remuneração é proporcional à produção individual na triagem e na prensagem. As pessoas encarregadas da administração têm um salário fixo. O motorista recebe 20% do que coleta e o ajudante 15%, o restante é destinado ao fundo comum da cooperativa. A produção é calculada a partir das capacidades dos caminhões e dos valores comercializados, pois a COOMARP não possui uma balança rodoviária.

Os 14 integrantes da cooperativa estão divididos da seguinte forma: 4 triam o material dos GG e 5 o material da SLU, 1 triadora que separa o material coletado por ela mesma em um carrinho no entorno do galpão, 1 triadora do plástico, 1 encarregado da balança, 1 motorista e 1 ajudante, responsável também pela quebra do vidro.

### 2.9.2 *Diagnóstico*

Quando o material chega à cooperativa, é descarregado no pátio (atualmente coberto), onde se depositam, separadamente, o proveniente dos GG e o da SLU. Também na área externa do galpão está localizada uma caçamba para a sucata e o triturador do vidro. Tendo o galpão um espaço bastante reduzido, muitas das atividades devem ser realizadas no pátio, como é o caso da triagem, do armazenamento dos plásticos para a triagem fina e do material para prensar.

Já dentro do galpão é realizada a triagem dos plásticos diretamente no chão, a pesagem do material triado e a prensagem e o armazenamento dos fardos. As áreas da administração e serviços como banheiros, vestiários, cozinha e refeitório localizam-se no fundo do galpão.

Recentemente a cooperativa recebeu uma esteira de triagem com 10 m de comprimento. A solicitação de apoio à Incubadora foi bastante específica: estudar a melhor forma de implantar a esteira e, a partir dela, reorganizar o restante das atividades. O desafio neste galpão era conjugar a dimensão espacial do uso de uma esteira – e a consequente mudança que implica nas outras atividades além da triagem – com a dimensão reduzida do pátio onde ela seria instalada, de apenas 300m<sup>2</sup>, e com a geometria do mesmo, bastante irregular e com demasiados cortes.

Essas limitações devem ainda considerar o espaço de manobra para o caminhão e o espaço necessário para descarregamento do material. Na elaboração da proposta a atenção foi concentrada nos ajustes do dimensionamento e na disposição dos outros dispositivos complementares à triagem na esteira, tais como a plataforma, funis, escadas, afastamentos para circulações, dispositivos de armazenamento do material, etc.

Outro aspecto que foi bastante discutido foi a altura que a plataforma da esteira deveria ter. Inicialmente, imaginava-se que a proposta deveria prever uma altura que permitisse circulação de pessoas embaixo da plataforma, para aproveitamento do espaço. Entretanto, a altura média da cobertura sobre o pátio é de 4,50m sendo o telhado metálico, com tendência a aquecer o espaço. Esses fatores impuseram restrições de altura na plataforma da esteira, chegando-se a considerar uma altura máxima de 1m, com o objetivo de evitar que os triadores ficassem demasiadamente próximos ao telhado.

Abaixo seguem duas plantas arquitetônicas: a planta atual do galpão com os equipamentos e as atividades realizadas em cada espaço indicadas em textos azuis, e a planta com a representação dos fluxos dos materiais.

**Figura 69: COOMARP (Planta arquitetônica e atividades); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Como é possível observar na figura abaixo, o fluxo do material, além de ser continuamente interrompido, é bastante complexo.

**Figura 70: COOMARP (Fluxos produtivos); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

### 2.9.3 *Intervenções*

A demanda da COOMARP, como dito acima, consistiu em estudar a melhor forma de instalar a esteira e através dela reorganizar o espaço e o restante das atividades.

**Figura 71: COOMARP (Proposta de implantação da esteira e reorganização das atividades); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Para melhor aproveitamento do espaço, optou-se por colocar a esteira no fundo do pátio, no mesmo sentido da entrada no galpão, na qual o material seria descarregado pelos caminhões entrando de ré.

Após a realização da pré-triagem do papelão, sucata e vidro, o material seria jogado no fosso, dispositivo que tem a função de garantir a alimentação constante da esteira de elevação. O fosso teria uma área de 2 x 2m<sup>2</sup> e uma profundidade de 0,80m e a sua alimentação teria que ser manual e permanente.

A esteira de elevação do material sairia do fosso com uma inclinação de 31° e um comprimento de aproximadamente 6m até alcançar uma altura de 1,80m, que seria a somatória da altura da plataforma de 1m e da esteira de 0,80m.

Anteriormente já foi exposta a limitação que se teve para a projeção da altura da plataforma. No corte abaixo é possível visualizar o problema: a diferença de altura entre a viga do telhado e a cabeça das triadoras seria de aproximadamente 1,95m.

**Figura 72: COOMARP (Corte lateral da plataforma da esteira); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

A esteira de triagem de 10m de comprimento estaria assentada sobre uma plataforma metálica de 1m de altura. A triagem do material seria feita por 12 pessoas, 6 de cada lado, que

colocariam os diferentes materiais nos funis, 20 em total, 10 de cada lado. A plataforma teria uma largura de 1,05m de cada lado da esteira.

A seção dos funis seria de 0,45 x 0,60m, mas aquelas que não se encontram nos extremos da esteira seriam subdivididas internamente à metade do comprimento, para permitir a separação de um número maior de tipos de materiais, dando assim uma nova seção de 0,45 x 0,30m. Os compartimentos onde o material seria conduzido pelos funis teriam uma seção de 1 x 0,75m. Estes dispositivos ainda deverão ser projetados.

A localização da plataforma em relação à parede lateral teria um afastamento de 1,50m para permitir a circulação dos materiais. No lado oposto seria colocado um guarda corpo também com 1,50 de afastamento, para proteção dos trabalhadores. No final da esteira seria colocado um carrinho para depósito do rejeito. A distância do final da esteira até a entrada do galpão corresponderia a 5,50m por onde seria possível movimentar os bags.

Já dentro do galpão, o material seria armazenado, prensado e pesado, nessa sequência. Nota-se que a implantação da esteira eliminaria duas atividades dentro do galpão: a pesagem prévia à prensagem, necessária no caso de pagamento por produção individual, e a triagem fina no chão, à espera da triagem dos plásticos na esteira. Desse modo, haveria menos retrabalho e o fluxo se simplificaria.

Logo, para os fardos serem estocados e comercializados foi proposta a abertura de uma porta e a ampliação da cobertura na área lateral direita do galpão, por onde o caminhão entraria de ré. Para amenizar o calor no pátio foi proposta a instalação de ventiladores eólicos no telhado.

O projeto final foi construído e aprovado pelos cooperados. Atualmente o projeto da esteira está sendo discutido com o fornecedor, no intuito de viabilizar sua implantação. Cabe relatar, nesse sentido, que a estreiteza da demanda não nos colocou a necessidade de implantação de objetos intermediários mais detalhadas, tais como maquetes, visto que a participação no processo se deu de forma espontânea, pois se tratava de questão bem compreendida e difundida pelo conjunto das trabalhadoras.

## 2.10 GALPÃO REFERÊNCIA

Com o desenvolvimento dos trabalhos, a própria possibilidade de se conceber um projeto de galpão ideal, isto é, que fosse suficientemente flexível e adaptável a qualquer circunstância e contexto, foi sendo desconstruída e questionada. Afinal, qualquer construção ou obra física tem uma existência no tempo e no espaço. Essa existência seria uma exigência ou um requisito, que, em princípio, dificultaria sua adaptação a outro local.

Observando as atividades, ouvindo as demandas e anseios e aprendendo com a experiência dos catadores, percebe-se que alguns dos problemas sentidos tinham origem na concepção inicial dos projetos. A partir desse material empírico extraído das reformas e adequações, foi sendo possível identificar e construir diretrizes, que seriam eventualmente aplicadas quando a Incubadora aceitou demandas para elaboração de galpões.

Para o tema do galpão referência, propomos uma rápida seção que remonta o caso da ASTRAPI de Ibirité, ao salientar algumas diretrizes utilizadas no projeto que, por sinal, se encontra em fase de execução pela prefeitura do município.

### 2.10.1 Experiência ASTRAPI

Primeiramente foi realizada uma visita técnica em Ibirité para conhecer a associação: o número de cooperados, a faixa etária, o gênero e suas atividades, modo de triagem, produção, tipo de material recebido e o espaço e condições de trabalho na atualidade. Após a reunião, onde foram expostos os problemas no trabalho realizado dentro do galpão atual, cujo aluguel era pago pela Prefeitura, foram enunciadas as demandas para o novo prédio.

Em seguida, foi realizada visita ao terreno para conhecer as características de topografia, orientação do sol, vizinhança, uso do solo predominante na área circundante, vegetação existente, tipo de solo, etc., que são aspectos que norteariam o design da proposta.

O terreno cedido pela Prefeitura localiza-se em uma área de expansão do município com um uso de solo predominantemente industrial. É plano e tem uma área total de 2.000m<sup>2</sup>. Uma particularidade era a existência de um córrego dentro do terreno, para o qual a normativa urbana indicava a necessidade de um afastamento de 15 m. Essa restrição diminuía consideravelmente a área de uso.

#### **Figura 73: ASTRAPI (Plano do terreno); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

De modo geral, a produtividade e a eficiência de um galpão estão diretamente relacionadas à questão do fluxo do material.

Com base na avaliação e sistematização da experiência da Incubadora com várias associações de catadores, pode-se, hoje, definir princípios e conceitos para elaboração de diretrizes técnicas e espaciais básicas para os galpões de triagem.

**Figura 74: ASTRAPI (Plano de Localização); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Cumprindo um dos princípios espaciais sobre **os setores de produção em desnível**, que consiste em aproveitar a gravidade para a movimentação interna do material, foi proposta a construção de uma plataforma coberta com uma altura de 3m em relação ao nível interno do galpão, que receberia a descarga do material para alimentar um dos silos.

A rampa de acesso à plataforma teria uma inclinação de 17%. Ao lado dela estariam posicionadas duas caçambas para a pré-triagem da sucata e do vidro. (**Princípios de utilização de caçambas e acesso fácil para agilidade na sua troca**). Também na área externa foi prevista a instalação de uma **balança rodoviária** para o controle da produção.

Outro princípio aplicado foi o da **flexibilidade** no tipo de triagem. Por isso foram propostos dois silos: um que alimentaria uma esteira e outro conectado a uma bancada, com o objetivo de permitir a inclusão de pessoas idosas e daqueles que não conseguissem se adaptar ao novo ritmo de trabalho que uma esteira impõe.

Na bancada, foram previstos 5 postos com uma frente de trabalho de 2.20m por triador e 3m de fundo para não prejudicar a circulação. Já na esteira, com 10m de comprimento, estariam 6 triadores de cada lado, em um total de 12 pessoas, com os bags à sua frente.

Após a triagem, o material passaria a ser armazenado em baias dispostas a modo de corredores que permitam a **continuidade do fluxo do material**, no possível, em **sentido linear**. A posição das baias no projeto se ajusta a esse princípio. Elas seriam feitas de rede e estrutura metálica, evitando, na medida do possível, a construção de paredes internas de alvenaria.

A anulação desses elementos rígidos dentro do novo galpão permitiria cumprir outro princípio referente à **economia de movimentos**, restringindo-os a atividades propriamente produtivas e evitando o retrabalho.

O princípio de **setores de produção conectados** foi aplicado para permitir o acesso do caminhão e empilhadeira dentro do galpão para auxiliar nas várias atividades em que o equipamento é utilizado.

Abaixo apresenta-se a planta da proposta com o fluxo de atividades.

**Figura 75: ASTRAPI (Fluxo de atividades concebido); FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Finalmente, como resposta a uma demanda específica dos associados, foi projetada a área de serviços fora do galpão. Assim, o setor dos banheiros, vestiários, cozinha e refeitório foram considerados dentro de um módulo separado.

Os vestiários e banheiros ficaram no primeiro andar. Já no segundo andar, estariam a cozinha, o refeitório e a área administrativa.

A proposta construída juntamente com os catadores foi finalmente aprovada no mês de agosto de 2015 e o projeto está sendo executado. Seria importante para a validação dos princípios propostos pela bolsista e pela equipe da Incubadora que fosse feito o acompanhamento do galpão, realizando-se visita primeiramente para avaliar o espaço e em seguida para avaliar seu funcionamento.

Como dito no início desse capítulo, cada galpão possuirá sua especificidade, assim como o córrego exemplifica o caso da ASTRAPI. Porém, no sentido de fornecer informações e ferramentas para a decisão de catadores e outros atores no projeto ou na reforma de galpões, que pudessem funcionar como um quadro geral, buscamos materializar essas diretrizes em instrumentos projetuais.

### *2.10.2 Instrumentos projetuais*

No processo de estudo de galpões de triagem, desenvolvido a partir de cooperativas e associações que solicitaram a contribuição do grupo de pesquisa, ocorreram avanços em relação ao tema amplamente discutido. Esse processo foi fomentado por conhecimentos técnicos, científicos e, principalmente, por experiências e conhecimentos adquiridos, a partir do acompanhamento do funcionamento dos galpões estudados e seus associados. A necessidade de configuração dos processos de triagem e a caracterização dos parâmetros de referência de um galpão modelo se apresentou, assim, para o grupo, como uma demanda teórica.

Foi percebida a necessidade de produção de um material com conteúdo voltado tanto para as associações, quanto para os técnicos que porventura possam prestar assessoria técnica a esses coletivos. A equipe identificou as seguintes possibilidades de desenvolvimento de instrumentos ou aparatos projetuais, que foram empregados nos processos ou que podem ser desenvolvidos:

- de dimensionamento: jogo de tabuleiro e galpômetro;
- de compreensão de processos: fluxogramas de processos e de materiais;
- de princípios de ocupação do espaço: ilustrações;

- de formação: banco de dados de fotos e vídeos;
- de diálogo: maquete, oficina, simulação.

Todos estes tópicos foram explorados com a finalidade de se prever um galpão modelo como horizonte, mesmo que a equipe tenha o discernimento de que cada associação possui suas especificidades. Trata-se, assim, de divulgar aqueles parâmetros que são relevantes para o processo de produção, para evitar a ação de técnicos que executam projetos padronizados, sem entender as reais demandas espaciais e dos usuários. No entanto, até mesmo para facilitar esse diálogo entre técnicos e catadores, é importante para a autonomia deste segundo, possuir ferramentas que auxiliem nessa comunicação, contribuindo na credibilidade e segurança no seu discurso, de modo a conquistar espaço nas discussões, muitas vezes consideradas secundárias pelos técnicos.

Em relação ao dimensionamento do galpão, por exemplo, discutiu-se a ideia de elaboração de uma ferramenta intitulada “galpômetro”, que oferece valores de referência para dimensionamento de um novo galpão, bem como algumas especificidades ligadas à área e inclinação do terreno (Figura 76). Esta ferramenta acompanha um jogo de tabuleiro, onde associados, equipamentos, áreas e condicionantes espaciais serão peças integrantes da simulação de novo galpão.

**Figura 76: Terreno padrão para galpão de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Em relação aos instrumentos de processo, foi realizado fluxogramas de processos e de materiais, dentro do universo da triagem que corresponde a cada etapa e área de trabalho (Figura 77).

**Figura 77: Fluxograma de processos e materiais; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Este fluxograma acima corresponde ao processo comumente encontrado em galpões de triagem, podendo sofrer alterações. No entanto, esta análise geral permite englobar o máximo de atividades e processos comuns a galpões de triagem. Inicialmente, o mesmo foi discutido pelo grupo de pesquisa em reuniões e, a partir disso, foi organizado este material em ferramenta de apresentação de *power point*, para facilitar seu uso. Posteriormente, em uma visita técnica no galpão da ACAMARE, em Viçosa, utilizamos essa ferramenta como tecnologia social, em conjunto com os triadores. Foi reproduzido este mesmo fluxograma em formato de cartaz, que assim foi apresentado para os catadores e utilizado em conjunto com a ferramenta de maquete, construída em conjunto com os associados.

O instrumento de princípios, para se conceber um galpão de triagem, foi uma ferramenta que começou a ser desenvolvida através de desenhos humanizados e também mediante desenhos em 3D. Ambas imagens foram amparadas pelo artigo científico Galpões de triagem: por uma base tecnológica adequada à reciclagem solidária, escrito pelos pesquisadores Francisco de Paula Antunes Lima, Cinthia Versiani Scott Varella, Carla Fátima Torres Linares e Viviane Zerlotini da Silva (Figuras 78,79 e 80).

**Figura 78: Perspectiva com as áreas de triagem; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

**Figura 79: Planta e corte longitudinal do galpão modelo; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

A partir de uma avaliação crítica de modelos de galpões existentes<sup>7</sup>, este projeto se propôs a um modelo mais apropriado à natureza do trabalho de triagem e ao fluxo interno de materiais, respeitando a lógica inclusiva das associações e cooperativas de catadores (ACs). Com base na avaliação e sistematização da experiência das ACs, somada aos conhecimentos de engenharia de produção, segurança do trabalho e ergonomia, são definidos princípios e conceitos para elaboração de diretrizes técnicas e espaciais fundamentais para os galpões de triagem, que servem para orientar as ACs sobre projetos detalhados de novos galpões ou reforma de galpões existentes.

Com o objetivo de proporcionar melhor compreensão dos princípios dos galpões de triagem, a equipe também desenvolveu desenhos feitos à mão.

**Figura 80: Diagrama dos processos de produção baseados em esteiras; FONTE: Incubadora Alternativas, 2015.**

Os instrumentos de diálogos, também denominados objetos intermediários, correspondem principalmente em: maquetes, oficinas e simulações. Essas ferramentas são de extrema importância para o estreitamento de relações com os triadores, que com a aproximação acabam por relatar experiências e opiniões de maneira mais informal, menos pressionada do que percebido através de entrevistas, por exemplo. Como nosso trabalho consiste em compreender as atividades e buscar formas de junto aos catadores transforma essa situação, tal informalidade nos é essencial para acessar a experiência dos trabalhadores.

---

<sup>7</sup> As visitas técnicas aos processos de triagem eficientes realizadas em São Paulo também foram importantes para que as diretrizes processuais fossem refinadas

Nesse sentido, nossos técnicos acabam por assumir a posição de mediadores nesse processo de diálogo entre a associação e órgãos responsáveis, ou técnicos que realizam reformas e concebem projeto de novos galpões de triagem.

## **2.11 Central mecanizada de São Paulo**

Os itens seguintes são compostos de excertos da dissertação de mestrado de Souza (2016), que atuou enquanto pesquisador no âmbito do presente projeto, investigando tecnologias empregadas em algumas experiências, principalmente aquelas presentes nas plantas automatizadas para triagem de resíduos sólidos urbanos, que foram implantadas em São Paulo – SP.

Esse estudo foi importante para fornecer essenciais contribuições ao projeto do “Galpão Modelo”, no sentido das possibilidades tecnológicas existentes e principalmente de suas limitações. Uma análise mais aprofundada dessas questões está presente na dissertação completa citada, “O Catador e a Máquina: transferência de tecnologia e reprojeto em centrais mecanizadas de triagem”, que está também como produto do presente projeto.

### *2.11.1 Introdução*

No Brasil, são geradas, diariamente, 183 mil toneladas de resíduos (BRASIL, 2012). Estima-se que, desse total, 58 mil toneladas (31,9 %) é composta de materiais secos passíveis de reciclagem. Porém, boa parte dessa fração é perdida em formas de destinação inadequadas (como os lixões e aterros controlados). Além de ser um problema ambiental, a não reciclagem representa um grande desperdício econômico. Estima-se que R\$ 4,6 bilhões são perdidos no Brasil pela não reciclagem, considerando a potencial venda dos recicláveis somada às diversas economias que a reciclagem proporciona, como as economias de energia, de matéria prima, de recursos hídricos e de custos ambientais (CALDERONI, 2003). É preciso, porém, relativizar essas afirmações. No Brasil, essa ideia de que existem “milhões perdidos no lixo” alimentam os estudos de viabilidade e geram sistemas que permanecem deficitários. Esquece-se que existe um longo caminho a percorrer entre a viabilidade técnica de reciclar um material e seu aproveitamento econômico. Essa dissertação apresenta elementos sobre essa problemática.

O modelo de reciclagem no Brasil deve sua dimensão à situação de pobreza de parte da população, que se submete a condições precárias de trabalho para transformar o lixo em riqueza, construir valores e possibilidades de vida em comum (OLIVEIRA, 2010). Os

catadores, que recolhem e tiram do lixo urbano os materiais recicláveis para obter renda através de sua comercialização, não são um fenômeno recente e nem exclusivo das cidades brasileiras, estando presentes na quase totalidade dos PVDIs e cada vez mais presentes no cenário urbano de grande parte dos PDIs. Mas desde o fim da década de 80, esses sujeitos começaram a ocupar um papel cada vez mais importante num sistema informal de reciclagem, e por consequência, de coleta seletiva e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Atuam no vácuo de programas municipais oficiais, que quando existem são em grande parte ineficientes, restritos e sujeitos à descontinuidade e à alternância dos grupos políticos no poder (JACOBI; VIVEIROS, 2006). No Brasil e em outros países em vias e desenvolvimento industrial (PVDIs), os índices oficiais de aproveitamento do resíduo são baixíssimos, e a coleta seletiva estava presente em apenas 17% das cidades brasileiras em 2014 (CEMPRE, 2014). Mas os números da reciclagem, na prática são significativamente maiores, graças a um ator histórico do processo: o catador, que tira o seu sustento do que a sociedade joga fora. Segundo pesquisa recente, 65,3% de todas as embalagens produzidas no Brasil são recuperadas após o uso (CEMPRE, 2013). Com esses expressivos valores, o país alcança índices maiores e/ou semelhantes a países em que as diretrizes de gestão de resíduos são mais antigas e mais rígidas que as propostas na recente PNRS (RUTKOWSKI, VARELLA, & CAMPOS, 2012). O Brasil vivencia novo marco regulatório para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), estabelecido pela Lei nº 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). Frente a esse novo contexto, estados, municípios e o conjunto da sociedade são convocados a colocar em prática os dispositivos da nova legislação, que se alinham com os princípios e diretrizes estabelecidos, os quais priorizam a reciclagem, destacando o resíduo sólido como bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Porém, para a reciclagem (em especial nas etapas iniciais da cadeia: coleta e triagem), ainda não foram desenvolvidos todos os equipamentos e processos de trabalho adequados à natureza das atividades realizadas, comparativamente a outras tecnologias de tratamento do lixo urbano. Isso repercute na eficiência, qualidade e no custo da coleta seletiva. No caso dos programas de coleta seletiva, uma boa produtividade do trabalho realizado nos galpões é fundamental para a eficiência de todo o sistema, pois, se não houver vazão adequada na triagem dos materiais, pouco se aproveitará dos crescentes volumes coletados, gerando rejeitos<sup>8</sup> que continuam

---

<sup>8</sup> Rejeitos segundo a PNRS é todo o resíduo remanescente depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis (BRASIL, 2010). Na prática, os rejeitos nas organizações de catadores podem ser gerados também pela limitação de capacidade produtiva, ou seja, inclusive materiais que poderiam ser reciclados acabam se tornando rejeitos por essa

reduzindo a vida útil dos aterros e afetando a eficácia da política municipal de gestão de resíduos sólidos como um todo. Dos processos, a triagem aparece como um grande gargalo. A produção de valor é fortemente influenciada por essa atividade, e é nela que atualmente concentra-se grande parte do trabalho nas organizações de catadores. Porém, por tratar-se de uma atividade essencialmente manual, baseada no trabalho humano, o aumento da produtividade, necessário para conferir a escala necessária à problemática do resíduo, apresenta dificuldades (OLIVEIRA, 2010).

A automação na triagem de resíduos aparece como uma das possíveis soluções para o problema da escala. Ela parte da adoção de uma transição no tratamento de RSU de um modelo essencialmente artesanal, manufatureiro em alguns casos, marcadamente brasileiro e de outros PVDIs, para um modelo industrial maquinal, característico de diversos PDIs. Essa transição é feita motivada por uma expectativa de aumento da produtividade do sistema de recuperação de resíduos. A inserção da maquinaria e da automação fornece, entre outras, essa esperança de incrementar o processamento e responder mais sincronicamente ao aumento progressivo da escala de lixo produzido pelas cidades<sup>9</sup>. Porém, conforme afirma Moraes Neto (2003), o aumento de produtividade é sempre restringido pelo fato de o trabalho manter-se como trabalho manual na produção industrial mecanizada.

A tecnologia é capaz de aumentar as forças produtivas e assim diminuir o tempo de trabalho socialmente necessário para produzir determinado bem. Porém sabemos a partir de estudos de Karl Marx que no capitalismo, a utilização da maquinaria é feita no sentido de se aumentar a mais-valia, e não para liberar o trabalhador para se desenvolver enquanto individualidade social (OLIVEIRA, 2010). A mecanização vem então intensificar o trabalho humano, seja fisicamente (submissão ao ritmo da máquina) ou cognitivamente (atividade de vigilância) (LIMA, 1998). O modelo industrial maquinal é então responsável pela determinação da força de trabalho em uma sociedade. Ao estabelecer desempenhos mínimos para atender às exigências da produção maquinal, na forma de trabalho qualificado e/ou intensificado, tende a limitar as possibilidades reais de inserção de algumas pessoas no mercado formal de trabalho. Gera assim, de forma imanente, uma parcela de excluídos em tal sociedade.

Os catadores nos PVDIs fazem parte dessa população de excluídos, por suas características sociodemográficas: a ausente ou baixa escolaridade, a presença de pessoas idosas e com

---

limitação, ou mesmo por limitações de absorção pelo mercado e inviabilidades econômicas, como é o caso do isopor (VARELLA & LIMA, 2011).

<sup>9</sup> Veremos ao longo do texto que essas expectativas são em partes frustradas, pelo fato de que parte essencial do trabalho na triagem de resíduos sólidos urbanos continua sendo de característica manufatureira, mesmo com a automatização.

perdas funcionais, a baixa renda e a vulnerabilidade social, a baixa capacitação técnica (KEMP; CRIVELLARI, 2008). A atividade da catação e os empreendimentos autogestionários de catadores subvertem algumas dessas lógicas inerentes do mercado formal de trabalho e da industrialização. Conseguem de forma eficiente fornecer oportunidade alternativa de trabalho e geração de renda a essas pessoas. As Associações e Cooperativas de Catadores (ACs), porém, com seus processos de trabalho e de produção ainda em desenvolvimento, se deparam com dificuldades para lidar com conhecimentos e tecnologias necessários para gerir sistemas de coleta seletiva e logística reversa em grande escala, tal como vem sendo exigido. Os desafios para aumentar a escala dos sistemas de coleta seletiva com inserção dos catadores são muitos, e a mecanização intensiva da triagem surge então como uma possível alternativa para que os municípios consigam responder a essas demandas. Essa industrialização da reciclagem, por sua vez, trás consigo o risco de que, mais uma vez, os catadores sejam excluídos. A escolha da implementação ou não dessa mudança tecnológica, e mesmo da forma dessa implementação deve então ser realizada de maneira cuidadosa, para não excluir pessoas que já foram anteriormente excluídas pela mesma lógica. Para além da questão da exclusão, é preciso que pautemos a análise também na questão do conjunto das práticas técnicas e sociais adotadas nos sistemas de GRSU brasileiros. Como já dissemos, a reciclagem no Brasil acontece devido aos catadores de materiais recicláveis e seus empreendimentos, que tem características próprias de organização, eficientes sobre vários aspectos, se entendemos a eficiência como uma razão entre resultados alcançados e os recursos empregados. Os empreendimentos possuem forte tradição de organização em associações e cooperativas, em torno dos princípios da autogestão e de formas orgânicas e democráticas de gestão e produção, que conferem vantagens aos sistemas. Ao contrário do mercado de trabalho formal, operam lógicas inclusivas na adesão de pessoas excluídas e marginalizadas, o que confere alta eficiência social ao modelo. O contato do catador com a população, com uma expertise única que nasce de sua convivência com o lixo é outra fonte rica de ganhos de eficiência no sistema. Ninguém melhor que ele consegue mobilizar e sensibilizar a população para adesão ao programa de coleta e orientá-la sobre a correta separação dos resíduos. Suas expertises práticas com o material reciclável ainda o capacitam na busca de soluções cotidianas no trato com o resíduo, soluções essas geralmente de baixo custo, dado as condições de vulnerabilidade econômica. Enfim, há uma gama de características peculiares do modelo brasileiro de gestão de RSU que não devem ser desconsideradas no planejamento de qualquer sistema de GRSU no país.

O presente trabalho tem por objetivo iniciar um estudo mais amplo sobre transferência tecnológica, analisando o processo de implantação de Centrais Mecanizada de Triagem (CMT) de resíduos sólidos urbanos (RSU) no contexto da cidade de São Paulo, transferidas de contextos de PDIs europeus (França e Alemanha). Intenta-se verificar como pressupostos de universalidade dos modelos e determinismo tecnológico<sup>10</sup> podem influenciar na efetivação prática desses sistemas e abalar as redes sociotécnicas existentes, criando dificuldades e problemas. Analisa também o funcionamento das centrais, no intuito de identificar os elementos capazes de gerar tanto eficiência quanto dificuldades e limitações, tanto em relação à produção quanto em relação à saúde dos trabalhadores e à inclusão dos catadores nos sistemas de GRSU. No bojo dessa análise foi determinante compreender as relações entre homens e máquinas, entre humanos e não humanos, e como eles se combinam do funcionamento das plantas automatizadas. Nesse aspecto foi central a compreensão do processo produtivo e do trabalho, na perspectiva da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). A Figura 81 representa o contexto geral da pesquisa.

### **Figura 81 – O contexto da pesquisa**

Fonte: elaboração do autor.

#### *2.11.2 Processos Operacionais Internos*

Sistemas mecanizados de triagem funcionam a partir da disposição de vários equipamentos em linha, cada um com uma finalidade. Esses equipamentos são ligados por esteiras transportadoras, e existem alguns postos de trabalho para triagem manual visando recuperação de materiais ou retirada de rejeitos de fluxos de materiais previamente separados por máquinas. Devido à alta capacidade de processamento desses equipamentos que compõe a linha, esses sistemas em geral são projetados para atender a altas demandas, em escala industrial.

No presente item explico com maior detalhamento o funcionamento da CMT-01. Apresento também algumas características de funcionamento da CMT-02 ao longo da explicação, mas não aprofundo nessa central, por força da necessidade prática de focar a pesquisa em apenas uma delas, também por questão de limitação de tempo.

---

<sup>10</sup> Esses conceitos são explorados do Capítulo 2 – Quadro Teórico. Resumindo para o contexto da pesquisa, seria a crença de que os sistemas mecanizados são eficientes por si só, e que a pura e simples adoção deles necessariamente leva a ganhos de eficiência onde quer que sejam utilizados.

O fluxograma abaixo resume o funcionamento prescrito da planta. A figura na sequência é uma representação gráfica do processo. Ao longo de nossa explicação, aponto alguns problemas em relação a essa prescrição e as adaptações que os trabalhadores implementaram para solução ou minimização dos mesmos.

**Figura 83 - O processo na CMT01**

Fonte: adaptado de <http://www.ecourbis.com.br/site/noticias.aspx?content=o-caminho-do-material-reciclavel-dentro-da-cmt>, acesso em 27/03/2015)

Fonte: descritivo de processo da CMT-01.

O quadro abaixo mostra uma divisão dos processos na CMT01, bem como os principais equipamentos e instalações que os compõem.

**Quadro 1 - Divisão dos Processos na CMT01**

	<b>Sub-Linha</b>	<b>Equipamentos</b>
	<b>Linha de Separação Mecânica</b>	- Área de recepção dos resíduos - Abre-sacos - Crivo Rotativo Duplo (Trommel) - Separador balístico
	<b>Linha de Classificação Ótica</b>	- Separador Ótico de plástico filme - Separador Ótico PACA (papelão) - Separador Ótico do PET / PEAD - Separador Ótico do PET
	<b>Linha de Triagem Manual</b>	- Cabine de Triagem, com 08 esteiras de triagem manual
	<b>Linha Centralizadora do Refugo</b>	- Separador Magnético - Separador de Não Ferroso - Armazenadores do rejeito

Fonte: elaboração do autor.

Os próximos itens detalham o funcionamento de cada uma dessas divisões. Para facilitar a descrição dos processos, resgataremos as definições apresentadas no Capítulo 4, na página 55. O quadro abaixo introduz uma simbologia que será empregada na descrição.

**Quadro 2 - Simbologia dos tipos de separação**

<b>Item</b>	<b>Base de diferenciação</b>	<b>Denominação da separação</b>	<b>Símbolo</b>
-------------	------------------------------	---------------------------------	----------------

01	Direção do fluxo pós separação em relação ao separador	Acima (Over)	
02		Abaixo (Under)	
03	Separação do material-alvo	Positiva	
04		Negativa	

Fonte: elaboração do autor.

### 2.11.3 Linha de Separação Mecânica

Nessa linha os materiais são segregados de acordo com duas características físicas: granulometria, no Trommel, dimensão e peso, no Balístico. Abaixo um esquema da linha:

**Figura 84 – Esquemático da Linha de Separação Mecânica**

Fonte: elaboração do autor a partir do descritivo de processo da CMT-01.

O processo da CMT01 começa na Área de Recepção de Resíduos, um pátio grande onde os materiais provenientes da coleta seletiva são descarregados. Aí, utilizando uma pá carregadeira, o operador carrega a tremonha de armazenamento do Rasga-sacos. O rasga-sacos é um equipamento chave no processo, pois além da sua função principal (rasgar os sacos e liberar os resíduos de dentro deles) é ele que determina a velocidade do restante do processo. Isto é, a velocidade da esteira interna desse equipamento é o que dita o ritmo da planta. Essa é uma diferença importante desse sistema de triagem, pois nos galpões de catadores, mesmo naqueles que possuem esteira, são os próprios catadores quem regulam a velocidade e/ou a intermitência do fluxo de materiais. No caso da CMT, os catadores não têm nenhuma autonomia para atuar diretamente sobre esse parâmetro, que é definido pelos operadores da sala de controle, a partir de variáveis que eles monitoram. Tanto essas variáveis quanto os valores das velocidades foram aprendidas ao longo do tempo, a partir da experiência (inclusive de trocas com os catadores).

Depois de passar pelo rasga-sacos, o material cai em um fosso, de onde sai uma esteira de elevação que o descarrega no Trommel. Nesse equipamento inicia-se o processo da linha de separação mecânica. O outro equipamento dessa linha é o Separador balístico, que recebe o fluxo intermediário do Trommel ( $90 \text{ mm} < \varnothing < 250 \text{ mm}$ ). O processo de separação na linha de separação mecânica é resumido no quadro abaixo, na qual utilizo a simbologia proposta para objetivar a explicação.

**Quadro 3 - Funcionamento dos Equipamentos da Linha de Separação Mecânica**

Linha	Equipamento (Sigla)	Princípio de separação	Método de separação	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo
Separação Mecânica	Trommel (TRO)	Granulometria	Peneiramento em crivo rotativo.	Pequenos ( $\varnothing < 90 \text{ mm}$ )		Vidro quebrado, poeira, tampinhas.
				Médios ( $90 < \varnothing < 250 \text{ mm}$ )		Maior parte dos materiais, embalagens diversas.
				Grandes ( $\varnothing > 250 \text{ mm}$ )		Caixas de papelão, plásticos filme grandes, materiais volumosos.
	Balístico (BAL)	Dimensão e peso	Inclinação, movimentação ascendente e ventilação.	Finos ( $\varnothing < 45 \text{ mm}$ )		Vidro quebrado, poeira, tampinhas.
				3D (rolantes)		Garrafas plásticas, de vidro, de metal, recipientes, embalagens longa vida.
				2D (planos)		Papéis e plásticos filme.

Fonte: elaboração do autor.

Existem algumas variáveis que podem ser manipuladas pelos operadores da sala de controle, e que interferem diretamente na qualidade da separação dos equipamentos. Para o Trommel, os operadores conseguem alterar a velocidade de rotação do crivo. Uma maior rotação faz o material passar mais rápido pelo interior do crivo, a capacidade de produção do equipamento aumenta, mas a qualidade da separação diminui. Isso acontece porque os materiais passam mais rapidamente pelo equipamento e por consequência caem menos através dos orifícios. Para o Balístico, eles podem regular a velocidade de rotação e a inclinação das lâminas. Quanto mais

inclinado, menos material passa para o fluxo 2D. Quanto maior a velocidade, mais material passa para o fluxo 2D. A depender da gravimetria do material, é possível realizar ajustes para otimizar a operação do equipamento e o seu resultado.

#### *2.11.4 Linha de Classificação Ótica*

A Linha de Classificação Ótica se divide em duas sublinhas paralelas: 2D e 3D. Ambas recebem materiais separados pelo Balístico.

A linha é formada por quatro separadores óticos, que possuem leitores infravermelhos responsáveis por identificar características dos resíduos, como composição química (escaneamento de acordo com as estruturas moleculares dos materiais) e/ou cor (escaneamento de acordo com diferentes cores). A partir dessa identificação, um sistema atuador aplica, a partir de “réguas de sopro”, jatos de ar direcionados que segregam os materiais dependendo dessas características.

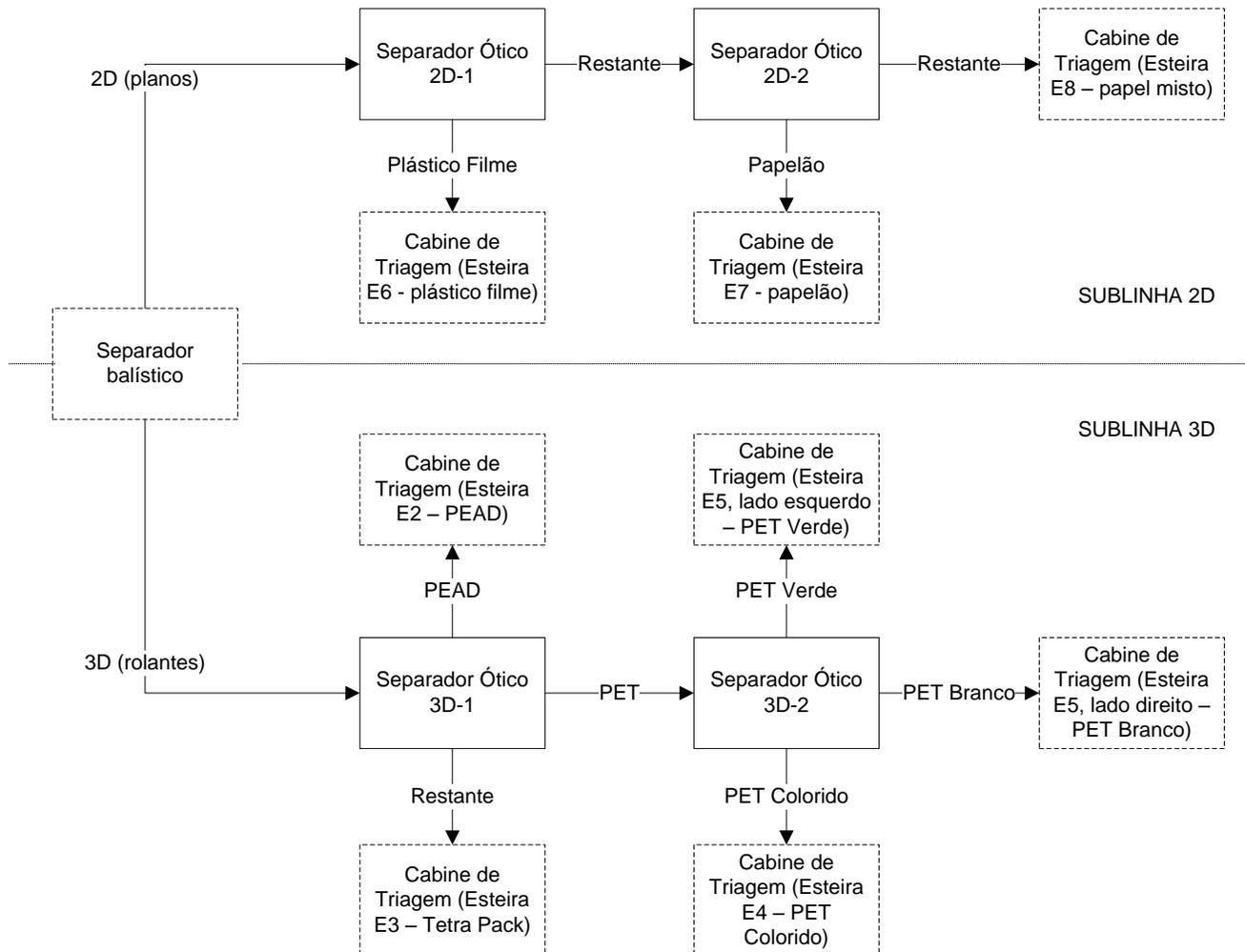
No mercado da reciclagem, essa separação (por tipos e cores) é um dos fatores que permitem agregação de valor aos materiais recicláveis (CAMPOS, 2013)<sup>11</sup>. Quanto mais se avança nessa separação, mais os materiais atendem a requisitos específicos de compradores especializados, ampliando as chances de se conseguir melhores preços por tonelada de material. A maior parte dos processos manuais de triagem utiliza essa lógica de separação, principalmente no que se refere a tipos de material.

Abaixo podemos ver um esquemático da Linha de Classificação Ótica.

### **Figura 85 - Esquemático da Linha de Classificação Ótica<sup>12</sup>**

<sup>11</sup> Apesar de ser fator importante, a agregação de valor não se limita à separação por tipos e cores. A escala, o conhecimento da demanda, a capacidade financeira e logística de atender às indústrias, o estabelecimento de um networking em um mercado altamente oligopsônico... Enfim, há uma série de expertises e condicionantes a serem alcançadas para melhorar as vendas no mercado de recicláveis.

<sup>12</sup> Significado das siglas dos tipos de materiais da figura: PET = politereftalato de etileno; PEAD = polietileno de alta densidade.



Fonte: elaboração do autor a partir do descritivo de processo da CMT-01.

Os separadores óticos 2D-1 e 3D-1 possuem identificadores de tipo de material. Os separadores 2D-2 e 3D-2 além de possuírem identificador de tipo de material, possuem também identificador de cor. Esse é necessário para a separação do papelão no 2D-2, pois depende da leitura do material e da cor castanho. No separador 3D-2, ele identifica no fluxo de um material já pré-separado (PET) duas diferentes configurações de coloração: verde e coloridos (outras cores).

A separação dos fluxos positivos no separador ótico 3D-1 funciona relativamente bem, tendo em vista que são fluxos com baixa incidência de outros materiais na esteira de separação manual. Como resultado disso e de outras causas que ainda serão exploradas, tem-se que os dois produtos

com melhor qualidade final são exatamente o PET e o PEAD<sup>13</sup>. Pouco trabalho é feito na esteira manual do PET (por vezes fica sem catador dedicado) e na esteira manual do PEAD (E2) existe trabalho manual intenso, mas que é inerente a sua função, para separação de segundo nível, por cores (branco e colorido), e não para correções do fluxo.

O processo de separação na linha de classificação ótica é resumido nos quadros abaixo:

**Quadro 4 - Funcionamento da Linha de Classificação Ótica – sublinha 2D**

Linha	Equipamento (Sigla)	Princípio de separação	Método de separação	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo
Classificação Ótica – sublinha 2D	Separador Ótico 2D-1 (2D1)	Tipo (composição química) do material	Identificação e ejeção via sopro de ar	Plásticos Filme		Embalagem plástica de alimentos, sacolinhas.
				Restante		Papel, papelão, papel cartão, BOPP.
	Separador Ótico 2D-2 (2D2)	Tipo e cor do material.	Identificação e ejeção via sopro de ar	Papelão		Papelão castanho.
				Restante		Papéis, papel cartão e outros.

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 5 - Funcionamento da Linha de Classificação Ótica – sublinha 3D**

Linha	Equipamento	Princípio de separação	Método de separação	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo
Classificação Ótica – sublinha 3D	Separador Ótico 3D-1 (3D1)	Tipo (composição química) do material	Identificação e ejeção via sopro de ar	PET		Garrafas plásticas de refrigerante, água, óleo de cozinha.
				PEAD e PP		Embalagens de produtos de limpeza.
				Restante		Tetra-pack, vidro, metais, calçados, madeira.
	Separador Ótico 3D-2 (3D2)	Tipo e cor do material.	Identificação e ejeção via sopro de ar	PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.
				PET Colorido		Garrafas plásticas coloridas de água mineral e refrigerante.

<sup>13</sup> Apesar de serem itens de qualidade mais regular, existem problemas importantes que afetam por vezes essa regularidade, como veremos.

				PET Cristal		Garrafas plásticas de refrigerantes de cola, de água mineral.
--	--	--	--	-------------	---	---

Fonte: elaboração do autor.

#### 2.11.4.1 *Linha de Triagem Manual*

No final das linhas de separação existe uma grande cabine<sup>14</sup> onde a maioria do pessoal que trabalha na planta se concentra. Nessa cabine, um conjunto de esteiras recebe os materiais vindos dos diversos processos à montante. O trabalho em linhas gerais se resumiria em monitorar e corrigir os “erros” de separação do maquinário<sup>15</sup>, ou seja, atuariam na remoção de materiais que não deveriam estar presentes em determinado fluxo, e que viriam em mínima escala. Os catadores, porém acabam realizando atividades diversas, em uma tentativa de resolver **três problemas principais: conferir qualidade ao produto final, reduzir a quantidade de material reciclável no rejeito e evitar problemas na linha, nos processos a jusante. Nesse item explicaremos o funcionamento desse processo.**

Na planta da CMT01, a cabine de triagem manual é centralizada, ou seja, se localiza em apenas um local ao longo da planta. Está posicionada no final do processo, antes somente do Separador Magnético (SM) e Separador de Não Ferrosos (SNF), que processa o material da linha centralizadora do refugo. A Cabine de Triagem é uma instalação localizada no meio da planta, enclausurada e climatizada por sistema de ar-condicionado. A cabine possui oito esteiras transportadoras com capacidade para acomodar 54 postos de trabalho, não uniformemente distribuídos. No projeto inicial, porém pensou-se em apenas 20 triadores trabalhando na cabine e 25 catadores no total na planta. Todos os estudos de viabilidade realizados pela empresa vendedora da tecnologia foram feitos considerando esse número, bem como o processo de treinamento do pessoal e planejamento das instalações de uso comunitário, como vestiários e refeitório.

As próximas figuras são leiautes da cabine de triagem manual, em diferentes momentos. Na primeira, a configuração da capacidade máxima de postos de trabalho, ou seja, 54 postos. Na segunda, a configuração prescrita (menor até que a configuração mínima), ou seja, a usada no

<sup>14</sup> Cabine é a terminologia adotada pela empresa francesa exportadora da CMT-01. Na realidade trata-se de uma grande sala construída no centro da planta, para onde todas as esteiras convergem, depois do material passar pelas diversas máquinas. Manteremos o termo cabine para referenciar essa instalação.

<sup>15</sup> Tanto é que a cabine é originalmente chamada de Cabine de Controle de Qualidade.

projeto, com 20 postos, que foi executada por poucos dias, no início da operação em Julho de 2014.

**Figura 86 - Leiaute da Cabine de Triagem Manual: configuração de postos de trabalho prescrita (Julho/2014)**

Fonte: elaboração do autor a partir de relatos do pessoal da CMT-01.

### Figura 87 - Leiaute da Cabine de Triagem Manual: capacidade máxima projetada de postos de trabalho

Fonte: elaboração do autor.

A configuração de postos de trabalho mudou muito ao longo do tempo, reflexo da tentativa de os catadores de adequarem o processo e o trabalho para resolverem os problemas citados. Essas alterações serão exploradas mais a frente.

Os próximos quadros detalham a lógica do funcionamento prescrito da linha de triagem manual, descrevendo cada esteira e a separação que é feita nas mesmas. Como o “princípio de separação” e o “método de separação” é o mesmo para todas as esteiras – “tipo do material” e “separação manual”, respectivamente – substitui essas colunas nos quadros por “equipamento à montante” e “equipamento à jusante”. Os materiais que tem silos como equipamento à jusante são direcionados na sequência para a linha da prensa enfardadeira, que compacta os materiais e os transformam em fardos para serem comercializados.

Não nos alongaremos mais nesse item sobre a cabine de separação manual, tendo em vista que muito ainda será falado sobre essa parte da planta nos itens referentes aos problemas e às soluções.

#### Quadro 6 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E8

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E8	(2D2)	Papel Branco		Papel de livro, caderno, gráficas.	Silo Papel Branco
			Refugo		Materiais que não sejam papel: plástico, material orgânico, roupa, calçados.	Linha Centralizadora do Refugo
			Papel Misto		Papel de panfletos, jornal, revista, papel cartão.	Silo Papel Misto

Fonte: elaboração do autor.

#### Quadro 7 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E7

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E7	(2D2)	Papel Branco		Papel de livro, caderno, gráficas.	Silo Papel Branco
			Silo Papel Branco		Materiais que não sejam papel branco e nem papelão.	Linha Centralizadora do Refugo
			Linha Centralizadora do Refugo		Caixas pequenas de papelão, pedaços de papelão.	Silo Papelão

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 8 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E6**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E6	(2D1)	Refugo		Qualquer material que não seja plástico filme	Linha Centralizadora do Refugo
			Plástico filme		Embalagem plástica de alimentos, sacolinhas.	Silo Plástico filme

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 9 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E5**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E5	(3D2)	Refugo		Materiais que não sejam PET Cristal nem PET Verde.	Linha Centralizadora do Refugo
			PET Cristal		Garrafas plásticas de refrigerantes de cola, de água mineral, de óleo.	Silo PET Cristal
			PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.	Silo PET Verde

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 10 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E4**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E4	(3D2)	PET Colorido		Garrafas plásticas coloridas de água mineral e refrigerante.	Silo PET Colorido
			Refugo		Materiais que não sejam PET colorido, cristal e verde.	Linha Centralizadora do Refugo
			PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.	Silo PET Verde
			PET Cristal		Garrafas plásticas de refrigerantes de cola, de água mineral, de óleo.	Silo PET Cristal

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 11 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E3**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E3	(3D1)	Tetra-pack		Caixas de leite e sucos.	Silo Tetra-pack
			PEAD Branco		Embalagens brancas de produtos de limpeza.	Silo PEAD Branco
			PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.	Silo PET Verde
			PET Cristal		Garrafas plásticas de refrigerantes de cola, de água mineral, de óleo.	Silo PET Cristal
			Refugo		Materiais que não sejam Tetra-pack, PEAD branco, PET cristal e verde.	Linha Centralizadora do Refugo

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 12 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E2**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E2	(3D1)	PEAD Colorido		Embalagens coloridas de produtos de limpeza.	Silo PEAD Colorido
			Refugo		Materiais que não sejam PEAD colorido, PEAD branco e PET verde.	Linha Centralizadora do Refugo
			PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.	Silo PET Verde
			PEAD Branco		Embalagens brancas de produtos de limpeza.	Silo PEAD Branco

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 13 - Funcionamento da Linha de Triagem Manual – Esteira E1**

Linha	Equipamento	Equipamento à montante	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo	Equipamento à jusante
Linha de Triagem Manual	Esteira de Triagem E3	(TRO)	PET Verde		Garrafas plásticas de guaraná.	Silo PET Verde
			PEAD Colorido		Embalagens coloridas de produtos de limpeza.	Silo PEAD Colorido
			PEAD Branco		Embalagens brancas de produtos de limpeza.	Silo PEAD Branco
			Tetra-pack		Caixas de leite e sucos.	Silo Tetra-pack
			PET Colorido		Garrafas plásticas coloridas de água mineral e refrigerante.	Silo PET Colorido
			PET Cristal		Garrafas plásticas de refrigerantes de cola, de água mineral, de óleo.	Silo PET Cristal
			Plástico filme		Embalagem plástica de alimentos, sacolinhas.	Silo Plástico filme
			Papel branco		Papel de livro, caderno, gráficas.	Silo Papel Branco
			Papelão		Caixas pequenas de papelão, pedaços de papelão.	Silo Papelão
			Papel Misto		Papel de panfletos, jornal, revista, papel cartão.	Silo Papel Misto
Refugo		Materiais que não sejam nenhum dos anteriores.	Linha Centralizadora do Refugo			

Fonte: elaboração do autor.

#### 2.11.4.2 Linha Centralizadora do Refugo

Essa é a última linha da planta. Como o nome diz, ela recebe e centraliza todo o refugo dos processos de separação à montante. Porém, antes de serem descartados, esses materiais ainda passam por dois equipamentos: o Separador Magnético e o Separador de Não Ferrosos.

O Separador Magnético tem o formato em “U” invertido, situado na transversal da esteira centralizadora de refugos, formando uma espécie de “túnel” por onde o material da esteira atravessa. Uma esteira magnética fica rodando na estrutura superior do “túnel”. À medida que o refugo passa por baixo dele, materiais ferrosos presentes são atraídos pela esteira magnética e depois repelidos, caindo dessa maneira em um contêiner posicionado logo abaixo do equipamento.

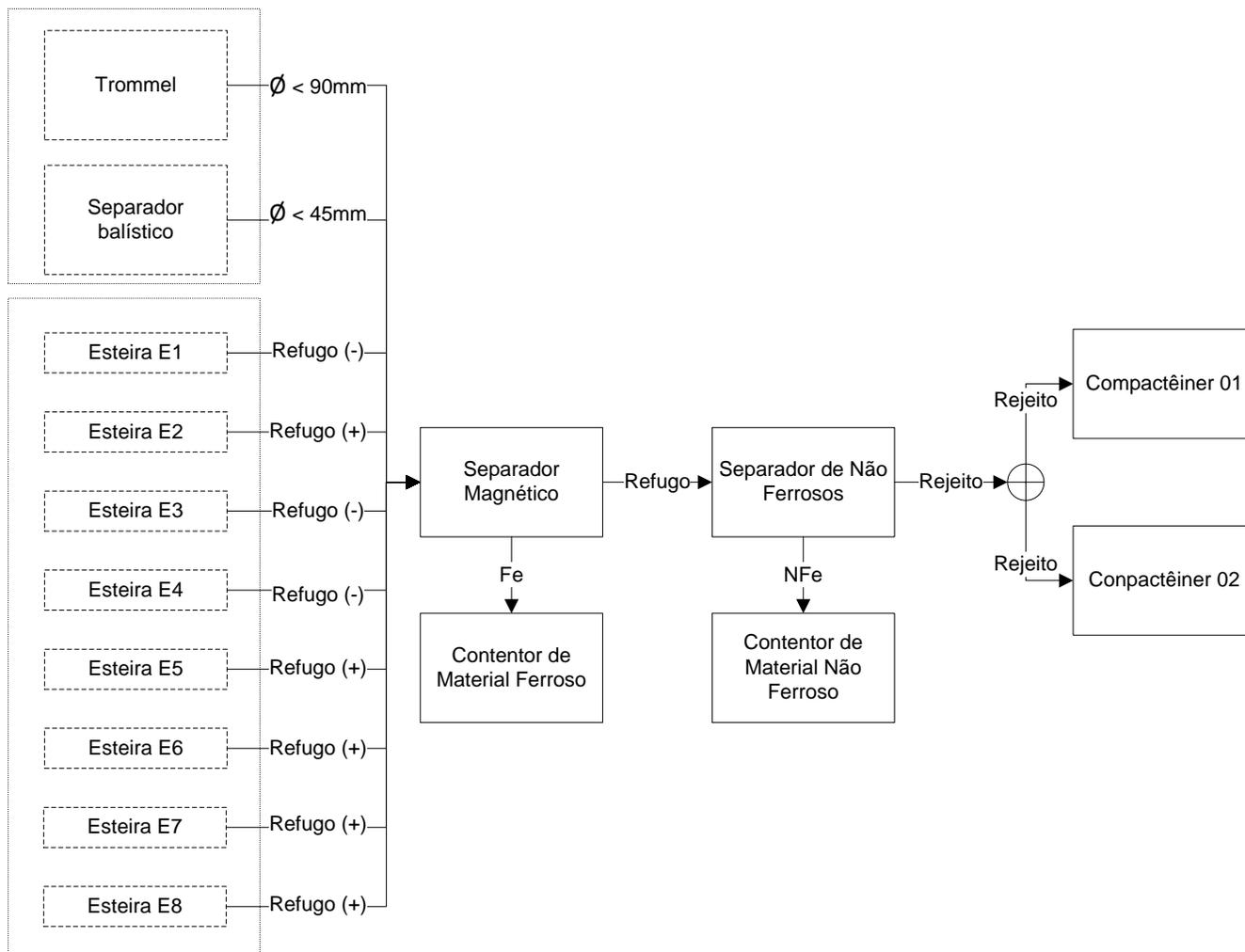
O Separador de Não Ferrosos é o último equipamento de recuperação de materiais da planta. Ele fica localizado na sequência da linha centralizadora de refugo, à jusante do separador magnético. Através da corrente de Foucault produzida em um tambor rotativo que fica no interior do equipamento, os materiais não ferrosos são repelidos, descrevem uma parábola circundando o tambor e caem num compartimento, que liga o equipamento a um contêiner que fica abaixo.

Ao fim da linha centralizadora do refugo, existem dois “compactêineres”, que são contentores com pistão para compressão do material objetivando otimização volumétrica. Existe uma esteira de duplo sentido que direciona o rejeito para um ou outro compactêiner, a depender do nível de enchimento dos mesmos. No início era utilizado um contentor regular, e o equipamento fazia a medição desse nível, direcionando o sentido da esteira automaticamente. Com a inserção do compactêiner, essa atividade passou a ser controlada e executada integralmente pelos trabalhadores.

O fluxograma abaixo mostra o funcionamento da linha centralizadora de rejeito. O quadro seguinte detalha a lógica de separação dos equipamentos dessa linha.

**Figura 88 - Esquemático da Linha de Centralizadora do Refugo**

Linha de Separação Mecânica



Linha de Triagem Manual

Fonte: elaboração do autor.

**Quadro 14 - Funcionamento da Linha Centralizadora do Refugo**

Linha	Equipamento (Sigla)	Princípio de separação	Método de separação	Separáveis (Fluxos)	Tipo de separação	Exemplo de materiais no fluxo
Centralizadora do Refugo	Separador Magnético	Magnetismo	Atração por imã dos materiais ferrosos.	Refugos		Todo refugo da planta excetuando os materiais ferrosos.
				Materiais Ferrosos		Materiais ferrosos, como latas e tampas.

	Separador de Não Ferrosos	Indução magnética	Repulsão por corrente induzida dos materiais não ferrosos.	Rejeitos		Todo material não aproveitado na planta.
				Materiais Não Ferrosos		Latinhas de alumínio, painelas.

Fonte: elaboração do autor.

### 2.11.5 Análise Crítica da Tecnologia Empregada nas Centrais Mecanizadas de Triagem

#### 2.11.5.1 As limitações da maquinaria

Nesse tópico a intenção é expor problemas de eficiência para além das limitações técnicas inerentes às máquinas, isso assumidas pelos seus vendedores e colocadas nos manuais<sup>16</sup>. Os exemplos a seguir mostram situações em que, sob certas condições, as máquinas têm seu rendimento piorado substancialmente ou mesmo anulado. Essas situações não estão presentes nos manuais e nem são previstas na transferência de tecnologia, mas fazem parte do rol de elementos aprendidos pelos trabalhadores na operação real da planta. Os exemplos que serão detalhados referem-se a quatro equipamentos da planta: o **Trommel**, os **Separadores Óticos**, o **Separador Magnético** e o **Separador de Não-Ferrosos**.

O caso do **Trommel (TRO)** é mais visível, e já foi inclusive citado aqui. O equipamento tem orifícios em seu interior, e é através desses orifícios que os materiais são peneirados e separados de acordo com sua granulometria. Não é difícil imaginar que se esses orifícios estiverem obstruídos, o equipamento perde sua funcionalidade. A grande incidência, principalmente, de materiais “enroscantes” no fluxo faz com que a obstrução dos orifícios seja uma rotina a ser enfrentada pela manutenção. Como já citado, a presença de obstruções no equipamento pode aumentar o rejeito da planta em 10%. Isso acontece porque os objetos menores tendem a passar mais nos fluxos dos objetos maiores. Por exemplo, se objetos médios (digamos, garrafa de PET, caderno, sacolas) não caem em algum dos orifícios médios, eles acabarão no fluxo dos grandes

<sup>16</sup> Um exemplo de limitação importante assumida e descrita pelo próprio fabricante é a pressão do ar nas régua de sopro dos SOs. Segundo os trabalhadores da manutenção, eles verificam rotineiramente essa pressão, que deve ficar entre 4 e 6 bar. Quando está abaixo disso, “já não funciona o equipamento (...) ele vai trabalhar ruim e tem uma hora que ele vai parar” (trabalhador da manutenção). Nesse tópico discutiremos limitações encontradas que vão além do prescrito.

do TRO, que é encaminhado para a esteira de triagem manual E1. Nessa esteira a densidade do fluxo de material na correia é alta, e os catadores focam em objetos grandes, mais fáceis de triar no tempo hábil. Os materiais médios fatalmente seguirão para a linha de refugo e não serão aproveitados, virando rejeito. Dessa forma, o TRO só funciona bem quando todos os seus orifícios estão desobstruídos, o que não é sempre a realidade ao longo do processo. O trecho de entrevista abaixo reproduzido ilustra a situação citada:

“O Trommel você limpou hoje, amanhã você vê resultado, no rejeito. Se você não limpou você vai ter resultado amanhã também. Você fala: ‘Pô, o rejeito subiu!’ ‘Limparam o Trommel?’ É a primeira coisa que a gente fala, ‘Será que limparam o Trommel?’ ” (GOP01 em entrevista)

Os **Separadores Óticos (SOs)** possuem variáveis mais diversas que interferem diretamente em seu funcionamento. Podemos listar quatro principais condições: densidade do fluxo de entrada, disponibilidade do leitor infravermelho, grau de limpeza das lâmpadas de halogêneo e obstruções nas réguas de sopro.

Para que os SOs executem a leitura e separação, é preciso que o fluxo de materiais esteja pouco denso, ou seja, esteja esparso na esteira de entrada. Os SOs dependem que poucos materiais passem ao mesmo tempo na frente do leitor infravermelho, para seja possível a identificação. Existem situações, porém, em que um volume grande de resíduos passa no fluxo, e o equipamento não consegue processar. Exemplos recorrentes são aglomerados de materiais causados por materiais “enroscantes”, sacolas que passam inteiras com materiais em seu interior<sup>17</sup> e plásticos ou papéis que encobrem outros materiais.

Ao adentrar os SOs, materiais longos por vezes enroscam no equipamento, e com isso prendem outros materiais do fluxo. Esses materiais podem parar bem em frente ao leitor infravermelho do equipamento, que é responsável pelo escaneamento e identificação dos tipos e cores dos materiais. Com esse bloqueio, o equipamento perde completamente sua funcionalidade, e a consequência é a chegada de materiais sem nenhuma classificação nas esteiras de triagem manual (principalmente naquelas que recebem os fluxos negativos dos SOs). Outra causa de interferência no desempenho dos leitores é a presença de materiais líquidos densos e opacos, que podem derramar no aparato de acrílico e embaça-lo, prejudicando a passagem dos feixes de

---

<sup>17</sup> Situação causada por falha na ruptura de sacolas no Abre-sacos, que passam intactas entre o dentes desse equipamento.

infravermelho. Um exemplo citado por GMAN01 foi o de uma lata com tinta que derramou parte de seu conteúdo sobre esse leitor.

Lâmpadas de halogênio são posicionadas no interior dos SOs para iluminar os resíduos e permitir a leitura dos mesmos. O vidro das caixas dessas lâmpadas deve permanecer limpo, para garantir a luminosidade necessária para os leitores infravermelhos. Acontece que existe muita poeira nos materiais, e com os sopros dos injetores de ar do equipamento, essa poeira tende a ficar em suspensão e depositar sobre o vidro das lâmpadas, embaçando-os e provocando assim a redução da luminosidade.

Por fim, as régua de sopros estão sujeitas ao entupimento de seus orifícios. Isso é provocado nos SOs 2D por papéis e plásticos que estacionam em frente a régua (ver Figura 89) e nos SOs 3D por restos de líquidos presentes no interior de embalagens (como refrigerantes, cervejas, produtos de limpeza), que derramam e depositam sobre a régua e solidificam, formando uma substância viscosa, ou “meleca” nas palavras do GOP01. O entupimento dos orifícios impede a passagem de ar e conseqüentemente a ejeção dos materiais identificados.

### **Figura 89 – Obstrução da régua de sopro no SO 2D-1 por um pedaço de papel**

**Fonte:** registro fotográfico do autor (novembro de 2015).

**Nota:** No círculo vermelho destacamos o pedaço de papel que estava bloqueando a passagem de ar na régua de sopro. O círculo azul destaca um plástico filme sendo ejetado pela régua de sopro. O círculo verde destaca um plástico filme caindo no fluxo negativo, devido ao bloqueio da saída de ar da régua de sopro pelo papel.

Os SOs ainda apresentam outra limitação, que é a não identificação de materiais de cor preta. Segundo GOP01, a cor preta é identificada pelo leitor como “ausência”, como se nem existisse o material. Esse problema acontece principalmente no SO 2D-1 (responsável por separar os plásticos filmes), uma vez que é bastante comum a presença de sacos de lixo de cor preta no mercado. Com a não identificação, eles acabam encaminhados para o fluxo do papel misto, na esteira E8.

É difícil quantificar a influência das condições adversas citadas acima na eficiência da separação dos SOs. No controle de paradas os SOs não aparecem como fonte recorrente de problema, mas esse dado não é revelador, uma vez que segundo GOP01, na maioria das vezes o problema consegue ser resolvido sem a necessidade de se parar a planta.

Porém, a partir das entrevistas realizadas com os catadores e outros trabalhadores da CMT01, pode-se perceber que é um problema frequente e relevante. Ele explica principalmente a falta de regularidade na qualidade da separação de materiais como o PET e o PEAD. Em uma situação levantada, no início de dezembro/2015, os catadores identificaram que pararam de passar esses dois tipos de material nas esteiras E5 e E2, que deveriam recebê-los respectivamente. Quando foram procurar a causa do problema, viram que era obstrução dos furos da régua de sopro do SO 3D-1. Outras verbalizações atestam a recorrência do problema. Perguntada sobre a regularidade da qualidade do material que passava nas esteiras melhores, uma catadora da esteira E2 afirmou que a esteira do PEAD não era regular: “Tinha hora que descia tudo, daí tinha que tirar rápido o rejeito e deixar o PEAD... Isso acontece várias vezes ao dia...”. Comentei essa afirmação da catadora com GMAN01, e ele afirmou que eram grandes as chances de que causa fosse a alta densidade do fluxo de materiais que por vezes entra no SO 3D-1.

O **Separador Magnético (SM)** e o **Separador de Não-Ferrosos (SNF)** também dependem de um fluxo de materiais pouco denso na entrada. No SM um fluxo denso pode ocasionar o problema de mistura no material ferroso, relatado no tópico **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Além disso pode causar obstrução e consequente paradas de planta. No SNF, caso o fluxo não esteja esparso, todo material tende a cair no primeiro compartimento e os não ferrosos são empurrados juntos com o restante, não fazendo a parábola em torno do tambor de indução. Para o SNF ainda existe um limitante que é a separação também de não metais, como embalagens cartonadas (tetra-pack) e BOPP, devido às películas metálicas existentes nesses dois materiais, que são também repelidas pelo tambor de indução.

#### 2.11.5.2 *Problemas de projeto: as inadequações e incompatibilidades sociotécnicas*

Uma ideia bastante comum é que o projeto define precisamente um problema colocado, que será então resolvido pelos projetistas. Porém, esse problema não é totalmente explicitado do momento da formalização da demanda e nem sempre o cliente ou seu interlocutor é o usuário direto do espaço ou de uma tecnologia (DUARTE et al., 2008)<sup>18</sup>. Essa ideia comum é acompanhada ainda da tendência taylorista clássica da engenharia e da organização industrial de separar concepção da produção, projetando espaços e tecnologias de acordo com modelos teóricos ou mesmo práticos,

---

<sup>18</sup> Há também a questão de as demandas mudarem ao longo do tempo. Por isso, é ilusão pensar que é possível prever tudo. O projeto é contraditório porque congela o tempo no espaço ou sistema projetado.

porém distantes da realidade do usuário, que também é mutável. Em transferências de tecnologia essas situações são frequentemente observadas, como vimos anteriormente.

No caso da CMTs, foi possível observar ao longo da pesquisa situações de incompatibilidade entre o que foi projetado e o processo real dentro das centrais. Alguns deles são listados e comentados nesse tópico: **inadequações antropométricas; incompatibilidade do projeto com sistema de coleta à montante** (caso do vidro); **incompatibilidade do projeto com perfil do resíduo** (caso do PET colorido); **incompatibilidade lógica do projeto no funcionamento da central** (caso do PP); **incompatibilidade do projeto com o processo** (estruturas sub ou não utilizadas).

#### a) **Inadequações Antropométricas**

O primeiro e talvez mais perceptível caso de inadequação do projeto é o das estações de trabalho. Verifica-se prontamente que as esteiras de triagem manual foram projetadas para uma população de trabalhadores significativamente maior que a média brasileira. As esteiras na CMT01 têm 1,12 m de altura, largas e comprimentos variáveis. A conjunção dessas medidas, dada a altura média dos catadores que trabalham na central, provoca prejuízos ao processo e dificuldades e penosidade no trabalho.

Foram levantados mostra medidas média, mínima e máxima dos catadores de acordo com as esteiras em que trabalham, bem como a medida das esteiras. As medidas antropométricas consideradas relevantes foram: altura do cotovelo até o chão; distância de alcance das mãos em posição relaxada (sem esticar os braços); distância de alcance das mãos (esticando os braços, mas sem inclinar o corpo).

A partir dos dados levantados, é possível inferir que os materiais que passam ao centro da maioria das esteiras não seriam alcançados nem se todos os catadores tivessem as medidas médias da população daquela esteira e trabalhassem o tempo inteiro na posição tensionada, com os braços esticados (o que é fisiologicamente impossível). Existe sempre uma faixa central da esteira inalcançável com os braços, como pode ser visto melhor na figura 90, que mostra de forma gráfica essa faixa para a esteira E8.

**Tabela 1 - Faixas inalcançáveis das esteiras**

<b>Esteira</b>	<b>Configuração de trabalho</b>	<b>Faixa inalcançável com braços relaxados (mm - % da largura da esteira)</b>	<b>Faixa inalcançável com braços esticados (mm - % da largura da esteira)</b>
E1	Catadores em ambos os lados da esteira, frente a frente	498 – 35%	70 – 5%
E2	Catadores em apenas um lado da esteira	560 – 61%	290 – 32%
Tabela 4, continuação.		607 – 61%	400 – 40%
<b>Esteira</b>	<b>Configuração de trabalho</b>	<b>Faixa inalcançável com braços relaxados (mm - % da largura da esteira)</b>	<b>Faixa inalcançável com braços esticados (mm - % da largura da esteira)</b>
E4	Catadores em apenas um lado da esteira	590 – 57%	440 – 43%
E5	Esteira de dois fluxos. Catadores em ambos os lados da esteira, cada um em um fluxo	480 – 26%	310 – 17%
E6	Catadores em ambos os lados da esteira, frente a frente	497 – 34%	83 – 6%
E7	Catadores em ambos os lados da esteira, frente a frente	517 – 36%	150 – 10%
E8	Catadores em ambos os lados da esteira, frente a frente	675 – 43%	285 – 18%

Fonte: dados da pesquisa.

### **Figura 90 – Representação gráfica das faixas inalcançáveis na esteira E9**

A situação calculada na Tabela 1 é só uma referência, pois tem premissa todos trabalhadores com medidas médias e todos com altura do chão ao cotovelo maior que a altura da esteira, que levaria às distâncias de alcance calculadas. Porém, sabemos que o “trabalhador médio” não existe (GUÉRIN *et al*, 2001). Na prática, as medidas não são médias e nenhum dos catadores tem altura do cotovelo superior à das esteiras, o que acaba diminuindo ainda mais a distância de alcance das mãos. As faixas inalcançáveis tem papel central no aumento do rejeito e diminuição da qualidade, principalmente nas esteiras cujo fluxo é mais denso. Esse é o caso da esteira E1, em que a

triagem é positiva e o material inalcançável vai para o rejeito, e da esteira E8, em que a triagem é negativa e o material inalcançável passa sem triagem para o silo de papel misto, interferindo na qualidade do produto.

Uma solução usada para tentar resolver o problema da altura foi a colocação nos postos de trabalho de steps, que são um tipo de plataforma elevada usada para ginástica. Os catadores então trabalham em cima desses steps, que têm 115 mm de altura e um pezinho de 45 mm que pode ser encaixado, resultando uma altura de 160 mm. Mesmo com essa plataforma, a média da altura do cotovelo ao chão fica menor em três esteiras. As mínimas ficam abaixo em seis das oito esteiras. A utilização dos steps ainda geram reclamações de incômodos por parte de alguns catadores. Durante a atividade de tiragem das medidas antropométricas, uma catadora na esteira E1 reclamou: "O banquinho [step] dá muita dor nas pernas. Depois ainda tem que andar até em casa... As pernas chegam tremendo em casa...". Outra catadora na esteira E2 disse:

"Não gosto de trabalhar no banquinho. Dói as costas, dói a coluna. Tem muita gente que queixa de dor nas costas, mas não acha que é o banquinho... Mas quando a gente desce do banquinho é uma delícia, é um alívio! Dá pra sentir que melhora a dor nas costas. Mas aí quando desce melhora a dor nas costas, mas começa a doer o ombro. Daí tem que ficar revezando (...). A maioria aqui toma remédio." (triadora da CMT01)

Como indicado na verbalização da catadora, dores no ombro é uma consequência do trabalho com o cotovelo em altura abaixo da esteira (caso que ocorre quando ela desce do step).

Uma consequência da existência de faixas inalcançáveis no plano de trabalho são as posturas com flexão posterior assumidas pelos catadores, que chegam mesmo a se curvarem sobre a esteira em uma frequência muito alta<sup>19</sup>. Essas posições causam desconfortos e dores nas costas, podendo em longo prazo provocar consequências mais graves. "Chega a tarde a gente tá com a coluna estourada... A gente dobra muito a coluna pra alcançar os materiais mais longe..." foi a verbalização de uma catadora.

Todas as verbalizações colocadas nesse tópico foram queixas que catadores e catadoras manifestaram voluntariamente quando eu tirava suas medidas antropométricas. Não foi possível aprofundar mais nessas constatações de inadequações antropométricas, mas com os elementos

---

<sup>19</sup> Pude verificar um caso em que a catadora utilizava um artifício para regular sua própria atividade tendo em vista evitar repercussões negativas da atividade nela mesma. Ela disse, no momento em que fui tirar suas medidas: "Tenho que usar cinta pra não ficar dobrando a coluna..." (catadora da CMT01).

aqui expostos já é possível ter alguma dimensão das consequências do projeto inadequado dos postos de trabalho.

### **b) Incompatibilidades do Projeto**

O problema do vidro já foi explorado no tópico sobre os MIPs, e tem como causa em sua raiz uma incompatibilidade do projeto da CMT01 em relação ao sistema de coleta à montante. Esse sistema aceita e sempre aceitou o vidro, e todas as campanhas sempre orientaram os munícipes a incluir o vidro junto aos demais materiais recicláveis para coleta seletiva. É algo que faz parte do tecido social formado pelos paulistanos que participam da coleta seletiva a inclusão do vidro junto aos outros materiais recicláveis. E não existia nenhum plano, ou mesmo um projeto piloto para se mudar isso antes ou no momento da concepção da CMT01.

Por outro lado, sistemas com a segregação do vidro na fonte são muito comuns em PDIs, especialmente na França, país vendedor da tecnologia na CMT01. 93% da população francesa tem acesso à coleta seletiva de vidro, e contam com centrais ou linhas dentro de centrais dedicadas a esse material (DJEMACI, 2009). A grande maioria dos projetos concebidos e executados pela empresa vendedora da tecnologia da CMT01 foi implantada na França e em outros PDIs europeus. A influência desses fatores na concepção da planta da CMT01 é uma hipótese forte, porém não confirmada, pois as causas não foram completa e detalhadamente investigadas na pesquisa. As consequências dessa incompatibilidade já foram apresentadas e não serão repetidas.

No extremo diametral da história do vidro está a história do PET colorido, que revela uma incompatibilidade do projeto com o perfil do resíduo brasileiro, onde esse material não está presente em quantidades significativas. É só pensarmos nos produtos que compramos rotineiramente para consumo. Embalagens de PET colorido se limitam a algumas poucas marcas de água mineral e outras poucas marcas de refrigerante. Apesar disso, o projeto da CMT01 foi concebido prevendo toda uma sublinha para recuperação desse tipo de material, com um Separador Ótico que classifica entre outros esse material e uma esteira de separação manual dedicada, com 06 funis e 01 bica ao fim da esteira.

Essa linha se mostrou ociosa desde o início da operação. Segundo GOP01, ela produzia um fardo de PET colorido a cada 15 dias, quase nada comparado à produção da planta. Rapidamente o

peçoal da central decidiu então parar de separar esse tipo de material, e a linha foi rearranjada para processamento de outro material, como será visto adiante.

O PP é um material mais abundante no resíduo brasileiro que o PET colorido, representando 10% da totalidade dos plásticos presentes no resíduo doméstico (VARELLA; CAMPOS, 2012). Aqui encontramos uma incompatibilidade lógica de funcionamento da própria CMT. Apesar de ser identificado e separado pelo SO 3D-1, o PP não é aproveitado na planta. Mesmo assim ele é encaminhado junto do fluxo do PEAD, para a esteira de triagem manual E2.

Nessa esteira, como já explicado, o PEAD branco é separado por triagem negativa, ou seja, as catadoras tiram tudo que não é PEAD branco e deixam esse material correr até o fim da esteira e cair no silo específico. Sendo assim, a existência proposital do PP nesse fluxo é uma incompatibilidade por si só, pois as triadoras tem um trabalho adicional para retirar esse tipo de material do fluxo. Material esse que poderia ser, por exemplo, direcionado para a esteira E3 (recebe a triagem negativa do SO 3D-1) e assim ser levado para a linha do refugo sem necessidade de nenhum trabalho humano. Isso na pior das hipóteses, tendo em vista que o PP continuaria sendo rejeito, mas pelo menos não exigiria a retirada manual na esteira E2, que tem um fluxo abundante de material, uma alta exigência de qualidade para os produtos ali triados e por consequência um intenso ritmo de trabalho.

Por fim, o projeto das CMTs apresenta incompatibilidade com o processo de produção, principalmente no interior das cabines de triagem manual. A quantidade de funis tampados, ou seja, que não são utilizados pelos catadores é um sintoma da inadequação da estrutura em relação ao processo e ao trabalho. Dos 66 funis e bicas instalados na cabine, ao longo das esteiras de triagem, 27 (41%) estão tampados por algum motivo, o principal sendo sua não utilização.

Por exemplo, na esteira E1, que recebe os grandes do TRO, existem 10 duplas de funis (um na frente do outro) projetados para receberem praticamente todos os materiais que são processados na planta. Dessas 10 duplas, 4 são tampadas, sendo elas: PET verde, PEAD colorido, PEAD branco e PET cristal.

Segundo os catadores que trabalham na E1, são dois os principais motivos para a não utilização desses funis. O primeiro, que já foi citado, é que essa esteira recebe por vezes um fluxo muito denso de material, que pode empurrar outros resíduos para dentro dos funis de separação. Como esses quatro materiais citados são os que possuem critérios mais rigorosos de qualidade, os catadores não querem correr o risco de queda acidental de outros materiais que seriam

contaminantes. O outro motivo, apontado como mais importante, é a posição desses funis na esteira. Eles estão posicionados no início do fluxo, onde ainda existem muitos materiais grandes, como caixas de papelão e plásticos filme. Esses materiais, que ainda não foram retirados, tendem a esconder os materiais menores, tais como os quatro materiais citados. O resultado é que eles se tornam de difícil identificação do início da esteira, precisando ser primeiramente retirados os materiais maiores para que eles apareçam. Os funis assim posicionados são então pouco úteis, e é melhor que fiquem tampados.

### *2.11.6 Problemas relacionados à saúde, segurança e conforto do trabalhador*

O ritmo acelerado do processo nas CMTs, associado à limitação das possibilidades de regulação do trabalho, gera efeitos colaterais negativos nos trabalhadores, principalmente nos mais idosos, que estão presentes em grande número nas ACs (OLIVEIRA, 2010) e na COOP01 não é diferente. Na cabine de triagem manual a situação ainda é agravada, pela necessidade de se trabalhar o tempo todo em pé, em cima dos steps.

A verbalização abaixo de um catador revela problemas associados ao trabalho:

“É. Se você trabalha desse lado, aí depois começa a trabalhar desse daqui [lado oposto da esteira], aí começa querer a dar tontura (...) Porque do jeito que a esteira vem, tem hora que você não olha ela vindo. E o outro lado que você vai você já vê ela vindo assim, entendeu? Parece que mexe com o cérebro, e dá tontura!” (triador da CMT01)

O catador estava falando da mudança de posição na esteira (da esquerda pra direita ou vice-versa) e seus efeitos. Existe um registro de desmaio por esses efeitos e alguns<sup>20</sup> de acionamentos do botão de emergência por esse problema.

Outro elemento de precarização do trabalho está presente nas esteiras que tem triagem negativa, pois elas implicam a manipulação de rejeitos, como animais mortos, restos de comida, lixo de banheiro e até resíduos ambulatoriais, como seringas. Esse problema<sup>21</sup> é especialmente relevante na esteira E8, como pode ser visto na verbalização abaixo:

“O problema dessa esteira vem da rua. Porque os coletores colhem: animal, chinelo, roupa, então vem tudo nessa esteira. (...) Essa esteira é

<sup>20</sup> Não foi possível quantificar os acionamentos relativos à tontura na esteira, uma vez que os registros de paradas não trazem essa informação, e que os trabalhadores ao serem indagados não conseguiam lembrar-se desse detalhe.

<sup>21</sup> Os catadores dessa esteira, entretanto, já implementaram regulações para evitar repercussões negativas das atividades neles mesmo, como uma forma de preservação no uso de si. A principal é a adoção da triagem positiva nessa esteira, conforme veremos adiante.

a que dá mais dor de cabeça pra gente, porque ela que vem mais sujeira. (...) Tudo que você imagina vem nessa esteira. (...) Seringa, elas vêm pra cá também, e daí pode furar a mão...” (coordenadora da triagem na CMT01 – CTRI)

Outra patologia do projeto consiste no fato de o ar-condicionado da cabine de triagem manual estar posicionado com o exterior virado para o pátio de recepção de resíduos. Isso implica num aumento da insalubridade quando o operador da pá carregadeira manipula materiais mais velhos no pátio, que estão ali fazem alguns dias. O ar-condicionado, como é normal de seu funcionamento, capta ar de fora e troca com o ar do interior. Quando da manipulação de materiais velhos, o odor enviado para dentro da cabine fica tão forte que os catadores preferem trabalhar com o ar-condicionado desligado<sup>22</sup>.

Por fim, um problema especialmente na triagem na esteira E1 é a alta incidência de poeira nos materiais, que ao serem manipulados jogam em suspensão esses particulados. Uma catadora queixou que a poeira alcança os olhos, mesmo ela usando óculos de proteção.

“Voa muita poeira na apara [plástico filme]! Tenho que sacudir o plástico para tirar um pouco... Mas mesmo com óculos acaba indo no olho! Olha só como tá brilhando [mostrou o olho e as pálpebras com pó].” (triadora da CMT01 na esteira E1).

---

<sup>22</sup> Eu presenciei um desses momentos e posso atestar que o odor chega a ser mesmo insuportável.

### **3 DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DA TRIAGEM**

Através da avaliação da atividade de triagem em bancadas, mesas e esteiras, foi identificado que a alimentação desses dispositivos constitui um importante gargalo do processo. Assim, foram estudadas novas formas de utilização desses equipamentos existentes nos galpões, com enfoque para silo de alimentação de bancadas de triagem (Coopesol), chute para alimentação de esteiras (Coopert), e de sistemas de armazenagem para alimentação (Coopersoli).

#### **3.1 Coopesol Leste e o problema de alimentação das bancadas de triagem**

A Coopesol Leste (Cooperativa Solidária dos Trabalhadores e Grupos Produtivos da Região Leste – Belo Horizonte), fundada em 2005, foi um dos empreendimentos incubados durante a execução desse projeto. Em 2010, graças a uma concessão de um espaço por parte do poder público municipal, os catadores passaram a exercer sua atividade no galpão em que hoje se encontram.

Apesar de ser considerado um “galpão modelo”, por parte dos gestores públicos quando de sua inauguração, seu funcionamento cotidiano apresentou diversas limitações relativas às prescrições do projeto, para as quais os catadores e catadoras da cooperativa tiveram que cotidianamente propor adaptações e, nessa tentativa, a relação entre a cooperativa e a incubadora se estreitou. Nesse processo de readequação contínua, também motivado por mudanças no mercado da reciclagem e nas políticas públicas de reciclagem, novos sistemas e dispositivos foram, pouco a pouco, estabelecidos e/ou reinventados.

Acreditamos que grande parte desses problemas poderiam haver sido minimizados ou superados caso houvesse a inclusão dos trabalhadores no momento de projetar o galpão. O não reconhecimento dos saberes acumulados dos catadores, por isso, nos parece um elemento que não poderia ser, repetidamente, desconsiderado pela equipe de técnicos, remunerados e voluntários, envolvidos nesse projeto. Pela possibilidade de um acompanhamento sistemático das atividades dos catadores, conferida pelos recursos do projeto e pela articulação prévia entre a incubadora e o empreendimento, optou-se nesse processo por assumir uma posição inicial distinta de engenharia (tecnicidade), mais comprometida com a experenciação do contexto do que com a elaboração de intervenções técnicas.

O primeiro passo seria, então, com as demandas expostas pelos catadores, avançar na compreensão das formas de ajuste utilizadas, dos saberes e métodos cotidianos no enfrentamento das questões colocadas como prioridade pelos trabalhadores. Tratou-se de uma tentativa com princípios semelhantes ao que Vinck (2013, p.280) denomina por etnografia da performance:

Ir além da procura do sentido. [...] explicar a performance, isto é, aquilo que realmente é produzido na ação. A explicação não provém, então, nem de uma explicação técnica, nem da mobilização de causas gerais [...], mas da situação presente e local. Os elementos pertinentes para entendê-la são as ações e as falas dos atores no contexto preciso em que eles estão.

Revisitemos, dessa forma, o processo de coletiva (re)elaboração de demandas e estratégias de intervenção, ao ter como ponto de partida a situação inicial da cooperativa, observada no princípio do processo de incubação. Nos orientamos sobre o problema específico da alimentação das bancadas de triagem sem, contudo, perder os elementos situacionais gerais envolvidos.

### *3.1.1 Os limites do projeto arquitetônico e os ajustes necessários*

Sobre o projeto do galpão da Coopesol Leste, que como dito anteriormente, trata-se de experiência pioneira em Belo Horizonte, visto que os outros galpões cedidos às catadores não foram projetados para esse fim produtivo, algumas ponderações podem ser feitas. Aqui, me proponho a analisar dois elementos que interferem diretamente nas demandas por reformas levantadas pelos catadores no início do processo de incubação: i) um projeto de galpão que visa aproveitar o declínio do terreno para facilitar a movimentação interna do material e ii) um projeto de galpão justo a tempo (*just in time*).

Projetar galpões em declive tem por fim imediato o aproveitamento da gravidade como força para movimentação interna dos materiais. Não sem motivo, pode ser observado (Figura 91) que o equipamento pensado para a entrada do galpão é um silo. Prescrito como dispositivo de alimentação das bancadas de triagem, posicionadas no nível inferior do galpão, o silo deve ser alimentado em sua parte superior com o material reciclável trazido, que desliza em plano inclinado para ser triado.

### **Figura 91 – Acesso do caminhão e parte superior do silo da Copesol Leste**

Outra indicação para um projeto arquitetônico de galpão de reciclagem em declive seria a de possuir duas entradas/saídas de material, de modo a facilitar a movimentação interna. No projeto em questão, contudo, essa máxima não foi atendida, sendo então necessário o retorno do material trabalhado (triado e prensado) para o nível superior do galpão. No projeto original, concebeu-se como solução técnica para essa movimentação vertical o uso de dois dispositivos eletrônicos: um guindaste (ou grua) e um elevador de cargas.

Segundo falas dos catadores, o guindaste nunca funcionou, seja por falta de manutenção ou de assessoria de apoio para que os catadores pudessem utilizá-lo. O elevador, por sua vez, possui limites nominais de carga de 250kg, enquanto os fardos de material mais pesados, como papéis e papelão chegam a ultrapassar os 300kg. Ademais, para ser utilizado, o elevador precisa de dois operadores, um na parte de cima do galpão e outro na inferior. Se os catadores optassem por um ciclo contínuo de subida com os fardos prontos, seriam necessários trabalhadores que teriam como tarefa principal a operação do aparelho, ou seja, pessoas remuneradas por funções de ajustadores no sistema, que não envolvidas com a atividades que agreguem valor ao produto final (movimentação interna).

A subida dos fardos pelo elevador, atualmente, ocorre quando sobra tempo a um catador que saiba operar a máquina ou quando o caminhão a ser carregado chega ao galpão. Nesse cenário, esperar que 20 a 30 fardos subam por elevador seria retardar imensamente o tempo de carregamento do caminhão.

Para subir com os materiais, então, os catadores se utilizam da rampa de acesso lateral, externa ao galpão, projetada para o acesso de pessoas a ambos níveis do galpão. Como estruturas de transporte, utilizam carrinhos improvisados, como o de movimentação do vidro triado e o de movimentação de rejeitos (figura 92), e de uma empilhadeira, para movimentação dos fardos prensados. Quando a empilhadeira se encontra em manutenção (cerca de 4 meses dos quase 30 de observação) ou o único operador da máquina não se encontra no galpão, os fardos devem ser empurrados rampa acima com o auxílio de carrinhos manuais.

### **Figura 92 – Carrinho utilizado para transporte interno de materiais na Copesol Leste**

O cooperado responsável por essa movimentação com auxílio de carrinhos manuais, de 66 anos de idade, era então responsável por subir com cerca de 10 a 15 carrinhos de vidro (pesando entre 50 e 70 kg) por dia, ademais de 3 a 5 carrinhos com sacos de rejeito. Uma das primeiras demandas colocadas pela cooperativa para nós, não por acaso, foi a necessidade de ampliação da rampa, que permitisse a decida de caminhões para o nível inferior do galpão e facilitassem seu respectivo carregamento, sem tanto desgaste físico dos trabalhadores.

Detalhada a questão de construção do galpão em declive, e a conseqüente demanda de intervenção apresentada, o outro elemento em questão no leiaute do galpão foi o princípio aplicado no projeto do *just in time*. Entre as áreas pensadas para a triagem no silo e a prensagem nos cubículos concebidos, não há espaço para armazenagem. Como demonstra a figura abaixo, indicado com setas vermelhas, para a atividade de triagem na bancada, há pouco espaço para a disposição dos bags dos diversos materiais coletados. Para a movimentação das bags, necessita-se, muitas vezes, que paralisem as atividades das catadoras posicionadas lado a lado.

### **Figura 93 – Copesol Leste**

Poder-se-ia então colocar que, se a quantidade de material triado fosse similar ou menor à capacidade de prensagem das máquinas, esse desenho dos processos seria adequado. Caberia imputar, nesse sentido, responsabilidades na melhoria dos tempos de triagem. Contudo, há um erro em se considerar que a atividade de prensar o material seria um processo contínuo, ou quase, como o é idealmente a atividade de triagem. O tipo de equipamento cedido para prensagem molda um fluxo discreto, ou seja, trabalha-se na formação de lotes, mais ou menos semelhantes. Para, então, a conformação de um fardo de material reciclável, deve-se acumular quantidades específicas de bags de cada material, necessitando, assim, de um estoque mínimo necessário e segmentado em tipos distintos de material.

A inexistência desse espaço de armazenagem entre a área de triagem e a de prensagem obriga às triadoras que movimentem os *bags* para área localizada no fundo do galpão, como demonstrado na figura acima, indicado com setas azuis, conformando uma série de fluxos cruzados e o dispêndio de excessiva força de trabalho em movimentos improdutivos. Até então, para uma observação inicial, ainda não era claro o quanto essa questão interferia no

funcionamento do silo abaixo do esperado<sup>23</sup>. Analisar o porquê da ineficácia do silo nos foi colocado com uma segunda<sup>24</sup> demanda pela cooperativa.

Para a ampliação da rampa proposta pela cooperativa, não havia recursos que poderiam ser investidos, seja por parte dos catadores ou de editais em aberto. Nesse sentido, caberia aos cooperados encontrar possíveis formas de financiameneto para a obra. Por outro lado, como dito anteriormente, o galpão é cedido à Coopesol Leste pela Prefeitura de Belo Horizonte, que nos termos do contrato de cessão de uso coloca algumas limitações às reformas do espaço.

No momento em que a demanda foi colocada, a cooperativa não possuía permissão para realizar a ampliação da rampa e se colocava em busca por editais. O tempo necessário para realizar a intervenção, exposto o contexto vivido, poderia ser demasiado estendido a ponto de não podermos acompanhar o executar da obra. Devido a esse fato, houve uma reorientação da demanda, que estabeleceu como prioridade a análise da atividade de triagem nas bancadas alimentadas pelo silo.

### *3.1.2 O funcionamento do silo*

Na época em que reorientamos a atenção para o silo, a cooperativa recebia material de vários bairros de Belo Horizonte, nos quais a prefeitura presta o serviço de coleta seletiva por meio de parcerias público-privadas. A outra alternativa para o recebimento de material era a coleta em grandes geradores de recicláveis, promovido pela cooperativa, no uso de um caminhão (“bauzinho”), de sua propriedade<sup>25</sup>.

O material dos grandes geradores, no entanto, não era enviado para o silo. Um posto de trabalho havia sido criado pelos catadores na parte superior do galpão, para a triagem desse material. Sendo assim, o material que alimentava as bancadas do silo era unicamente aquele trazido pela coleta promovida pela prefeitura.

Nessa coleta, acabava-se de haver uma reorientação na prestação do serviço, por partes das empresas contempladas no edital, ao alterar a tecnologia de coleta utilizada<sup>26</sup>. Passava-se do

---

<sup>23</sup> Segundo a cooperativa, agentes do poder público afirmavam que o galpão havia sido projetado para produzir 10 toneladas de material por dia, enquanto a produção real não passava de quatro toneladas diária.

<sup>24</sup> A outra demanda apresentada inicialmente, ademais da ampliação da rampa e do funcionamento do silo, foi a participação no processo de licitação para realizar a coleta seletiva. Essa demanda será melhor tratada no relatório geral, respeitando as escolhas metodológicas descritas na introdução.

<sup>25</sup> Segundo dados da própria cooperativa, os materiais coletados pelos próprios catadores não chegam a 5% de todo material triado.

<sup>26</sup> Melhor detalhada no relatório geral.

“caminhão baú” para o “caminhão compactador” (figura 94), assim denominado dado sua capacidade de comprimir o material coletado.

#### **Figura 94 – caminhão compactador**

Ao chegarem no galpão, os caminhões se dirigiam à balança rodoviária, devido a questões burocráticas do serviço, e, em seguida, descarregavam o material no silo de alimentação das bancadas. Dois apontamentos podem ser feitos sobre esse processo: a) o local de descarga do material e b) a composição do material descarregado.

No tempo em que estivemos acompanhando as atividades no galpão, poderíamos falar sobre três possíveis locais de descarga para o caminhão: na maior parte das vezes, o material era despejado sobre o plano inclinado do silo; quando o silo se encontrava cheio, o material era despejado na plataforma de entrada do galpão; e quando a plataforma não permitia acesso ao caminhão, o material era despejado na parte externa do galpão (ainda descoberta).

Sobre a composição do material descarregado pelo prestador do serviço público de coleta seletiva, cabem apontamentos sobre o vidro e o papelão.

Como nos foi relatado por trabalhadores responsáveis pela execução do serviço e como demonstrado no relatório sobre a coleta prestada no bairro Floresta pela cooperativa, parte relevante da população separa o vidro na disposição de seu rejeito, na porta de sua residência. Acontece, porém, que no caminhão compactador não há compartimentos que possibilitem o transporte segmentado do resíduo. Todo o material é atirado na mesma caçamba que, ainda por cima, comprime-o para aumentar a capacidade transportada, quebrando garrafas e frascos e espalhando cacos e pó de vidro no conjunto do material.

Grande parte do papelão, por sua vez, quando o caminhão baú era utilizado para a coleta seletiva, chegava ao galpão pré-triada. Com a utilização do caminhão compactador, essa possibilidade de separação no ato da coleta ficou impossibilitada. Ademais, o material compactado com o papelão é descarregado no silo, formando blocos que os catadores denominaram por “paredes no silo”. Além de dificultar o processo de triagem, a formação dessas paredes requeria que trabalhadores ficassem responsáveis por “desgarrar” o material no silo. Como pode-se ver na figura 95, dois trabalhadores encontram-se sobre o material disposto em plano inclinado no silo. Em suas mãos, carregam pás para “cavar” o material e fazê-lo deslizar até as bancadas.

### **Figura 95 – Silo da Copesol Leste**

No momento dessa observação, havia dois cooperados que eram responsáveis por essa tarefa de ajuste no silo, porém ambos executavam outras funções em grande parte do tempo. Assim, havia dois tipos de momentos em que esse ajuste lhes era demandado.

No primeiro, e mais frequente, as triadoras do silo os chamam pois não há mais material disposto à triagem. Em sua atividade cotidiana de triagem, todas utilizam-se de vassouras ou rodos para puxar os materiais que se encontram a uma distância mediana da bancada e que não podem ser alcançados com as mãos, pois não deslizam. Em alguns casos, contudo, a formação de blocos (ou paredes) dificulta o ato da triadora, que então pede aos ajustadores que intervenham.

Outra demanda pelo ajuste no silo ocorre em dias em que há a chegada de um maior número de caminhões no galpão. Quando o silo se encontra cheio, os caminhões são orientados a descarregar o material na plataforma. Porém, percebeu-se que após o descarregamento de dois caminhões consecutivamente na plataforma, a entrada do caminhão era impossibilitada. Deixar o material na parte descoberta do silo acarretava em dois problemas: a possibilidade de chuva (perda de valor do material) e a dificuldade de transporte posterior do material. A solução encontrada pelos ajustadores era a de ajustar a disposição dos materiais no silo. Ao subir sobre as sacolas e materiais soltos, movimentam-no no sentido de comprimí-lo, para aumentar a capacidade de armazenagem do silo e empurrar o material para as bancadas.

Resumidamente, poderíamos afirmar que o silo era utilizado pelos catadores com duas funções, armazenar o material e alimentar as bancadas de triagem, que nos momentos em que o silo se encontrava cheio, formavam certo ciclo vicioso: quando o material não escoar, o ajustador interfere para alimentar a bancada e, ao agir, compacta ainda mais o material que, logo, não escoará outra vez.

#### *3.1.3 Teste de alimentação do silo por meio de bags*

Na avaliação do problema do silo, um problema metodológico e ético se colocou em nossa frente. Típico da análise da atividade, seria interessante avançar em sua compreensão e, para isso, algumas entrevistas informais eram feitas com as triadoras. No momento, percebia-se certa preocupação geral com a produtividade do silo, que apesar de interpretações diferentes, encontravam ponto comum no descontentamento gerado pela baixa rentabilidade do trabalho.

Nesse sentido, pedir às triadoras parte de seu tempo para nos elucidar elementos de seu trabalho nos parecia algo inoportuno, dado que a paralização na atividade para as entrevistas corresponderia em tempo não remunerado de seu trabalho.<sup>27</sup>

Frente a essa questão, tentamos elaborar um teste que pudesse nos trazer mais informações sobre a atividade, sem que com isso fosse necessário parar a atividade das triadoras. Tratar-se-ia então de conceber uma nova situação de triagem hipotética, possível graças a imersão de novos atores no processo; no caso, os técnicos da incubadora. Buscávamos projetar uma nova forma de utilização do silo, que servisse de parâmetro comparativo a situação cotidiana de triagem. Optamos por promover novas condições de triagem, por meio da retirada de materiais na parte superior do silo. Em conversa com alguns cooperados, nos foi demandado que retirássemos aqueles de grande volume – como o papelão; aqueles de alto custo/benefício (grande esforço e remuneram pouco ou não remuneram) - vidro e rejeitos.

Para criar essas condições, contudo, seria necessário que o silo, ou parte desse, fosse esvaziado, para, então, alimentá-lo com o material pré-triado nas condições citadas acima. Como o silo se encontrava cheio, optou-se por esvaziar uma de suas laterais, em espaço correspondente a duas triadoras, que aceitaram participar. Assim, os técnicos retiravam gradativamente o material pela parte superior do silo, enquanto as triadoras continuam em exercício, e o armazenavam em bags de materiais pré-triados.

Finalizado esse processo, começamos a alimentar a bancada em pequenos lotes, definidos pela quantidade de *bags* colocados. Tratar-se-ia de identificar, também, como a elevação contínua da quantidade de material jogada no silo alterava as condições de deslizamento do material plano inclinado abaixo. No total, 10 *bags* foram descarregados, em quatro momentos: um, dois, três e quatro *bags* por vez. Após terminada a triagem desse material, os cooperados voltaram a alimentar a bancada da maneira tradicional, por meio do descarregamento do caminhão.

Nas entrevistas realizadas após o teste, essas foram as questões comparativas levantadas pelas duas triadoras:

“Não há mais o munho que atrapalha.”

“A separação dos materiais ficou mais simples sem vidro no meio.”

“A quantidade de bags não alterou, porque a gente tem que puxar o material do mesmo jeito.”

---

<sup>27</sup> As triadoras do silo recebem por produtividade.

O “munho”, citado na primeira fala, também denominado farelo por algumas triadoras, corresponde à parte formada essencialmente por materiais de pequenas dimensões, como papéis picados, rejeitos, cacos e farelo de vidro que, segundo as triadoras, “não vale a pena triar”. Seja por uma questão de economia de movimentos, dado que o valor desse material é baixo, pois não representa um peso relevante, ou seja pela contaminação do restante do material, envolto em cacos que dificultam a visualização e exigem maior cuidado no ato de triar, o fato de não haver o “munho” foi enfatizado como o elemento principal percebido na modificação do uso do silo.

Acerca do vidro, pode-se dizer que há uma redução considerável dos deslocamentos das triadoras na movimentação interna do material. Alocados pelas triadoras em sacos de ração ou similares, quando cheios, cabe à triadora sair de seu posto de trabalho e esvaziar a sacola no carrinho utilizado para a movimentação do vidro. Assim, a menor quantidade de vidro descarregada no silo reduz esses movimentos das triadoras, ao mesmo tempo que promove a requalificação do trabalho do catador responsável por movimentar o vidro triado que, ao invés de ter que levá-lo ao nível superior empurrando-o rampa acima, com a pré triagem do vidro na plataforma anterior ao silo, passa a movimentá-lo no espaço plano entre a área de armazenagem do vidro e o silo. Por fim, por ser o material com o menor valor agregado na venda, apenas R\$0,07/kg, a redução do seu volume para as triadoras não corresponde a uma diminuição rentabilidade alcançada.

Sobre o volume de material depositado no silo, não se pode refutar a hipótese inicial de que quanto maior a quantidade colocada no silo, pior será a alimentação. Poder-se-ia apenas afirmar que até a quantidade testada (4 bags no caso do maior lote), essa situação não foi observada.

O gráfico a seguir compara os valores pesados por uma das triadoras que participou do teste em dado horizonte de tempo. As pesagens ocorrem de quatro em quatro turnos de trabalho, sendo que a quantidade representada no dia 14 de setembro (de 2015) corresponde aos dias em que o teste foi realizado e o silo apresentava as condições propostas pelo teste. Pôde-se observar que nesse período houve um aumento perceptível da quantidade triada pela catadora, o que acreditamos ter que ver com os fatores elencados por elas.

### **Gráfico 1 – Quantidade de material triado por um trabalhador por tipo de material**

Apresentados os resultados, a coordenadora sugeriu ampliar a área de pré-triagem, ao propor uma nova cobertura na parte externa do galpão. Assim como no caso da demanda de reconstrução da rampa de acesso ao nível inferior, a falta de capital para investir e de concessão do proprietário para realização de reformas nos impediu, temporariamente, de avançar na proposição de soluções para a demanda colocada. Optamos, assim, por elaborar um segundo teste, para avançar na compreensão do trabalho dos ajustadores do silo.

#### *3.1.4 Teste de pré-triagem na plataforma do silo e novos postos de trabalho*

No primeiro teste, propôs-se uma forma de pré-separação dos materiais, como forma de intervir na e analisar a atividade de triagem no silo. Os materiais retirados permitiram, segundo as triadoras e os dados coletados, uma melhoria nas condições de uso do equipamento. Caberia, nesse segundo momento, testar instrumentos e meios de trabalho que permitissem que os materiais como vidro, munho e papelão (que já era pré-triado) fossem, em sua maioria, desencaminhados do silo.

A metodologia proposta foi a mesma. Assumir um novo posto de trabalho, sem alterar a organização prévia da produção. Durante uma semana, estivemos na plataforma anterior ao silo, na tentativa de elaborar procedimentos de separação. Até esse momento, não havia cooperados que tinham como responsabilidade principal a atividade de pré-triagem. Aos ajustadores de silo, perguntávamos a estratégia até então vigente, enquanto juntos executávamos a pré-triagem do papelão.

Apesar de não termos conseguido avançar na proposição de um procedimento de pré-triagem, passada essa semana, um questionamento surgiu no espaço de trabalho: porque não descarregar todos os caminhões na plataforma, para que o ajuste não tivesse que ser feito no plano inclinado e para que o munho não fosse jogado no silo. Nos dias de menor fluxo de caminhão, a nova proposta era parcialmente adotada, a depender da lotação do silo. O procedimento desenvolvido pouco a pouco desencadeou-se em algumas regras: em primeiro lugar, a retirada do papelão, mais volumoso e de acesso imediato aos ajustadores. Em segundo lugar, as sacolas que não eram rompidas pelo caminhão compactador eram atiradas no silo e aquelas reconhecidas como rejeito eram retiradas do silo.<sup>28</sup> Restavam, feito isso, os materiais soltos, o munho e as garrafas de vidro, que quando encontradas, eram colocadas em um dos

---

<sup>28</sup> A retirada dos rejeitos tem também como consequência direta a redução do trabalho do encarregado pelo transporte de vidros e rejeitos da parte inferior à superior do galpão.

carrinhos montados para o transporte, que antes era estacionado na parte inferior do galpão. Por fim, o operador de máquinas utilizava a empilhadeira, acoplada de um dispositivo improvisado, e empurrava o material para o silo.

Notou-se que apesar do esforço dos ajustadores e de integrantes da incubadora, a eficácia necessária para a pré-triagem, que permitiria a nova forma de utilizar o silo sem, contudo, inviabilizar a entrada dos caminhões na plataforma de descarregamento, não era alcançada. Alguns equipamentos, como peneiras suspensas, ou ajustes no silo, como a implementação de bueiros que captassem o munho antes do mesmo chegar as bancadas, chegaram a ser discutidos, porém sem a elaboração de protótipos.

A coordenadora da cooperativa, então, definiu por agregar mais um catador e ocupá-lo com essa função prioritária de pré-triagem. No princípio, a rotatividade observada era considerável, sendo que os quatro primeiros que foram chamados a cumprir a tarefa não restaram mais do que duas semanas no posto. Nesse período, entre outubro e novembro de 2015, observou-se um aumento da chegada dos materiais no galpão e, com isso, o silo era operado próximo a sua capacidade máxima de armazenagem, provendo às triadoras um material bastante comprimido que dificultava sua atividade.

Ao chegar de dezembro e janeiro, meses em que, historicamente, há um aumento do consumo médio da população e, com isso, da quantidade de materiais que chegam à cooperativa, a superlotação chegou ao ponto de provocar uma ruptura na parede do galpão, quase promovendo um acidente de trabalho, como pode ser visto ao fundo da foto abaixo. Em alguns dias, o caminhão não conseguia descarregar na plataforma anexa ao silo, sendo necessário deixar o material na área externa e descoberta, justamente no período em que as chuvas são mais intensas. A possibilidade de perder o material, dada a degradação provocada pelas chuvas, fez com que duas novas triadoras fossem aceitas na cooperativa e uma cobertura fosse improvisada na área externa para que pudessem trabalhar o material que não era levado ao silo.

**Figura 96– Silo da Copesol Leste na sua lotação máxima e detalhe ao funso da ruptura na parede lateral**

Desde que essa decisão de agregar as duas novas triadoras foi implementada, observou-se uma queda gradativa da quantidade de material armazenada no silo, sendo que a partir do mês de março de 2016, até o momento presente, o silo se encontra vazio, ou seja, a velocidade de triagem supera a de recebimento de materiais e, mesmo que nos dias de maior chegada de caminhões haja um descarregamento que preencha consideravelmente o volume do silo, nos dias seguintes as triadoras atingem o objetivo de esvaziá-lo. Os caminhões, sempre que possível, são descarregados na plataforma e, segundo as triadoras, a formação de paredes e as quantidades de vidro e munho foram diminuídas consideravelmente.

Descrito o processo de intervenção colaborativa que desempenhamos na análise do funcionamento do silo da Copesol Leste, cabe, por fim, posicionar as novas demandas colocadas na ordem do dia, junto àquela de reforma da rampa que não pode ser ainda implementada devido aos motivos aqui já elencados.

O aumento da quantidade de material triado por dia promoveu também maiores dificuldades na movimentação interna e armazenagem de material triado pré-prensagem. Como forma de melhorar os fluxos no galpão, propusemos um carrinho porta-bag, descrito em outra seção do relatório geral, e a retirada das prensas e das baias localizadas ao lado do silo, como forma de permitir que fluxos menos cruzados sejam desempenhados, como demonstra o projeto final elaborado por Carla Linares e presente em seu relatório.

A expansão improvisada da área coberta, para acomodar as duas novas triadoras agregadas, requer uma instalação mais adequada, pois parte dos *bags* se encontra ainda exposta às chuvas, dado que o espaço para sua disposição é reduzido. O projeto final de reforma de galpão apresentado por Carla Linares também inclui a proposta de uma nova área coberta no galpão.

Por fim, cabe dizer que apesar de uma maior agilidade coletiva no galpão, com a concepção e implementação de novos postos de trabalho, não observou-se um aumento, nem tampouco redução, considerável da receita por triadora. Isso se deve tanto ao fato de ser necessário

remunerar mais catadores, quanto à queda dos valores de materiais recicláveis observada na transição entre 2015 e 2016. Fato é, no entanto, que a justificativa que a Prefeitura de Belo Horizonte apresentava, quando do início do projeto, de que as cooperativas não tinham capacidade para ampliação da coleta seletiva na cidade, já não é mais plausível no novo contexto vivenciado pelos catadores e catadoras da Coopesol Leste.

#### **4 DESENVOLVIMENTO DO CARRINHO PORTA-BAG**

Foram projetados, até o momento, 3 carrinhos porta bags: (1) dispositivo para auxiliar os catadores nos sistemas de coleta seletiva porta a porta de materiais recicláveis; (2) outro para auxiliar a coleta porta a porta de resíduos orgânicos, recicláveis e rejeito em um assentamento precário, e (3) um terceiro para movimentação de bags no interior dos galpões. Os três projetos foram prototipados e testados. O processo de desenvolvimento, assim como a participação dos catadores, se deu de forma diferente nos 3 carrinhos que estão sendo desenvolvidos.

##### **4.1 Carrinho para coleta seletiva transmodal**

O desenvolvimento de um carrinho porta-bag nasceu a partir de uma demanda de um projeto piloto no bairro belorizontino do Floresta, que consistia na realização da coleta seletiva no bairro por um catador de uma cooperativa de catadores.

A ideia de um carrinho que já apresentasse um lugar para sustentar o bag foi introduzida através de observações de carregamentos de bags em cooperativas na cidade de Itaúna-MG, que possuía um galpão com terreno altamente irregular, característica similar encontrada em uma coleta de rua. Definiu-se assim o desenvolvimento de um carrinho que levaria o bag e possivelmente compartimentos para o papelão e o vidro, facilitando a coleta do material, uma vez que o catador poderia realizar uma pré-triagem durante a mesma desses materiais.

*4.1.1 Identificação inicial do contexto de projeto (situação do projeto, processos de solução, produtos e política existentes, mercado e normas de legislação).*

PNRS, 2010 -Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado). Para que isso de fato aconteça é necessário

desenvolver as bases técnicas do trabalho dos catadores, uma vez que este trabalho ainda possui modos operatórios rudimentares, que geram muita fadiga e doenças crônicas a esses trabalhadores.

Existem várias formas de realizar o serviço de coleta seletiva, os mais utilizados aqui no Brasil são estes<sup>29</sup>:

- Porta a Porta – Veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos que não coincidam com a coleta normal de lixo, e recolhem os materiais recicláveis que os moradores colocam nas calçadas, acondicionados em contêineres ou sacos distintos;
- PEV (Postos de Entrega Voluntária) - Utiliza contêineres ou pequenos depósitos, colocados em pontos físicos no município, onde o cidadão, espontaneamente, deposita os recicláveis;
- Ponto a ponto - É semelhante a coleta porta a porta, porém antes que o caminhão passe recolhendo os materiais, alguns catadores juntam os recicláveis em pontos estratégicos dos bairros e o caminhão passa recolhendo o material ajuntado.

No caso de Pará de Minas a coleta seletiva é feita ponto a ponto pela ASCAMP, em que os catadores percorrem alguns bairros realizando a coleta dos materiais dispostos nas portas dos domicílios e acondicionando-os em dispositivos de armazenamento muito comuns na atividade dos catadores, denominados bags. Nessa atividade, os catadores arrastam os bags no chão das ruas enquanto realizam a coleta, à medida que esses dispositivos de armazenagem vão sendo preenchidos. Com o intuito de facilitar o carregamento dos bags durante a coleta, surgiu a ideia da utilização de um dispositivo móvel sobre rodas para este tipo de tarefa.

Alguns dispositivos que existem atualmente para realizar este tipo de tarefa são os carrinhos construídos nas ruas pelos próprios catadores, carrinhos utilizados pelos garis, para recolhimento de lixo em geral, e carrinhos de carga, geralmente utilizados para o transporte de bebidas. Atualmente já foram desenvolvidos vários tipos de carrinhos para catadores, alguns até mesmo elétricos. Porém, não se tem conhecimento dentre essas tentativas alguma que responda à questão da coleta em bag, e esse projeto visa contribuir com o desenvolvimento de tal alternativa.

---

<sup>29</sup> Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Coleta\\_seletiva](http://pt.wikipedia.org/wiki/Coleta_seletiva)

#### 4.1.2 *Identificação dos fabricantes e usuários*

O projeto envolve o desenvolvimento de um novo dispositivo que não existe no mercado, assim não há como identificar algum fabricante, porém pensando em produtos similares podemos citar alguns destes:

- i) Carrinho Motorizado:
  - Tecscan recibel
- ii) Carrinho de carga (englobando vendedores):
  - Cofermeta > Belo Horizonte, Rua: Paracatu 282 Barro Preto (revendedora)
  - Cikala > São Paulo, Rua: Mercedes Lopes, 991 A - Vila Santana (distribuidora)
  - Weber > São Paulo (distribuidora)

Os usuários dos carrinhos de carga, estes são geralmente, armazéns, supermercados, ou qualquer tipo de loja que tem necessidade de transporte de materiais pesados em pequenas distâncias, por exemplo carregamento e descarregamento.

Porém, considerando o foco do desenvolvimento deste produto os usuários seriam os catadores de material reciclável nas ruas das cidades ou até mesmo dentro das cooperativas, podendo adquirir a função de carregar bags.

#### 4.1.3 *Formulação geral do problema*

A partir das observações realizadas sobre a atividade de trabalho foi formulado o problema, para o qual será desenvolvido o dispositivo, na busca de reduzi-lo, ou se possível eliminá-lo.

O problema: A atividade de arrastar os bags pelas ruas e calçadas para recolher o material reciclável, demanda esforços físicos excessivos por parte dos catadores, podendo acarretar graves problemas a saúde do trabalhador, uma vez que, um bag cheio de material reciclável pode pesar até 50 Kg. Além disso, essa utilização eleva o custo da coleta, uma vez que o arraste diminui a vida útil do bag.

São objetivos específicos:

Contribuir com solução técnica para concretizar a multimodalidade na coleta seletiva, e que se adapte a esse tipo de coleta, para assim possibilitar ganhos em eficiência e minimizar a necessidade de esforço manual precário na atividade;

Contribuir para a minimização de formas precárias na atividade de coleta de material, procurando oferecer alternativa técnica que permita aos catadores a continuidade do exercício de seu trabalho, porém prezando pela preservação de sua saúde.

#### *4.1.4 Análise do processo de trabalho.*

##### *4.1.4.1 Caracterização do processo de trabalho*

A Atividade: a atividade de coleta ponto a ponto consiste basicamente em passar pelas ruas de um determinado bairro, recolhendo os materiais recicláveis deixados pelos moradores, colocando-os no bag e quando este estiver cheio, deixa-o em um ponto estratégico (que já é conhecido pelo caminhão) para facilitar o recolhimento pelo caminhão.

##### *4.1.4.2 Detalhes da operação:*

- Para colocar as caixas maiores de papelão dentro do bag ela as abre, para que ocupem menos espaço, já para as menores ela deixa no bag de forma inteira;
- Foi relatado pela Vanda (catadora da ASCAMP que acompanhamos) que em dia que há muito sol, a sua jornada de trabalho é mais longa, pelo fato de ela parar algumas vezes por exaustão. Em dias de chuva ela trabalha normalmente, apenas quando a chuva está muito forte ela é obrigada a parar o trabalho;
- A Catadora deixa a maioria dos bags no passeio, algumas vezes na frente das casas (de acordo com a Vanda não é comum as pessoas reclamarem do bag na frente de suas casas, porem nas poucas vezes que ocorreu eles mudaram o local);
- Em alguns pontos do caminho ela encheu bags rapidamente devido algumas lojas/mini-fábricas que existem no bairro;
- Em alguns pontos do trajeto, foi percebido que alguns moradores e trabalhadores da região que já conhecem a catadora se disponibilizaram a ajudar no recolhimento de materiais.

#### **Figura 97– Coleta seletiva utilizando bag em Pará de Minas**

- Foi relatado pela Vanda que ela chega na associação (ASCAMP) entre 13:30 e 15:30, depois de ter terminado seu trabalho;

- Os moradores oferecem água quando ela está com sede e ocasionalmente ela também recebe alguns lanches e até guarda-os;
- Ela utiliza um saco (o que usamos para lixo) auxiliar para recolher o material que está em algumas ruas, quando esses são poucos, deixando o bag parado, como na foto abaixo.

#### **Figura 98– Coleta seletiva Pará de Minas**

- No período em que está fazendo a coleta a Vanda não se alimenta, apenas toma água quando necessário; em alguns casos, depois de cheios os bags, ela os fecha, deixando-os preparados para o caminhão buscar. Porém, em outros casos, ela deixa bags abertos, porque sabe que alguns moradores depositam o material nestes bags depois que ela já passou.

#### **Figura 99– Ponto de armazenamento de materiais coletados em Pará de Minas**

- Foi relatado que no bairro São José, bairro de classe alta em que a catadorea também realiza coleta, existe muito vidro no material coletado, o que seria algo a se considerar no desenvolvimento de carrinho porta bag que possibilitasse a separação prévia do vidro;
- O bairro que foi feita a observação passou por um período de conscientização de dois anos, o que reflete positivamente na quantidade e na qualidade do material coletado;
- Muitas vezes a catadora carrega/ puxa dois bags, um no qual ela coloca o material e outro contendo mais bags dentro;
- Apesar de não ser um bairro muito movimentado, ocorre algumas vezes da Vanda disputar espaço com os carros na rua, já que ela se locomove muitas vezes pela rua e não no passeio;

- As vezes ocorre de as pessoas deixarem materiais com baixa reciclabilidade (ex: caixa de ovo), porém a catadora nos disse que os recolhe da mesma forma, para não perder um “cliente”;
- Em algumas ruas em que a catadora percebeu que o caminhão já recolheu o material, ela não passa;
- Há muitas ruas que não são asfaltadas (calçadas).
- Tabela com peso das bags (kg):

**Tabela 2– Peso de bags com materiais provenientes da coleta seletiva em Pará de Minas**

Nº de bags	Peso dos bags
1	35Kg
2	35Kg
3	40Kg
4	34Kg
5	28Kg
6	20Kg
7	30Kg
8	26Kg
9	50Kg
Media	33,1Kg

Obs1: Para a medição utilizamos uma balança de pescador que suporta até 50Kg;

Obs2: Os pesos dos bags são aproximados, devido a algumas incertezas no momento de medição, como dificuldade para levantar o bag, dificuldades para encontrar local para pendurar a balança de pescador, etc.

**Tabela 3- Tabela de tempo necessário para encher bag em Pará de Minas**

Tempo gasto para encher x bags	Número de bags
8:00 às 8:50	5 bags

8:50 às 9:10	2 bags
9:10 às 9:30	3 bags
9:30 às 9:40	1 bag
9:40 às 10:07	1 bag
10:07 às 10:23	1 bag
10:23 às 10:43	1 bag
10:43 às 10:57	1 bag
10:57 às 11:10	1 bag
11:10 às 11:30	1 bag
11:30 às 12:00	2 bags
Tempo total: 4 horas	Número total de bags: 19 bags
Média de bags por hora	4,75 bags/hora ou 12,6 min para encher um bag

Obs1: Quando iniciamos nosso acompanhamento, a Vanda já tinha iniciado a sua atividade, e já havia enchido 2 bags de material, portanto o número total de bags é 21;

Obs2: O balde de margarina ficou cheio de vidro às 10:40 e o seu peso foi de 6Kg, ao final da observação o balde continha ainda poucas garrafas de vidro, ou seja, durante toda coleta foi preenchido pouco mais de um balde de vidro;

Considerando o peso médio dos bags e o total de bags daquele dia recolheu-se 695,1Kg de material reciclável. Para a realização da coleta ponto a ponto, os catadores utilizam os seguintes dispositivos: cerca de 25 bags, fitas para amarrarem os bags, alguns sacos de lixo de 100 litros, uma mochila de costas.

**Figura 100 – Forma de fechar os bags em Pará de Minas****Tabela 4- Dados sobre a coleta em um bairro no município de Pará de Minas:**

Paradas	tempo	tempo parada	distância percorrida	altitude (metros)	diferença de altitude	classificação do caminho
0	0	0	0	835	0	
1	7min	11min 54s	479m	828	7m	descida
2	23m 49s	4m 12s	851m	817	11m	descida
3	30m 13s	2m 33s	920m	823	-6m	subida
4	33m 45s	35s	1,03km	816	7m	descida
5	35m	7m 6s	1,04km	816	0m	reta
6	42m 5s	1m 36s	1,09km	816	0m	reta
7	48m 40s	7m 24s	1,36km	818	-2m	reta
8	1h 2s	4m 16s	1,66km	829	-11m	subida forte
9	1h 10m 55s	2m 1s	1,87km	834	-5m	subida
10	1h 17m 7s	43s	2,08km	845	-11m	subida forte
11	1h 19m 42s	7m 23s	2,13km	845	0m	reta
12	1h 29m 19s	6m 53s	2,22km	845	0m	reta
13	1h 36m 29s	6m 19s	2,24km	845	0m	reta
14	1h 48m 33s	4m 8s	2,36km	844	1m	reta
15	1h 59m 19s	4m 9s	2,8km	844	0m	reta

16	2h 5m 33s	32s	2,97km	843	1m	reta
17	2h 8m 30s	3m 47s	3,09km	842	1m	reta
18	2h 23m 51s	2m 25s	3,49km	830	12m	descida
19	2h 33m 30s	2m 12s	3,85km	844	-14m	subida
20	2h 39m 29s	2m 5s	3,98km	833	11m	descida
21	2h 49m 52s	2m42s	4,24km	822	11m	descida
22	2h 55m 25s	1m 38s	4,35km	819	3m	
23	3h 44s	37s	4,49km	814	5m	
24	3h 3m 37s	2m 24s	4,57km	818	-4m	
25	3h 10m 1s	3m 8s	4,83km	831	-13m	subida
26	3h 32m 28s	3m 21s	5,2km	828	3m	
27	3h 40m 52s	2m 59s	5,33km	824	4m	descida
28	3h 48m 49s	1m 18s	5,53km	816	8m	descida
29	3h 52m 58s	12m	5,78km	817	-1m	reta

Obs: o tempo 0 se refere ao início do acompanhamento do trabalho da Wanda, que foi às 7:55, ou seja, o horário do trabalho real é dado pelo valor da tabela + 7h:55m (manhã).

#### 4.1.4.3 Análise das tarefas de comando

A distância percorrida arrastando os bags em um dia de coleta seletiva é de aproximadamente 6 Km, considerando que não é o mesmo bag que é utilizado durante todo o trajeto. O bag, principal dispositivo utilizado para a coleta, possui pouco tempo de vida uma vez que é usado durante 6 dias por semana de forma intensa.

Considerando o contexto de coleta seletiva, é previsto que o carrinho seja utilizado 5 vezes por semana, com uso diário de aproximadamente 5 horas ininterruptas.

#### 4.1.4.4 Análise das condições ambientais.

O ambiente que o carrinho será utilizado são as ruas e calçadas de todos os tipos, considerando os extremos das ruas temos:

- grandes inclinações;

- muitos buracos que podem vir a causar problemas no carrinho, como quebra do eixo, estouro de pneu, queda do material, etc;
- movimentação de veículos (No local analisado aproximadamente 5 carros por minuto ), influi no tempo gasto para a realização da tarefa, uma vez que tem que ocorrer os desvios, ou até mesmo a parada do serviço. Existem locais na cidade em que a coleta em bags não é realizada justamente pelo grande tráfego de veículos (especialmente em centros urbanos).
- ruas de calçamento;
- passeios altos ( De 10cm até 15cm): isso influencia no tamanho da roda, uma vez que ela terá que subir esse passeio.

#### *4.1.4.5 Análise das tarefas de manutenção.*

São elementos e tarefas a se verificar para garantir a manutenção do carrinho:

- Verificar o estado das rodas:
  - Realizar a calibragem do pneu;
  - Gasto com a troca do pneu, caso fure, rasgue, estrague, etc.;
  - Verificar o alinhamento das rodas;
  - Lubrificar tanto as rodas quanto o eixo das mesmas.
- Estrutura do carrinho:
  - Pintar regularmente, para evitar enferrujar;
  - Verificar se existem rachaduras que podem vir a quebrar e conserta-las.

#### *4.1.4.6 Análise dos fatores morfológicos (relacionados aos aspectos físicos e estruturais do carrinho)*

Largura do carrinho deve ser próximo de 1,00m, pois ele será manuseado na rua/ passeio, sendo assim não pode ocupar toda a calçada; e ao mesmo tempo tem que comportar um bag.

O peso do carrinho deve ser de no máximo 30kg, uma vez que além do peso do carrinho, deve ser considerado o peso do bag que estará sobre o mesmo, que pode chegar a pesar 50kg.

*4.1.4.7 Análise dos fatores de operação (sistema, sub-sistemas e funções técnicas do produto, obsolescência) sistema de amortecimento, sistema de direção, sistema de transmissão, sistema de frenagem, outros sistemas*

- O sistema de amortecimento do carrinho são as rodas;
- O tamanho do eixo das rodas, as “alavancas” (onde o homem carrega o carrinho), são características que vão influenciar a dirigibilidade;
- O sistema de frenagem é através da força humana, ou seja, não haverá freio nas rodas;
- As características físicas, tal como o centro de gravidade do carrinho na posição do movimento vai influenciar na transmissão da força do catador para força mecânica (todas as características que vão reduzir a necessidade de força).

*4.1.4.8 Análise dos fatores de comunicação.*

Com a intenção de melhorar a relação com a comunidade, é necessário que o carrinho apresente um design que chame a atenção das pessoas, buscando reduzir a ideia de sujeira que está relacionada com a atividade. É interessante também que o produto estampe o nome da cooperativa de catadores a que está associado.

*4.1.4.9 Análise dos fatores de produção do carrinho.*

Pensando na produção, primeiramente foi adquirido um carrinho de carga que será modificado, porém pode vir a ser a base desse novo produto. Serão utilizadas barras de ferro (resistentes e leves) para montar a estrutura que comportara o bag. Para o papelão serão utilizadas telas apenas para delimitar o espaço, além das hastes com o objetivo de sustentar o recipiente de vidro. A soldagem vem com o objetivo de juntar as peças o lugar.

O carrinho será produzido em somente uma unidade, utilizando de ferramentas e espaço cedidos no Colégio Técnico (COLTEC), situado na UFMG.

*4.1.4.10 Análise e avaliação dos produtos existentes*

É importante ressaltar que o produto que está sendo desenvolvido é inteiramente novo. Porém realizamos a breve avaliação abaixo, que foi realizada em produtos de alguma forma relacionados ao carrinho em questão nesse relatório.

**Figura 101- Carrinho manual convencional de coleta de materiais recicláveis**

As rodas se localizam no meio do carrinho, porém o centro de gravidade do carrinho tende para a parte traseira, assim quando parado, o carrinho permanece na posição como ilustrado na imagem. A atividade dos catadores consiste em catar (recolher) o material reciclável das ruas e venderem para as cooperativas. Normalmente o peso do material coletado varia entre 800Kg a 1000Kg e os carrinhos utilizados para esta atividade não possuem divisão interna que possibilite uma separação dos materiais. Para movimentar o carrinho o catador realiza uma força para abaixar as alavancas e puxá-lo, como o catador fica na frente do carrinho a direção dada pelo seu movimento é a direção do carrinho. Além disso, o sistema de amortecimento conta com a roda e com um objeto metálico que liga o eixo das rodas com o carro, esse objeto possui certa elasticidade, diminuindo o impacto sofrido pelo carrinho.

Considerando que para atividade dos catadores é necessário que o carrinho permaneça parado no momento em que se realiza coleta, observa essas duas situações extremas:

- Subidas íngremes: o peso do carrinho tende a ficar na parte traseira e como este carrinho possui o apoio na parte traseira, ele permanece imóvel;
- Descidas íngremes: por não possuir apoio frontal e devido ao peso puxar o carrinho para baixo, o mesmo tende a descer.

#### CARRINHO DE BAG USADO EM GALPÃO (COOPERT - ITAÚNA)

O carrinho utilizado no galpão de Itaúna tem como objetivo principal transportar os bags cheios de material triado dentro do próprio galpão, ou seja, são usados para pequenas distâncias e não enfrentam um ambiente com tantas diversidades quanto à elevação, subida ou descida íngremes, etc. quanto nas ruas.

É o mesmo carrinho utilizado em supermercados e em transportadoras (carrinho de carga), porém com algumas modificações:

1. A primeira modificação é a extensão das alavancas (o aumento das alavancas aumenta o torque aplicado pelo trabalhador diminuindo a força exigida para que o carrinho seja inclinado), para facilitar que o carrinho seja inclinado e então movimentado (foto abaixo).

**Figura 102– Carrinho porta bag da Coopert – prolongação das alavancas**

A segunda modificação são duas hastes retas acopladas nas alavancas que permitem que o bag que será transportado seja amarrado nessas hastes para que não caia do carrinho durante o transporte. (Segue imagem)

**Figura 103– Carrinho porta bag da Coopert – hastes para amarre dos bags**

**CARRINHOS UTILIZADOS NA COOPESOL LESTE (BELO HORIZONTE)**

Durante a visita na Coopesol Leste foram identificados três carrinhos:

1. Carrinho de fardo:

**Figura 104– Carrinhos de transporte de fardos da Copesol Leste**

O carrinho acima, foi montado pelos próprios catadores, possui o peso de aproximadamente 25Kg e é utilizado apenas dentro do galpão de reciclagem. Foi observado a utilização dos mesmos para duas atividades, a movimentação do vidro e o carregamento de fardos prontos para a pesagem e desta para o armazenamento.

O carrinho possui sistema de freios/apoio frontal, além de apresentar dois suportes na parte inferior do mesmo. A roda é de metal e revestida de borracha. Sobre isso, foi alegado que o pneu com câmara de ar fura constantemente devido aos cacos de vidros que ficam no chão do galpão.

As medidas do carrinho são:

- Altura total: 1,47m
- Largura (distancia entre as rodas): 61 cm
- Altura quando apoiado (freio): 30 cm
- Diâmetro da roda : 21cm

De acordo com as medidas acima, podemos então perceber que para levantar o carrinho o catador necessita abaixar o corpo e encurvar a coluna, além de durante o movimento os braços devem permanecer sempre esticados sustentando o peso do carrinho e do material que pode chegar a mais de 100Kg (carga estática).

**Figura 105- Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em duas posições**

Considerando a atividade de carregamento do vidro, é utilizado uma capa de geladeira que funciona como o espaço para o armazenamento do material. A capa de geladeira carregada com vidro chega a pesar cerca de 120Kg. Essa estrutura apresenta muito desgaste devido a natureza da atividade, sendo assim necessário a troca desta capa regularmente. A reutilização desse componente de geladeiras porém é uma interessante tecnologia de baixo custo, uma vez que a cooperativa costuma receber geladeiras usadas regularmente. Para transportar o carrinho carregado com o vidro, os catadores empurram o carrinho, porém quando ele está vazio, eles o puxam.

**Figura 16 - Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em uso**

Para o despejo do vidro, os catadores inclinam o carrinho a quase 90°, permitindo que a capa de geladeira seja alavancada do carrinho e que o material seja todo despejado no pátio. Depois desse descarregamento, os catadores recolhem a capa e a recolocam no lugar.

**Figura 106 - Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em uso no descarregamento**

Quando é realizado o carregamento dos fardos, as observações são equivalentes. Vale a pena ressaltar que um fardo pode chegar a pesar mais de 300Kg.

**Figura 107 - Carrinho de transporte de fardos Copesol Leste em uso no carregamento dos fardos**

2. Carrinho de Transporte de Rejeitos

**Figura 108- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste**

O carrinho acima apresenta maiores dimensões em relação ao anterior sendo as seguintes:

- Altura total :1,89m
- Altura da grade (suporte): 1,26m
- Altura traseira(escada): 1,05m

- Largura do “puxador”: 0,45m
- Distancia da parte traseira até o eixo: 0,58m
- Largura da grade (suporte): 0,87m
- Largura entre as rodas: 0,66m
- Diâmetro da roda: 0,26m

Utilizado somente dentro da cooperativa, o carrinho transporta o material que não pode ser utilizado na cooperativa (rejeito, ou lixo). Nessa operação, são carregados vários sacos de rejeitos simultaneamente chegando a pesar aproximadamente 70kg. É importante destacar que este carrinho foi modificado para a realização da tarefa. A grade serve como suporte do material e a escada localizada na parte traseira do carrinho funciona também como um suporte, evitando a queda do rejeito. Esse carrinho também mantém a logica das rodas sem câmara de ar devido a grande quantidade de vidro no chão: ela é uma roda de madeira revestida com uma borracha.

**Figura 109- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste em uso**

Para o transporte o catador utilizar de uma corda elástica, a qual passa por cima dos sacos, assim objetivando mantê-los no lugar. Porém, foi observado que ocorre do material cair pelos lados, uma vez que estes não apresentam suportes. A descarga do material rejeitado é feita pelo lado do carrinho.

**Figura 110- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste – detalhe da corda elástica**

Diferente do carrinho anterior, este segundo apresenta apoio/freio traseiro, o qual quando parado o carrinho fica a aproximadamente 40° do chão. Para a movimentação do mesmo o catador puxa o carrinho quando cheio com a ajuda do corpo, posicionando a haste de puxar abaixo da barriga (quadril) e o empurra quando vazio.

**Figura 111- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste – forma de utilização**

Como o apoio é traseiro e o carrinho possui uma estrutura em "L", quando cheio, o peso se concentra na parte traseira do carrinho. Assim, no momento em que o catador abaixa a haste frontal para posicionar e movimentar o carrinho, ele necessita colocar todo o peso do corpo sobre as hastes para conseguir abaixa-las.

**Figura 112- Carrinho de transporte de rejeitos da Copesol Leste em uso 2**

3. No ultimo carrinho, que possui freio frontal, foi observado que quando estacionado, o mesmo permanece quase a 180°. Por esse motivo e por sua estrutura robusta, pessoa força necessária para operação deste carrinho é maior.

**Figura 113- Carrinho de transporte de uso geral da Copesol Leste**

### ANÁLISE DO CARRINHO DE VARRIÇÃO

A análise do carrinho de varrição foi feita durante um dia de semana no centro de Belo Horizonte pela manhã. Foram entrevistados quatro garis (varredores de rua) ao todo no momento em que estavam trabalhando. O trabalho realizado pelos garis era feito em duplas: uma pessoa varria a calçada, ajuntando o material varrido em montes, enquanto a outra pessoa colocava o material que foi ajuntado dentro de um saco plástico que estava inserido dentro do carrinho.

Alguns pontos foram observados e também relatados pelos próprios garis: (esses pontos foram considerados para a concepção do novo dispositivo)

- Por causa da roda (pequena em relação à estrutura do carrinho), é difícil subir com o carrinho em calçadas;
- A estrutura do carrinho é pesada, o que dificulta a mobilidade do mesmo quando está cheio;
- O carrinho é empurrado (e não puxado) pelos garis;
- Foi relatado que vez ou outra a roda desprende do eixo e faz com que os garis se machuquem;
- Quando recolhem papelão, eles o amassam e o colocam entre o apoio e umas fitinhas amarradas na estrutura do carrinho;
- O local onde é permitido o depósito o lixo recolhido é geralmente distante da área onde trabalham. Isso faz com que eles acumulem muitas sacolas de lixo no carrinho, fazendo o mesmo ficar muito pesado.

### ANÁLISE DO CARRINHO MOTORIZADO

**Figura 114- Carrinho motorizado para recolher materiais recicláveis**

O carrinho motorizado apresentou-se inovador, porém, a partir de algumas observações feitas, percebeu-se que a altura da grade atrapalha colocar o material. Existem ocasiões em que,

dependendo do local onde está passando, a roda traseira perde o contato com o chão (como, por exemplo, se houver um desnível na rua) forçando o catador a puxar manualmente o carrinho. O tanque de combustível é considerado pequeno para os catadores, que relataram o receio de se acabar o combustível durante a coleta.

#### *4.1.5 Definição dos requisitos*

##### *4.1.5.1 - Requisitos*

- Possibilitar subir e descer passeios;
- Andar bem em calçamento e outros terrenos irregulares;
- Comportar e sustentar um bag, tanto cheio de materiais recicláveis quanto vazio;
- Estrutura rígida o suficiente para suportar bags cheios com até 100 kgs (caso extremo de um bag preenchido somente com material de alta densidade, como papéis e vidros);
- Estrutura leve para facilitar o levantamento e deslocamento do bag;
- Manutenção de fácil realização e com custo baixo;
- Possibilitar ser facilmente colocado e transportado no caminhão

#### **RESTRICÇÕES**

- Peso menor que 30kg;
- Largura maior que 1,00m porém menor que 1,10
- Não pode ser muito comprido (<1,30)

##### *4.1.5.2 Características do produto.*

- Possuir uma estrutura que acomode o bag, deixando-o aberto para facilitar colocar os materiais;
- Ter um recipiente redondo, resistente e que não seja fixo à estrutura do carrinho, permitindo assim sua retirada para o armazenamento do vidro;
- Estrutura a parte para o papelão, considerando que as caixas serão previamente desmontadas;
- Dispor de uma lona para cobrir os materiais e impedir que os mesmos sejam danificados pela chuva.
- Guarda sol para o catador

- Dispositivo para armazenar bag vazio
- Dispositivo para o catador armazenar pertences pessoais.
- Lugar para armazenar as fitinhas utilizadas para amarrar o bag.
- Suporte (encosto) pra não ter q levantar o carrinho e descer toda hora que for andar.

#### *4.1.6 Etapa de desenvolvimento*

##### *4.1.6.1 - Desenvolvimento de alternativas de concepção do produto como um todo.*

Partindo das diretrizes já listadas, foi desenvolvido um desenho inicial para o carrinho no software SketchUp. Esse desenho encontra-se abaixo, e o mesmo foi levado a algumas serralherias, para verificar a viabilidade técnico-construtiva da solução.

#### **Figura 115– Primeira proposta do desenvolvimento do carrinho**

##### *4.1.6.2 - Avaliação e seleção de alternativas de concepção.*

Posteriormente foi apresentado a duas serralherias para orçamento, porém foram constatados de antemão alguns problemas/erros de projeto:

- O comprimento do carrinho fragiliza a estrutura, aumentando as possibilidades que ele quebre (pouco resistente);
- O carrinho possivelmente ficaria com a estrutura pesada;
- A roda estrela poderia diminuir a dirigibilidade;
- Alto custo para fabricação desse protótipo.

Devido a essas dificuldades apontadas pelas serralherias, optou-se pelo desenvolvimento na própria base do carrinho (carro de carga) pensar pequenas adaptações simples e de baixo custo, para colocarmos logo o carrinho nas ruas para teste. Dessa feita, os seguintes pontos mínimos foram concebidos:

- Permitir a colocação, conformação e suporte de um bag de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>, tanto vazio quanto cheio, com possibilidade de manter a boca do mesmo minimamente aberta durante a atividade de coleta;
- Evitar que o bag arraste nas rodas do carrinho;

- Permitir a existência de compartimento ou suporte para inclusão de um recipiente que propicie a coleta de vidro de forma separada;
- Propiciar o carregamento de alguns bags vazios e se possível de papelão de forma separada.

Adotando esses pontos mínimos, desenvolveu-se adaptações no carrinho utilizando recursos que se dispunha. O carrinho adaptado pode ser visto na figura abaixo:

**Figura 116– Protótipo do carrinho para coleta seletiva transmodal**

*4.1.7 Etapa de testes*

Montado o carrinho, submetemo-lo a um teste em Belo Horizonte. O teste foi realizado no bairro Funcionários, na região da Savassi em Belo Horizonte.

*4.1.8 Revisão do projeto*

- Inicialmente apareceu a demanda de um projeto piloto Floresta em parceria com uma cooperativa em que o catador da mesma realizaria a coleta seletiva;
- Foi proposta a possibilidade de utilizar a ajuda de algum dispositivo móvel para carregar o bag facilitando a coleta;
- Foi trazida a ideia de carregar o bag com carrinho de carga (algo já realizado em cooperativa em Itaúna);
- Surgiu a ideia de usar o carrinho de carga como base para um “carrinho porta bag”, com o objetivo deste realizar a coleta dos materiais na rua;
- Foi realizada uma saída em campo para observar o trabalho dos varredores de rua e a utilização do carrinho usado por eles. Algumas diretrizes foram tomadas baseadas nesse carrinho;

- A partir disso, começamos a desenvolver um carrinho para uso dos catadores para a atividade de coleta seletiva, com objetivo de facilitar o manuseio dos bags nas ruas durante a coleta.

#### 4.1.8.1 Diretrizes iniciais

- Utilização da roda estrela buscando facilitar as subidas e descidas dos meios-fios;
- A necessidade de um espaço para o bag ficar aberto durante a atividade;
- Quanto a movimentação do carrinho foi concluído que o catador puxe o carrinho buscando evitar possíveis acidentes;
- Existência compartimentos no carrinho para separar o papelão e o vidro (possibilitando a triagem no momento da coleta);
- O recipiente do vidro foi pensado para ficar o mais próximo do eixo do carrinho para facilitar o levantamento do carrinho;
- Foi idealizado a utilização de materiais leves (para não aumentar muito o peso da carga) e resistentes (devido ao stress que o carrinho sofrerá durante a atividade) para construir o carrinho;
- O design do carrinho foi pensado para facilitar a retirada e o armazenamento dos materiais e também que permita a auto regulação por parte dos catadores
- Capa de chuva para os materiais

#### Quadro 15– Aspectos e atributos para a análise do carrinho

Atributos- Discriminação	Diretrizes para o projeto do carrinho	Interferência
Aspectos Estéticos		
Cor - Qualquer tipo de cor que não descaraterize o carrinho	O carrinho pode ter cores que chamem a atenção da sociedade para uma questão mais ecológica, ou cores que facilitam a visualização do objeto pelos pedestres e motoristas.	
Assimilação do objeto - Identificação do objeto e de sua função	O carrinho deve ser de uso simples e fácil, sem possuir funções que não sejam utilizadas.	
Aparência - O que se mostra à primeira vista, exterioridade.	Ser atrativo ao olhar do usuário (catador) e do público. Isso pode valorizar o trabalho do catador, chamando a atenção da sociedade para este trabalho.	

Visual - Tecnológico -Relativo ao desenvolvimento tecnológico.	Um objeto tecno novo, pode conter novos materiais, dispositivos ou sistemas, que valorizam a estrutura e o desing do carrinho.	
Visual - Ecológico - Relativo à ecologia, materiais reciclados, reaproveitamento.	Mostrar a relação do carrinho com a reciclagem. Pode ser feito através de adesivos da cooperativas, de desenhos relacionados a como fazer a reciclagem etc.	
Aspectos Técnicos		
Dimensionamento do recipiente - Dimensionamento adequado para armazenar materiais e realizar a atividade de coleta e retirada dos materiais	O carrinho deve acomodar um bag, porem não pode obstruir a calçada, $1,0m < X < 1,20m$ . <a href="http://www.crea-mg.org.br/publicacoes/Cartilha/Guia%20de%20acessibilidade%20urbana.pdf">http://www.crea-mg.org.br/publicacoes/Cartilha/Guia%20de%20acessibilidade%20urbana.pdf</a>	
Dimensionamento do recipiente para vidro - Dimensionamento adequado para armazenar o vidro	O recipiente será em forma de cilindro, com 0,30m de comprimento e 0,30m de diâmetro.	
Dimensionamento do recipiente para papelão - Dimensionamento adequado para armazenar o papelão	O recipiente do papelão deve ter um dimensionamento que armazene tanto caixas de papelão desmontadas, como caixas pequena montadas (0,30cm <sup>3</sup> ), porem o seu comprimento/altura vai ter mesmo dimensionamento do carrinho(1,0m)	
Dimensionamento do recipiente para o bag - Dimensionamento adequado para armazenar o bag	O volume do bag é de 1m <sup>3</sup> , assim o recipiente que o armazenará deve ter no minimo esse volume, porém como o bag pode se conformar ao espaço, este pode ter uma dimensão um pouco diferenciada do formato do bag(cubo).	
Durabilidade - Características que aumentem a vida útil do objeto	Possuir uma estrutura firme e resistente, os pneus devem ser propícios aos ambientes onde o carrinho será utilizado. Considerando que para este tipo de trabalho, o carrinho será utilizado cerca 5 ou 6 horas por dia, durante 5 dias por semana.	
Segurança do usuário - Características do material e da forma do objeto que não gerem riscos ao usuário e nem a sociedade	O carrinho deve ser puxado, pois se for empurrado pode funcionar como alavanca. Possuir algum sistema de parada que torne impossível a volta do carrinho em um morro.	
Resistência - Características que suportem ao desgaste e ao vandalismo	O carrinho deve possuir uma estrutura firme e reforçada, uma vez que será utilizado em solos irregulares etc	

Custo - Custo de fabricação e manutenção	A estrutura do carrinho como um todo e a escolha dos materiais, devem considerar a facilidade de manutenção, uma vez que o carrinho será usado intensamente (30 horas semanais) e não será viável caso tenha um alto custo para isso. Além disso, em casos de problemas durante a jornada de trabalho, os catadores devem ter os equipamentos/materiais necessários para “consertar” o problema. É claro que grandes manutenções não são possíveis de realizar durante a jornada de trabalho.	
Robustez -	O carrinho será usado em situações que necessitam robustez do carrinho, uma vez que o carrinho será usado 5 dias por semana, 6 horas por dia, em calçadas, irá subir e descer passeios	
Leveza -	A estrutura do carrinho deve ser a mais leve possível, uma vez que os catadores o utilizarão durante quase todo tempo de trabalho e a leveza é uma característica que está diretamente ligada a qualidade do trabalho do catador e permite que ele realize menos esforço.	
Aspectos Funcionais		
Retirada dos materiais do carrinho - Particularidades que priorizam o conforto, a praticidade e facilidade na hora de retirar os materiais do carrinho	A retirada do bag deve ser feitas da forma mais simples possível, sem a necessidade de carregar/ levantar o mesmo, ou apresentar algum obstaculo para sua retirada. O mesmo serve para o vidro e o papelão.	
Colocar os materiais - Particularidades que priorizam o conforto, a praticidade e facilidade na hora de recolher os materiais e colocá-los no carrinho	A facilitação para colocar os materiais pode ser dada pela permanência da boca do bag aberta durante toda a coleta, o papelão deve ter um espaço de fácil acomodação (se for utilizar de elásticos não pode ser algo que demore muito tempo, pois isso acarretará em um aumento do tempo de trabalho e assim pode não ser adotado pelo catador.)	
Mobilidade - Especificidade de locomoção do objeto	É uma das principais características do objeto, assim deve-se estar sempre com boas rodas e o sistema de eixos com manutenção em dia. Obs: foi constatado que a roda estrela tem baixa mobilidade e não se adequa para esta atividade.	

<p>Acessibilidade aos diversos tipos de recipientes presentes no carrinho - Acesso aos recipientes de armazenamento por qualquer usuário do carrinho</p>	<p>O carrinho não pode apresentar nenhum obstáculo que impeça, ou torne mais difícil colocar os materiais em seu devido espaço.</p>	
<p>Outras funções - Objeto multifuncional</p>	<p>Conseguir suprir várias funções demandadas na atividade de coleta. Ex: um pequeno lugar para os catadores colocarem seus pertences.</p>	
<p>Limpeza do objeto - Objeto sem restos de materiais, ou lixo.</p>	<p>É importante inexistência de cantos onde pode acumular materiais. Deve ser feito de materiais que facilitam a limpeza e não acumulam líquidos ou pequenos pedaços de materiais. A limpeza do carrinho provavelmente será feita pelos próprios catadores que o utilizam ou pela cooperativa</p>	
<p>Sistema de amortecimento - Sistema que diminua o impacto sofrido pelo carrinho</p>	<p>A roda é o principal objeto que amortece o impacto sofrido pelo carrinho. Portanto é necessário que a escolha da roda tenha como uma das prioridades melhorar o amortecimento do carrinho. O diâmetro da roda, o material e a marca podem influenciar.</p>	<p>Roda com câmara de ar: Diminui bastante o impacto sofrido pelo carrinho, facilita subir e descer calçadas, porém pode esvaziar facilmente durante o trabalho  Roda sem câmara de ar: Não diminui tanto o impacto, e também não facilita subir e descer calçadas, porém necessita de pouca manutenção  Roda grande: facilita a subida e descida em calçadas.  Roda pequena: não facilita a subida e descida em calçadas.</p>
<p>Sistema de direção Sistema que facilite a dirigibilidade e mobilidade</p>	<p>Faz parte do sistema de direção do carrinho, as alavancas, as rodas e o eixo das rodas. Para este sistema funcionar bem, é necessário que o catador sem muita força, consiga movimentar o carrinho em todas as direções requeridas, considerando que haverá grandes inclinações em seu trajeto.</p>	<p>Eixo grande: Estável e baixa dirigibilidade, principalmente em curvas  Eixo pequeno: Instável e boa dirigibilidade  Alavanca grande: baixa dirigibilidade  Alavanca pequena: boa dirigibilidade</p>

<p>Sistema de transmissão - Sistema responsável por maximizar a transformação de energia mecânica em energia cinética (diminuir o atrito)</p>	<p>Faz parte do sistema de transmissão do carrinho, as alavancas, as rodas e o eixo. Para que este sistema funcione de forma ótima, devemos analisar como realizar menos força (energia mecânica) para mover o carrinho de um lugar para o outro. Vários fatores interferem neste sistema, como: altura e tamanho das alavancas, o tamanho e o material das rodas (que pode diminuir o atrito com o solo), inclinação que o carrinho será movimentado etc.</p>	
<p>Sistema de frenagem - Sistema responsável para frear o carrinho</p>	<p>É composto pela força do homem que transmite a mesma para as “alavancas” e pelos apoios.</p>	<p>Apoio: O material utilizado no apoio interfere diretamente no sistema de frenagem, uma vez que o atrito do apoio com o chão é o principal responsável por parar o carrinho. (quando utilizado)</p>
<p>Sistema de apoio - Sistema responsável por manter o carrinho parado quando este não estiver em movimento, e determinar a inclinação do carrinho quando parado</p>	<p>O apoio deve ser pensado para todas as situações, descida, subida e reta. Deve-se pensar o comprimento do apoio e onde ele irá ser colocado na alavanca de forma que satisfaça todas essas situações. Além disso o apoio pode reduzir a força(peso) exercida pelo usuário para sustentar o carrinho baseado na inclinação inicial do carrinho.</p>	<p>Apoio grande: reduz muito o peso do carrinho sustentado pelo usuário, em subidas o apoio pode encostar no chão e em descidas será mais fácil parar o carrinho. Apoio pequeno: reduz pouco o peso do carrinho, em subidas não terá problema e em descida (interfere menos) será mais difícil.</p>

## **4.2 Coleta integrada de resíduos em assentamento precário e projeto de carrinho de coleta porta a porta**

O pesquisador francês Diego Guidi, em outubro de 2014, entrou em contato com o Núcleo Alternativas de Produção, pois gostaria de nos apresentar o projeto de implementação de um sistema de gestão integrada de resíduos que havia ajudado a desenvolver na cidade de Puerto Suarez, na Bolívia. Além disso, o pesquisador estaria em Belo Horizonte por alguns meses, e teria o interesse de replicar a experiência apresentada que avaliava ser bem exitosa.

A proposta, apresentada pelo pesquisador, seria a de: a) levantar informações sobre os preços do mercado de reciclagem e de compostagem e sobre as tecnologias praticadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte e b) definir o local para intervenção e c) durante um mês, auxiliar na construção conjunta do projeto com o sujeito social alvo da ação.

A concepção inicial do piloto definia como objetivo a limpeza de um bairro associada à criação de alternativas produtivas de geração de trabalho e valor. Por meio de um sistema de coleta que possibilitasse a separação dos resíduos orgânicos e recicláveis, pensava-se na comercialização de dois produtos finais, recicláveis e adubo – advindo do tratamento do lixo orgânico –, e na queima dos resíduos sanitários, devido ao maior risco à saúde dos moradores.

O local a ser escolhido deveria ser, então, um espaço onde a coleta dos resíduos fosse um problema e no qual, o acesso dos pesquisadores não fosse dificultado. Em reunião, definiu-se pela escolha da ocupação Tomas Balduino, em Ribeirão das Neves, para apresentar a proposta, pois, além de ser um espaço em que eu já atuava enquanto agente voluntário, trata-se de uma ocupação com grande quantidade de hortas (figura 117) – possível demanda por adubo – e que atravessava um processo de negociação com a Prefeitura de Ribeirão das Neves, para que a coleta tradicional atendesse os moradores.

### **Figura 117– Hortas existentes na ocupação Tomás Balduino**

Cabe ressaltar que, para a implementação do projeto semelhante ao implementado na Bolívia, houve um financiamento, por meio da aprovação de projeto junto à uma ONG boliviana, o que não ocorreu nesse caso estudado. Todo os gastos com materiais, serviços, transporte, entre outros, foram assumidos pelos pesquisadores, por apoiadores do projeto, além, é claro, das contribuições dos próprios coletores e moradores.

A primeira visita feita à ocupação ocorreu na quarta-feira, 5 de novembro de 2014, dia da assembleia semanal da comunidade. Apesar da intenção inicial de implementar ali o projeto de gestão integrada de resíduos, optamos por não mencioná-lo na assembleia. A princípio, comentamos sobre a proposta com duas lideranças informais que concordaram e auxiliaram na busca pelas pessoas que poderiam se interessar pelo trabalho, dentre elas, dois homens que já haviam trabalhado com catação. Ao serem demandados sobre seu interesse em contribuir, as primeiras respostas foram: “Se der dinheiro, eu tô dentro!” (Luís Ferreira, 2014 – morador); “Eu acho uma boa. Eu já tava querendo montar um ferro velho pra mim aqui há tempos” (Carlos Souza, 2014 – morador). Tendo assim dois possíveis candidatos a coletores e a aprovação de duas coordenadoras, o próximo passo foi comunicar a comunidade na próxima assembleia, em 12 de novembro de 2014, sobre a intenção de implantação do projeto.

A quantidade de resíduos necessária para sustentar os trabalhadores integralmente no começo das atividades era insuficiente. Dado o perfil de vulnerabilidade socioeconômica das famílias (se gera pouco resíduo), o pequeno retorno característico da atividade de catação, a falta de meios de produção para agregar valor (como prensas) e a falta de meios de transporte para comercialização, dentre outros, buscamos outras formas que possibilitassem um maior ingresso de receita aos coletores:

a) A partir da negociação existente entre a Prefeitura de Ribeirão das Neves e a ocupação Tomás Balduino, apresentamos o projeto, a partir da lógica de prevenção de problemas públicos: o gasto anual per capita com coleta pelo município vezes o número de pessoas da ocupação seria uma aproximação do montante que a prefeitura gastaria para aplicar a coleta na região. Assim, ao invés de fazê-lo, pedíamos que esse valor nos fosse entregue, em forma de equipamentos, remuneração, e em contrapartida, a comunidade seria responsável pela destinação de todo seu

resíduo. O acordo, entretanto, não foi firmado. A justificativa, apresentada pelos Secretários de Meio Ambiente, Assistência Social e Obras da Prefeitura de Ribeirão das Neves, era de que devido a burocracia característica para inclusão do projeto no orçamento anual e o pequeno montante recolhido por impostos no município, a parceria não poderia ser firmada, no momento.

b) Pedir, em assembleia, a contribuição das famílias pelo serviço de limpeza prestado pelos catadores: referendou-se a separação dos resíduos proposta pelo pesquisador francês, em três categorias: recicláveis, orgânicos e sanitários. Para os recicláveis e sanitários, as famílias em debate decidiram pela coleta porta a porta, em contraponto a uma sugestão de outro morador de coleta por quadra. Em relação aos resíduos orgânicos, em contraponto à proposta feita pelos pesquisadores de coleta porta a porta e construção de uma composteira comunitária, os moradores optaram pelo tratamento em suas casas. Assim, os materiais recicláveis seriam levados para o terreno aonde seria construído um pequeno galpão de armazenagem, enquanto os sanitários seriam queimados em tambores de metal. Por esse serviço, os presentes – 47 segundo anotações do caderno de campo, concordaram com a contribuição de cinquenta (50) centavos por coleta para os catadores.

Dentre as alternativas, a coleta se sustentaria em dois possíveis ganhos econômicos: os advindos da venda dos materiais recicláveis e da contribuição das famílias pelo serviço de limpeza. Em assembleia, comunicou-se a escolha de um terreno que se encontrava em desuso no assentamento, sem que houvesse rejeição.

Uma vez que o terreno havia sido separado, faltava, enfim, definir os equipamentos que seriam utilizados na coleta. Acertou-se pela compra de 4 pares de luvas e instaurou-se um debate sobre que tipo de carrinho deveria ser utilizado: se o que um dos coletores já possuía (figura 118), ou um outro, segundo os moldes do carrinho construído na experiência do pesquisador francês na Bolívia. Alertamos para a dificuldade que seria realizar a coleta com o carrinho que se encontrava em posse dos catadores, visto que o mesmo era utilizado para recolhimento de metais, para venda em ferro velho, e, por isso, era pesado e com pouco espaço para armazenar o material. O catador, portador de experiência com o carrinho, havia dito que não seria um problema e que o carrinho seria adequado para o serviço. Respeitamos sua escolha e, por fim, terminávamos o trabalho de preparação da coleta.

### **Figura 118– Carrinho utilizado por um catador na ocupação Tomás Balduino**

No primeiro dia de coleta, 25/11/2014, nos organizamos entre pesquisadores e coletores. Enquanto o pesquisador francês e eu coletávamos todos os resíduos que encontrávamos pelo caminho, um dos catadores nos repreendeu: “Tem que pegar somente o que for reciclável. Isso que vocês tão pegando não é reciclável!” (Carlos Souza, 2014 – morador). Dessa primeira diferença de perspectivas, surgem dois desentendimentos.

Em primeiro lugar, Carlos Souza afirmava que não teria porque coletar todas aquelas sacolas cheias de matéria orgânica, fraldas e outros resíduos que não eram recicláveis. Serviriam apenas para pesar o carrinho e dificultar a separação do material enquanto fazíamos a coleta. No entanto, como havíamos exposto em assembleia, para que recebessem a contribuição dos moradores, os coletores deveriam pegar todos os resíduos.

O segundo ponto de debate era sobre o que seria material reciclável e o que não seria. Enquanto afirmávamos, pesquisadores, que materiais como plástico mole, vidro e embalagens longa vida eram recicláveis, e colocávamos no bag específico dos materiais que seriam armazenados, Carlos Souza retirava-os e colocava no espaço reservado para materiais não recicláveis. A discussão que Carlos Souza levantava não era sobre a possibilidade técnica de reciclagem, senão da possibilidade de comercializar materiais de baixo retorno, dado o contexto de falta de meios de transporte. Não se trata de uma falha de comunicação; são critérios diferentes e, no caso do catador, mais complexos, pois além do tecnicamente reciclável, ele considera, custos de transporte e valores de venda.

Assim, optamos por separar os recicláveis a partir dos critérios elaborados pelo catador: latinha, PET, plástico duro. Porém, todos os tipos de resíduos deveriam ser coletados, com uma ressalva colocada pelos coletores quando conversavam com os moradores: “Tem que tá na sacolinha pra gente pegar. Se tiver tudo espalhado e misturado, a gente não vai pegar não”.

Após a primeira semana de coleta, o catador responsável pela tração do carrinho nos indagou sobre a possibilidade de incluir mais uma pessoa na coleta. Após subir uma das ladeiras da ocupação, reclamava: “Esse serviço tá puxado demais. Não vai dá pra continuar só nos dois não”. Em contradição com sua fala inicial, de que os dois conseguiriam fazer e que não seria necessária a atuação de outros moradores na coleta, a carga pesada, dada a estrutura do carrinho e do material coletado, lhe trazia agora a possibilidade de incluir outra pessoa no processo.

Ao final da coleta, após debate, decidimos que o melhor seria projetar outro carrinho com o fim exclusivo da coleta, de estrutura mais leve e com uma caçamba maior. Passadas 6 semanas desde a troca do carrinho (figura 119) – que foi construído a partir da reutilização de peças de bicicletas e de mão de obra especializada (serralheiro), retornei a questão sobre o carrinho para o catador: “Agora tá suave. Naquela semana minha coluna tinha ido embora”.

### **Figura 119– Protótipo do carrinho utilizado para a coleta na Ocupação Tomás Balduino**

Deste modo, os problemas técnicos da coleta, como a definição da rota, do tipo de equipamento a ser utilizado, assim como a destinação para o resíduo não reciclável, não eram remetidos à assembleia. Quando perguntado sobre a rota que estavam fazendo, simplesmente diziam: “Isso você pode deixar com a gente”.

A solução encontrada, para a destinação dos resíduos que não eram recicláveis, também foi articulada pelos catadores. Em conversa com os coletores do serviço público de coleta de Ribeirão das Neves, combinaram horário e local para colocar tudo aquilo que não seria aproveitado pela reciclagem. Na última coleta em que participei, princípio de 2015, de todo material recolhido, apenas uma sacola plástica foi separada com material reciclável, enquanto todo o resto foi depositado no local combinado com os trabalhadores do serviço público de limpeza urbana.

O que nos leva a questão da sustentabilidade do trabalho. Nos primeiros meses de coleta, nenhum material foi comercializado. Além da dificuldade imposta pela falta de meios de transporte, a separação idealizada dos resíduos não era efetivada, o que não permitia o aproveitamento de boa parte dos materiais. Trata-se de um problema técnico, como exposto por Oliveira (2010), que não depende somente dos catadores para ser superado:

“Um dos problemas técnicos [da reciclagem] é a desarticulação das diferentes etapas do processo, nem todas sob controle dos catadores, a começar pela separação do lixo nos domicílios, realizada pela população segundo critérios do que ela acredita ser “reciclável” (OLIVEIRA, 2010, p.3).”

Quando foi concebida a coleta, inicialmente, buscaram-se meios de se adquirir baldes e tambores para facilitar a separação dos resíduos. Devido a inexistência de recursos para efetivação do projeto, decidiu-se em assembleia que os moradores improvisariam suas formas de separar os resíduos. Quando entrevistada em março de 2015, uma das moradoras expunha as dificuldades que até então enfrentava na separação de seus resíduos: “Eu quase não tenho sacola aqui e meu problema maior é a fraude dos meninos. Como não tem mais sacola, aí eu queimo o lixo que sobra”.

Na disputa pelos recursos para armazenar os resíduos, a prioridade para a moradora se choca com a prioridade dos coletores, de agregar valor pela separação dos materiais. Na falta de recipientes para armazenar, a queima se apresenta como possibilidade para o volume de resíduos secos, justamente o que pode ser valorado pelo trabalho dos catadores. Por não haver uma prescrição clara que a possa ajudar na separação, “seu improvisado” age no sentido contrário à reciclagem. O que não implica que soluções improvisadas sejam necessariamente piores, como no caso de outra moradora: “Aqui quase que eu não tenho lixo. A maioria do meu lixo é orgânico e eu joga na horta, ou nas minhocas. Garrafa PET eu quase não compro. Sobra mesmo é vidro, que eu passo pra eles. Mas é bom né? A comunidade vai ficando mais limpa”.

Vale lembrar que essa moradora entrevistada trabalha com reciclagem, não sendo, por acaso, que dentre as pessoas observadas, era a única que apresentava um sistema específico de tratamento de resíduo orgânico. A existência de um sistema de coleta porta a porta, para ela, não se apresenta enquanto demanda. O que não a coloca, contudo, contrária a realização da atividade. Apenas que sua motivação para participar e contribuir é de outra natureza, como pode-se deduzir a partir de sua fala:

A reciclagem foi uma benção, os meninos [coletores] passam e pegam o lixo de todo mundo... as vezes tem coisa que fica em casa empacando e ninguém quer. Eu, por exemplo, tinha uma TV e um rádio velho. Chamei um moço para consertar e ele disse que não valia a pena, que ficava muito caro. Eu então ofereci a TV e o rádio pra ele, mas ele não quis e disse que não tinha o que fazer com aquilo. Mesmo assim, os menino pegaram.

Outros elementos, ademais da necessidade coletiva, levam outros moradores a aderir a coleta. A contribuição e a separação de seus resíduos aparecem como relação de solidariedade aos catadores, que possibilita ganhos coletivos: “Tem como não gostar da coleta? É bom pra todo mundo. E ainda ajuda os dois, né?” (Vaz Costa, 2015 – morador).

No sentido oposto, há moradores que não enxergam a coleta enquanto necessidade e sequer contribuem: “Eu nem preciso. O que eu não jogo nas planta eu queimo”. Há também aqueles que são a favor da coleta, mas que não concordam com o valor da contribuição. Na assembleia, do dia 25 de janeiro de 2005, da qual não participei, segundo relato de moradora, a coleta foi ponto de pauta, em que alguns moradores colocaram sua opinião de que estava muito caro contribuir. Sobre isso, opinava:

Tem gente que tá falando que tá muito caro, que queima em casa e não precisa, mas são só cinco reais por mês, gente?! Tem mais é que pagar mesmo, ainda mais que eles mexem com aquilo que ninguém mexe: o lixo. Tudo que é bom pra comunidade, a gente tem que apoiar.

Para além de seus interesses individuais, há um reconhecimento do trabalho social realizado pelos catadores, além de uma justificativa de que as boas práticas coletivas devem ser incentivadas. A coleta permanecia, assim, sem que houvesse uma separação adequada dos resíduos que possibilitasse um maior ganho aos catadores com a venda do material. A contribuição se tornava, nesse princípio, a maneira de sustentar essa atividade, apesar do desacordo de alguns moradores.

Novas relações entre os moradores surgiram centradas na coleta. Enquanto tomávamos café na casa de uma das moradoras da ocupação, um dos catadores contava sorrindo: “Desde que

a gente começou, eu conheci muita gente que nem sabia que morava aqui”. Enquanto outro retrucava ironizando: “É, mas já é o terceiro café hoje. Vamos andando senão a conversa vai e a gente não acaba”.

#### *4.2.1 Ajustes contínuos no serviço de coleta*

Entre a concepção inicial do projeto, que previa a produção de valor pela separação dos materiais que seriam recicláveis, e sua execução inicial, de baixo percentual de aproveitamento, a atividade se sustentava pelo seu viés de limpeza urbana, transformando o espaço e as relações entre os moradores. A implementação da coleta foi concretizada devido a uma proposta idealizada por atores externos e possibilitado devido aos desejos até então latentes dos coletores na realização da atividade e à colaboração de lideranças informais, de parte dos moradores e dos trabalhadores da coleta pública. Passados um ano e cerca de 10 meses desde a implementação da coleta de resíduos porta a porta, várias foram as modificações implementadas e observáveis<sup>30</sup>.

A coleta, antes realizada por uma dupla de catadores, passou a ser executada por apenas um trabalhador, com a mudança do outro do assentamento para outra cidade, motivada, segundo os moradores, por questões pessoais. Com essa alteração, o local de armazenamento, antes proposto para um espaço coletivo do assentamento, que não era utilizado pois se encontra em área próxima à rede elétrica, agora se localiza no terreno da casa do catador que continua responsável pelo serviço. Anteriormente, no local, o morador geria um bar. Atualmente no espaço, armazenam-se materiais coletados no assentamento, em especial metais e sucatas, como outros que o catador encontra no bairro ou negocia com trabalhadores da região. Com essa prática, segundo ele, foi possível comercializar desde o início das atividades 4 caçambas, com um grande atravessador da região metropolitana de Belo Horizonte.

A cooperação dos catadores com os trabalhadores da coleta pública se intensificou, mesmo que a institucionalidade municipal ainda não reconheça o serviço público prestado no assentamento. Hoje em dia, segundo o catador, os servidores lhe repassam sacos de lixo, luvas e outros materiais que facilitam seu trabalho. Houve também uma modificação no horário da coleta pública. A pedido do catador, alterou-se o horário para mais tarde, pois houve algumas

---

<sup>30</sup> A implementação da coleta tratou de um projeto que era, a princípio, objetivo de intervenção e análise de minha dissertação de mestrado. A coincidência com o tema do projeto executado pela Incubadora Alter-Nativas fez com que ambos pudessem dialogar. Contudo, devido às demandas dos galpões de triagem incubados, não foi possível um acompanhamento sistemático pós implementação da coleta. Apenas algumas visitas foram realizadas.

ocorrências de o material ser deixado no local combinado com os servidores após o combinado, gerando conflito com moradores da vizinhança.

O tema da coleta dos resíduos permanece sendo assunto nas assembleias comunitárias. O mecanismo da assembleia foi utilizado tanto no momento de planejamento, para a definição da estrutura da atividade e para a negociação sobre a colaboração financeira como forma de sustentar a atividade, quanto após o início das atividades, para reajustes demandados pelos coletores e para publicizar críticas de parte dos moradores.

Alguns moradores expõem seu descontentamento com vizinhos que optam por não participar da coleta, mas não se dispõem a levar o material para o local da coleta pública, deixando o resíduo exposto na rua ou em seus quintais. Tal problema é ainda agravado pela ação de animais, como cachorros e gatos, que em busca de alimento, reviram as sacolas espalhando seu conteúdo pelo espaço. Nesse sentido, percebe-se cada vez mais a ação do catador no sentido de promover melhores condições de coleta e de tratamento do resíduo. Foi possível presenciar debates do catador com moradores que não participam da coleta, no sentido de reivindicar desses o cumprimento das regras coletivas, mesmo que esses não estejam contribuindo, para não gerar transtornos na vizinhança.

Ainda sobre a disposição dos resíduos na porta das casas, também é possível observar avanços no sentido da promoção da infraestrutura almejada. Muitas vezes, resíduos coletados pelo catador ou produzidos nas casas, como carcaças de lavadoras e geladeiras, se tornam recipientes para depósito dos resíduos. Contudo, não se pode dizer ainda que haja uma separação dos resíduos. Segundo o catador, cabe a ele triar o material que lhe interessa dentre o conjunto de componentes orgânicos e sanitários.

Por fim, o instrumento projetado, o carrinho de coleta porta a porta, foi desmontado pelo catador que se apropriou das partes na montagem do seu depósito de materiais recicláveis, enquanto voltou a utilizar o carrinho que já possuía na coleta. Segundo ele, apesar de seu peso reduzido e maior espaço de armazenagem, em comparação ao carrinho existente, outros elementos acabaram por fazer com ele desistisse do equipamento.

Sobre o material utilizado, o catador levantou duas questões. Primeiramente, os pneus de bicicleta escolhidos se demonstraram insuficientes frente aos desafios do terreno, como buracos e desníveis no solo. Dessa forma, mais de uma vez, o catador se encontrou em situações em que no desenrolar da atividade de coleta, o pneu esvaziava ou até mesmo estourava. Além disso, as

soldas realizadas pelo serralheiro da região foram bastante criticadas, visto que com apenas duas semanas de coleta, vários ajustes foram necessários, segundo o catador.

Outra questão levantada refere-se à quantidade de eixos do carrinho. Desenvolvido nos moldes de exemplar utilizado na coleta proposta pelo pesquisador francês em Puerto Quijaro, o carrinho se demonstrou inadequado ao terreno inclinado do assentamento Tomás Balduino. Por ser um dispositivo que se apoia em três pontos e não haver sido pensado nenhuma estruturante frenante, o catador somente poderia pará-lo nos espaços pouco inclinados. Assim, em alguns momentos, era necessário subir todo um declive com o carrinho, para depois voltar a pé recolhendo o material, para outra vez voltar a subir.

Como forma de avançar nas demandas colocadas pelo catador, tentamos propor um modelo que dialogasse aqueles atributos avaliados como positivos em cada um dos exemplares. A figura abaixo demonstra o protótipo final feito em parceria com a TECSCAN.

#### **Figura 120– Protótipo de um carrinho de coleta**

Segundo o catador, seria necessário um eixo acoplado a pneus robustos, semelhante ao do carrinho original, que pudesse ser frenado devido ao projeto apoiado em apenas um eixo. Sua estrutura deveria ser leve como a do carrinho proposto pelos pesquisadores, com maior caçamba que permita a separação em recipientes no ato da coleta, porém com soldas mais firmes que suportem o terreno desnivelado e tortuoso do assentamento.

### **4.3 Carrinho porta-bag para movimentação interna de material em galpões**

O cooperado que tria resíduos no galpão, na maioria das vezes, recebe de acordo com sua produtividade individual, ou seja, por quilograma de material triado. O cálculo pode ser feito semanal, quinzenal ou mensalmente, dependendo da forma de gestão de cada cooperativa. A produtividade individual do cooperado está diretamente ligada às condições estruturais do galpão, ou seja, se o galpão é limitado em sua infraestrutura, a produção individual é menor e os ganhos também. Por outro lado, a menor arrecadação pode fomentar uma maior rotatividade dos cooperados e dificultar o investimento em infraestrutura do galpão, causando a formação de estoques excessivos de materiais que, por sua vez, dificultam a qualidade de trabalho na triagem.

Esse ciclo vicioso pode comprometer a eficiência de um centro de separação de materiais. Cabe, contudo, uma análise individual de cada cooperativa, a fim de detectar os pontos problemáticos no processo de cada instalação. Neste relatório, o objeto dessa análise é a Cooperativa Solidária de Trabalho e Grupos da Região Leste de Belo Horizonte (Coopesol Leste). Dentre os pontos observados, a falta de equipamentos que auxiliam a movimentação interna do material foi vista como crítica e passível de solução, com potencial para melhorar a qualidade de trabalho dos cooperados, que até então precisam arrastar manualmente pesados sacos (bags) com o material triado pelas instalações do galpão.

A solução desenvolvida foi a fabricação de um carrinho porta-bags para viabilizar a movimentação e pesagem das bags de maneira a diminuir o tempo improdutivo dos cooperados, por meio da melhoria das condições de trabalho dos mesmos. Este relatório apresenta a evolução no processo de fabricação e teste do carrinho e também o resultado obtido pelos testes.

#### *4.3.1 O problema da movimentação interna*

O arraste das pesadas bags pelo galpão exige dos triadores um excessivo esforço organizativo, uma vez que o tempo gasto para deslocar os sacos até a área de estoque é significativamente grande<sup>31</sup>, assim como o esforço físico. Segundo análise feita por LIMA (et. al. 2008), há casos em que o trabalhador dispense metade da sua jornada de trabalho para organizar a sua atividade de triagem.

Além da piora na condição de trabalho dos triadores, a morosidade do arraste de cada bag dificulta o trabalho do prensista, que deve deslocar bags cheias que estão na área de estocagem até a prensa para produzir os fardos e realizar o escoamento da produção. Com a demora para movimentar essas bags até a prensa, acumula-se material em estoque, em um sistema conhecido como First In Last Out (FILO), no qual os materiais que foram triados primeiro e chegaram no estoque antes serão os últimos a sair.

Reduzir esse tempo de deslocamento resulta em mais tempo e energia física para a triagem do material (que é a fonte provedora de renda dos trabalhadores que exercem essa função no galpão) e promove um escoamento ágil da produção, o que reduz a superlotação de material ocioso à espera da triagem, pesagem e prensagem.

---

<sup>31</sup> Nos dias de pesagem na Coopesol Leste (segundas, quartas e sextas), as triadoras gastam, em média, um turno do dia no trabalho de pesagem e organização de estoque.

O problema da movimentação interna de material, portanto, requer atenção, sendo interessante o desenvolvimento de um mecanismo auxiliador que exige a união de conhecimentos em Engenharia Mecânica e do conhecimento prático dos cooperados em seu projeto. As etapas de desenvolvimento dos conceitos e do projeto serão descritas posteriormente.

A figura 121 representa esquematicamente o interior do galpão da Coopesol Leste e compara um fluxo ideal de movimentação interna do material, ou seja, que usa o declínio natural do galpão e a gravidade a favor de seu deslocamento. A imagem com o caminho em verde representa uma organização linear do processo de movimentação do material. A imagem abaixo representa o galpão da Coopesol Leste e o caminho percorrido pelo material triado, representado pelos pontilhados vermelhos. Na imagem, é possível observar fluxos cruzados e excesso de movimentos improdutivos, desde a separação do material nas janelas de triagem até o escoamento da produção no mesmo nível que o material é descarregado.

### **Figura 121 – Esquema do fluxo real e ideal da Copesol Leste**

#### *4.3.2 Requisitos para desenvolvimento do carrinho porta-bags*

Para funcionar de maneira adequada e cumprir sua função auxiliadora, o carrinho porta-bag deve suportar as condições de operação em que será submetido. Fatores como o peso que o equipamento suportará, a área que ocupará, a facilidade de operação e manuseio, a frequência de manutenção exigida e seu custo de produção são cruciais.

As bags abastecidas nos galpões apresentam pesos diferentes para diferentes tipos de material reciclável. Isso se deve não apenas à diferença de densidade de cada material, mas também ao volume das embalagens presentes no interior da bag. Por exemplo, devido à forma e alta densidade, um carregamento de papel (jornal, revistas e afins) será mais pesado que um carregamento de garrafa PET, que possui baixa densidade e elevado volume.

As dimensões das bags não são padronizadas e seu o peso varia significativamente. Entretanto, constatou-se que, em geral, as mais pesadas chegam a ultrapassar os 120kg. Para o

dimensionamento do equipamento será considerado o caso crítico (150kg de carregamento) e um fator de segurança, arbitrariamente definido como  $N_s=1,2$ . Portanto, o carregamento aplicado a ser considerado será de 180kg.

As bags são significativamente grandes, conforme mostrado na Figura 122, e seu diâmetro pode chegar até 1,5m. A imagem a seguir mostra um exemplar em um galpão de triagem. Considerando novamente o caso extremo, o dimensionamento do projeto deve ser baseado em uma bag de 1,5m sobre o equipamento, de forma que não haja formação de “barriga” (situação onde um pedaço da bag arqueia, agindo como freio para a movimentação) e o peso fique uniformemente distribuído na área superficial do componente mecânico.

### **Figura 122- Bag de papelão triado**

Outro detalhe na operação que deve ser levado em consideração é a altura do equipamento a ser projetado, pois, por menor que seja a altura de sua base, a bag carregada terá que ser arrastada para cima dele, ou seja, esse deslocamento vertical deve ser mínimo. Portanto, no dimensionamento, deve-se definir a maior proximidade possível do solo como a ideal.

A distância entre a área de triagem, a área de estocagem, a área de prensagem e o local de carregamento dos caminhões varia de layout para layout entre os galpões. Portanto, o projeto deve ser capaz de atender tanto a necessidades de pequenos deslocamentos quanto de grandes distâncias percorridas, mantendo a facilidade de operação do equipamento.

Além da força exigida no deslocamento do material, outra questão que deve ser levada em consideração é a resistência das bags. Essas bags utilizadas nos galpões de reciclagem são, muitas vezes, sacos industriais previamente descartados, ou seja, já chegam com avarias e significativo nível de desgaste. Ao serem arrastadas, agrava-se o desgaste do material. Portanto, o projeto deve promover uma atenuação no nível de dano sofrido pelos sacos em função de seu deslocamento.

Uma vez que o projeto em desenvolvimento é totalmente voltado para cooperativas de reciclagem que, como já discutido neste trabalho, enfrentam diversos gargalos na produção tais como a baixa receita e a quase inexistência de capital para investimentos, não há possibilidade de adicionar um custo elevado no processo produtivo dos galpões. Ou seja, esse projeto deve ser o mais simples e intuitivo possível, visando a fabricação de baixo custo, de fácil manuseio e manutenção básica.

Por fim, a experiência do trabalhador de galpão de triagem definitivamente deve ser o elemento balizador do projeto e não pode ser desqualificada como muitas vezes ocorre sob o ponto de vista de um observador externo. Por estar inserido naquele contexto diariamente, obtém-se maior experiência no ramo que a maioria dos pesquisadores e técnicos presentes em projetos em parceria com as cooperativas. Naturalmente, os cooperados adotam estratégias e modos de operação próprios para a execução das tarefas baseados no seu trabalho diário, feeling e experiência pessoal.

Referente à movimentação interna do material, constataram-se estratégias improvisadas, como o prensista que diminuía a rugosidade e, conseqüentemente, o atrito entre a bag e o chão irregular, utilizando um saco plástico sob a bag. Acreditamos que nessas ações espontâneas e inventivas dos catadores, podemos encontrar os elementos necessários para um projeto de dispositivo que seja realmente útil. Por isso, o respeito ao know-how do cooperado e à abstração de sua experiência individual, na concepção de propostas de melhoria na condição de trabalho e na produtividade do galpão, é o ponto de partida do projeto.

A análise de antigas propostas de carrinhos de movimentação interna dos bags nos demonstram o quão ineficiente podem ser os dispositivos que não são validados e testados junto aos catadores em simulações. Exemplifiquemos o caso do carrinho apresentado na figura 123, modelo encontrado em três das cooperativas incubadas, na mesma situação de desuso.

### **Figura 123– Carrinho de movimentação de bags**

Este equipamento foi projetado para promover tanto a sustentação da bag, pelo uso das hastes laterais, quanto para sua movimentação. No entanto, o seu desuso se dá pelo fato de ser inviável a retirada da bag, uma vez que a mesma se encontra cheia de material triado, sobre o mecanismo. Ou seja, a junção das funções de movimentação e sustentação, em dado momento, se contradizem na promoção da eficácia projetada.

Outros equipamentos de movimentação de carga como carrinhos de mão também foram analisados. Eles não se mostram eficientes porque alocar (colocar e retirar) as bags cheias de material triado sobre os mesmos complica ainda mais o trabalho dos catadores que teriam que realizar um maior levantamento da carga para, só então, ter o processo de movimentação facilitado.

Por isso, o primeiro objetivo nesse processo de elaboração de dispositivo para movimentação foi a análise dos equipamentos anteriormente propostos, como os mecanismos citados acima. Por meio desta análise, optou-se por tratar o problema de movimentação e sustentação separadamente. Sendo assim, o carrinho porta-bags foca na movimentação das bags, ainda que haja limitações quanto sua sustentação e alocação.

### *4.3.3 Prototipagem*

Em entrevistas com triadores, ao serem indagados sobre o que acreditam ser a solução do problema do arraste das pesadas bags, a ideia de “uma bag com rodinhas” nos foi citada várias vezes por alguns catadores de empreendimentos variados. Baseado nessa opinião similar de indivíduos inseridos no processo produtivo e que visualizam esse conceito como forma de solução, dedicou-se esforços para propor uma solução que respeite essa concepção inicial. Na figura 124 é possível visualizar o primeiro esboço para o equipamento.

#### **Figura 124- Primeiro esboço do carrinho porta-bag**

Uma vantagem dessa solução é não precisar mudar o processo de movimentação interna, uma vez que qualquer bag existente no galpão poderia ser acoplada nesse equipamento, ao posicioná-la a em cima da base. No entanto, ao demonstrar o desenho aos catadores, percebeu-se que os vãos gerados entre as hastes da base seriam pontos críticos para o apoio das bags. Outro ponto posteriormente pensado, devido às simulações feitas em softwares de engenharia mecânica, foi a alocação de mais um rodízio centralizado na base da estrutura, para evitar a flexão das chapas e facilitar a movimentação. Por isso, desenvolveu-se o segundo esboço e fabricou-se o primeiro protótipo. A figura 125 mostra como ocorreu a evolução da ideia para o primeiro modelo que seria produzido.

#### **Figura 125- Alterações estruturais no projeto para movimentação individual de bags**

#### 4.3.3.1 Primeiro Protótipo

Depois das mudanças mostradas acima, construiu-se um protótipo para a execução de testes na Cooperativa de acordo com o desenho mostrado na **Figura 11 e Figura 12**. Basicamente, o primeiro protótipo constitui-se de:

- 5 Rodízios SCHIOPPA 412 (4 polegadas)
- Base estruturada soldada com chapa 14 (dimensões mostradas abaixo)
- 20 parafusos rosca máquina cabeça redonda com porca (fenda reta)

Ao ser testado, evidenciou-se a maior facilidade na movimentação dos bags, frente a opção de arraste até então aplicada. No entanto, foram encontrados alguns problemas na fase de teste. O uso de chapas finas planas resultou no empenamento da estrutura principal. As chapas finas foram pensadas para que a parte estrutural do carrinho ficasse leve e não representasse aumento significativo na carga a ser transportada. Foi também possível experienciar problemas de projeto como a alocação de parafusos para a fixação dos rodízios. Estes parafusos foram então alocados invertidos para que pudéssemos continuar os testes de movimentação, já tendo em mente a correção desta problemática. Uma visão do protótipo real pode ser vista através da figura 126.

#### **Figura 126 - Primeiro protótipo do carrinho porta-bag (desenho 3 vistas)**

#### **Figura 127– Primeiro protótipo do carrinho porta-bag (desenho renderizado)**

Outro inconveniente encontrado no primeiro protótipo foi a manobra do mesmo e a dependência de estar em contato com a bag para puxar/empurrar o conjunto carrinho porta-bag mais bag, conforme mostra a figura 128. Por fim, ao pensar sua utilização em outras cooperativas, como no caso da Coopersoli, em que os bags são arrastados em um plano inclinado, realizou-se a necessidade de alguma estrutura que facilitasse o processo de frenagem do dispositivo.

#### **Figura 128– Movimentação do primeiro protótipo mais bag**

Por estes motivos, foi desenvolvido o segundo protótipo.

#### *4.3.3.2 Segundo Protótipo*

O segundo protótipo manteve os bons resultados encontrados na fase de teste do primeiro protótipo e corrigiu os problemas anteriormente apresentados. Assim sendo, constitui-se da mesma geometria previamente projetada. Entretanto, o uso de perfil U com chapa de mesma espessura deu maior resistência a base, evitando o empenamento e mantendo a estrutura leve. Essa mudança pode ser claramente notada através das figuras 129, 130 e 131. O novo perfil U ofereceu tanta resistência a estrutura que foi possível a retirada do rodízio central a título de economia no processo de fabricação. A fixação dos rodízios foi corretamente projetada e os parafusos puderam ser alocados sem problemas. Por último, projetou-se uma vara para içar a base e puxar/empurrar o carrinho com mais facilidade conforme mostra a Figura 18. Portanto o segundo protótipo constitui-se de:

- 4 Rodízios SCHIOPPA 412 (4 polegadas)
- Estrutura soldada com perfil U chapa 14 (dimensões mostradas abaixo)
- 16 parafusos rosca máquina cabeça redonda com porca (fenda reta)
- 1 vara metálica para içamento

Este segundo protótipo funcionou bem e nenhum outro problema adicional foi encontrado na fase de teste. Vale ressaltar que a vara para içar foi pensada após a fase de projeto, sendo a confecção e adaptação da mesma sido feita na fase de teste. A única mudança na estrutura do carrinho foi a furação em quatro pontos próximos as extremidades para o acoplamento da vara.

**Figura 129– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (desenho 3 vistas)**

**Figura 130– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (desenho renderizado)**

**Figura 131– Segundo protótipo do carrinho porta-bag (real)**

É interessante ressaltar o uso da vara para manobra e movimentação, que ocorreu de maneira satisfatória.

**Figura 132– Movimentação do segundo protótipo mais bag**

#### *4.3.4 Resultados e discussões*

O protótipo foi colocado em teste dentro da Cooperativa, para que aqueles que de fato farão o uso do equipamento pudessem realizar o seu manuseio. A figura 133 abaixo ilustra a proporção entre o tamanho de uma bag de material reciclável em comparação ao tamanho de duas das triadoras. Essa imagem reflete o quão penoso é atualmente o processo de arraste das grandes bags pelo galpão por essas mulheres.

**Figura 133- Imagem triadoras e suas bags sobre dispositivo**

Dentre os testes feitos, foi feita a movimentação com uma bag de 80kg, como pode ser visto na figura 134 abaixo. Nota-se que a altura do equipamento é a mesma da balança, eliminando a necessidade de elevar a bag até a plataforma, uma vez que é necessário apenas o deslocamento no próprio plano para acomodá-la na superfície da balança. Duas questões, no entanto, foram levantadas. Primeiramente, a elevação do bag para colocá-lo no carrinho é similar a elevação para colocá-lo na balança, ou seja, não houve redução dos gestos responsáveis pela movimentação vertical do bag. Para isso, foi demandado, por parte das trabalhadoras, uma espécie de rampa que facilitasse essa movimentação vertical. Em segundo lugar, após pesar a bag, ao puxá-la de volta para o carrinho, o mesmo se desloca dada a força de atrito com a bag. A

elaboração de um dispositivo de frenagem que permitisse à catadora alimentar o carrinho sem que ele se mova no processo, foi também uma demanda colocada.

### **Figura 134– Pesagem de bag utilizada para teste do protótipo**

Para a realização deste teste primeiramente verificou-se o procedimento natural de movimentação de uma bag com material em seu interior, conforme é realizado pelas cooperadas. Foram necessárias quatro triadoras para o arraste da bag desde a área de estocagem até a prensa. Em seguida, as quatro catadoras sobem a bag na balança, realizam a pesagem e voltam arrastando-a até o estoque novamente. Esse procedimento mobiliza quatro triadoras que deixam de realizar seu processo de separação de material. Além disso, todas as triadoras entrevistadas queixaram-se de dores nos braços, nos ombros e nas costas devido ao esforço físico necessário para a realização dessas atividades.

Ao colocar o protótipo em teste, utilizou-se a mesma bag mostrada acima, que exigiu uma única triadora para fazer o deslocamento da bag de aproximadamente 80kg, sendo possível, inclusive, deslocar a bag com o auxílio de apenas uma mão. Experiência tal que obteve aprovação das cooperadas que participaram do teste.

Apesar de ainda ser necessário mais pessoas para alocar a bag cheia em cima do equipamento, também é possível que se estenda a bag por cima do equipamento e se inicie então o processo de triagem, eliminando a necessidade de elevar a bag cheia para cima da estrutura. Outro ponto analisado em teste foi a capacidade do equipamento de transpor obstáculos, o que também foi considerado satisfatório uma vez que por possuir os rodízios de 4 polegadas, a estrutura foi capaz de transpor desde ralos até materiais soltos no piso. Observou-se também que a estrutura suportou a carga de mais de 200kg sem fletir ou se danificar, mostrando-se rígida o suficiente para ser utilizada para o propósito em questão.

#### *4.3.5 Melhorias*

Ainda que o resultado do segundo protótipo tenha sido satisfatório, um equipamento como o carrinho porta-bags sempre pode ser melhorado e otimizado. Algumas implementações já se encontram em fase de projeto. A primeira seria uma rampa de acesso para facilitar a movimentação da bag que está no chão, a ser colocada no carrinho e vice-versa. O uso de varais

para suspender os bags também é uma solução viável, mas isto demanda alteração do espaço físico da cooperativa.

É importante ressaltar que o tipo de esforço feito pelas triadoras para colocar as bags sobre o carrinho já era previamente feito. Em outras palavras, o emprego do protótipo não agrava a situação de movimentação vertical das bags, por outro lado também não a minimiza. Por isso é importante que as uma das duas opções descritas acima seja implementada para facilitar a movimentação vertical.

As peças e materiais utilizados garantiram desempenho satisfatório para o teste em piso concretado. No entanto, o protótipo apresenta limitações quanto à adequação a terrenos irregulares (terra, pedra, degraus). O teste de outros modelos de rodízio com materiais diferentes para o revestimento e tamanhos variáveis apontariam possíveis melhorias. Vale lembrar que alterações em dimensionamento alteram toda o planejamento em relação à altura do carrinho. A manobra e movimentação do carrinho também podem ser implementadas com o planejamento de freio, que também garantiria mais segurança quando operando o equipamento em plano inclinado. Outra melhoria seria a fixação de rodinhas na lateral do perfil U para arrastar o carrinho com maior facilidade quando movimentando somente o equipamento de um ponto a outro.

Limitações quanto a própria sustentação e alocação da bag sobre o carrinho não foram solucionadas. Seria preciso descobrir uma maneira inovadora de viabilizar a sustentação das bags sem comprometer os avanços tidos no que se refere à movimentação.

É importante ressaltar que os testes feitos simulam as condições enfrentadas pelas triadoras, entretanto esta simulação não abrange todos os encargos reais enfrentados diariamente na cooperativa, no que se refere a movimentação das bags. A adequação de cada triadora a nova maneira de movimentar as bags também é fator a ser considerado, pois os testes foram realizados apenas com algumas delas, que ainda estavam sendo auxiliadas por pessoal especializado. Para uma avaliação mais precisa e abrangente da implementação do carrinho porta-bags na cooperativa, seria preciso a produção de mais protótipos para contemplar o conjunto de catadoras ou a proposição, por parte dos operadores ou do técnico, de um modelo de uso possível com os modelos que se encontram no galpão. Devido à falta de recursos para produzir uma quantidade maior do carrinho, optou-se pela simulação.

Também não é possível uma avaliação precisa dos impactos operacionais e sociais a serem gerados. No que diz respeito a questões operacional, não se pode prever como os carrinhos serão guardados, identificados e utilizados dentro da cooperativa. Em relação a questão social, até mesmo na simulação, notaram-se verbalizações sobre uma possível disputa interna para usar o equipamento. Por isso, o prosseguimento e implementação dos testes até que se chegue ao cenário real se faz necessário.

É natural que melhorias sejam pensadas e que o aperfeiçoamento do equipamento e sua implementação aconteça gradualmente. O grande fator limitante para a implementação das melhorias neste caso foi o custo de produção do equipamento, uma vez que este seria repassado a cooperativas de reciclagem que possuem baixo poder aquisitivo. Tentou-se, então, focar na relação custo benefício. Para efeitos de esclarecimento, ressalta-se que todo o processo de produção do segundo protótipo (peças, material, solda, mão de obra) não ultrapassou R\$300,00.

#### *4.3.6 Conclusão*

Este trabalho objetivou desenvolver um equipamento que facilitasse a movimentação interna de bags em um galpão de reciclagem. Após uma abordagem mais profunda no tema da movimentação interna, percebeu-se que este problema é coincidente em mais de uma cooperativa, tornando-o prioridade. Por outro lado, apesar da recorrência do problema, o espaço interno, a forma de organização do trabalho e a configuração do layout de cada galpão influenciam na escolha, no projeto e na utilização do equipamento como solução de melhoria.

Ao analisar a opinião dos trabalhadores do galpão, nota-se que uma preocupação generalizada quanto à abordagem de um novo tipo de equipamento é o receio deste tornar-se ocioso e ser mais um “entulho” para a cooperativa. Portanto, deve-se analisar singularmente cada espaço em que o equipamento será aplicado. Dessa forma, baseado nos resultados das simulações obtidos, nas análises técnicas feitas em conjunto com o grupo Alter-Nativas de Produção e também com um fabricante de equipamentos para a indústria de reciclagem e em análise junto àqueles que vivenciam o processo de reciclagem trabalhando diariamente nos galpões e que puderam testar o protótipo do equipamento conclui-se:

- O equipamento para auxiliar a movimentação individual das bags é capaz de reduzir o esforço físico, o tempo de arraste e o número de cooperados mobilizados para realizar a atividade. Ademais, suportou a carga esperada sem apresentar trincas, flexões ou danos.

- Houve aprovação das triadoras a respeito da inclusão do equipamento na rotina de trabalho da cooperativa. Ressaltou-se, porém, que deveriam ser fornecidas quantidades de equipamentos que promovam sua utilização coletiva, dada a necessidade de gerir o tempo de permanência do equipamento com cada cooperada. Sendo necessário uma análise de equipamento/hora a fim de determinar a quantidade ideal de equipamentos por galpão.
- A diminuição da prática de arraste das bags no solo aumentará sua vida útil.

## **5 DESENVOLVIMENTO DO LEV**

Ao longo das discussões sobre a contratação das cooperativas de Belo Horizonte para a prestação de serviço de coleta seletiva, realizada com os membros do Fórum Municipal Lixo e Cidadania (FMCL) e a Superintendencia de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU), que ocorreram nos anos de 2014 e 2015, começou-se a esboçar um sistema de coleta solidária. Como os Locais de Entrega Voluntária (LEVs) são equipamentos que ajudam a equacionar as diferentes variáveis que estão envolvidas neste processo (custo de coleta, inserção dos catadores, adesão da população etc), então foi desenvolvido um projeto-piloto de LEV. Assim a meta 5 do projeto proposto, que era para projetar gaiolas móveis para os galpões, foi substituída por projeto-piloto de LEV.

Os LEVs são constituídos de recipientes colocados em pontos estratégicos, onde o cidadão pode depositar espontaneamente materiais recicláveis destinados à coleta seletiva. Este estudo buscou entender a interação dos usuários com esses equipamentos e suas dificuldades diante da coleta seletiva. A metodologia desse estudo é qualitativa, guiada pela análise ergonômica da atividade. Ela permitiu construir diretrizes que fundamentaram a elaboração de diretrizes para um novo modelo de LEV. Acredita-se que a requalificação dos LEVs a partir de um novo projeto de LEV, poderá motivar a população a participar mais ativamente do processo da coleta seletiva.

Infelizmente, não foi possível avançar nesse projeto até a fase de prototipagem, devido a outras prioridades que ocupou a equipe da incubadora. Os avanços obtidos, portanto, são de muita valia, uma vez que através das diretrizes propostas já é possível orientar o desenvolvimento de equipamentos mais adequados aos sistemas de coleta seletiva municipais.

### **5.1 Contextualização**

Diante o agravamento da situação do lixo que se alastra em grandes proporções, caracterizado pelo consumo irrefreável de produtos de baixa durabilidade (OLIVEIRA et al. 2009; LIMA et al., 2011), faz-se ocorrente a necessidade de diferentes serviços nos quais esse problema do lixo, tenta ser suprido por objetos públicos e alternativas diferentes em que o uso é legislado e organizado pela administração pública: lugares e objetos que recebem o lixo descartado, ou seja, lixeiras, recipientes implantados para armazenar rejeitos diversos; locais de entrega voluntária, recipientes para armazenar materiais que permitem serem reciclados; pontos de entrega voluntária, recipientes que armazenam materiais que podem ser recicláveis, com

capacidade de armazenar grandes materiais, como entulho e móveis; galpões de triagem, local onde é feita a triagem, limpeza e o retorno dos materiais recicláveis à cadeia produtiva; (TESSARINE, 2008).

A coleta seletiva, no Brasil, pode ser classificada em dois tipos: (a) coleta “porta a porta” realizada por veículos específicos que buscam o material em cada domicílio e (b) coleta “ponto a ponto” realizada pela população que leva os resíduos separados a Locais de Entrega Voluntária (LEVs) (RIBEIRO et al., 2010; PÓLIS, 1998; BEZEN, 2006; VARELLA, 2010).

Os LEVs são recipientes colocados em pontos estratégicos, onde o cidadão pode depositar espontaneamente materiais recicláveis. Os resíduos são recolhidos pela prefeitura ou pelas cooperativas e são direcionados para os galpões de separação (PÓLIS, 1998; BEZEN, 2006; BRASIL, 2010; RIBEIRO et al., 2010; VARELLA, 2010; CEMPRE, 2014)

Existem, atualmente, outras denominações para estes tipos de lugares de coleta voluntária, sendo eles: postos de recebimento ou troca (drop-off sites); Sistemas de Postos de Troca; Ponto Verde e Ponto de Entrega Voluntária (PEVs). Estes dispositivos de coleta, apesar das especificidades funcionais de cada um, apresentam um objetivo em comum, que é armazenar os materiais recicláveis para o seu retorno ao processo produtivo (BEZEN, 2006; VARELLA, 2010; CEMPRE, 2014).

No Brasil, o tipo de coleta seletiva realizada mais comumente é a porta a porta, que se tem mostrado onerosa por exigir gastos elevados com muitos funcionários, equipamentos e com o deslocamento. Por essa razão, a melhor alternativa são os Locais de Entrega Voluntária, pelo fato de iniciar o processo de separação dos materiais a partir da participação da própria comunidade (BRASIL, 2010).

A implantação dos primeiros LEVs em Belo Horizonte ocorreu em 1993. Eles foram instalados em áreas públicas para os cidadãos depositarem materiais recicláveis como plásticos, metais, papéis e papelões previamente separados. Posteriormente, são coletados pelos caminhões da Secretaria de Limpeza Urbana (SLU) e levados para os galpões de triagem da Associação dos Catadores. A expansão da Coleta Seletiva para outras áreas ocorreu com recursos financeiros do Ministério do Meio Ambiente e da Fundação Interamericana. Muitos LEVs foram espalhados pela cidade, o que gerou mais oportunidades de trabalho na triagem e reciclagem e proporcionou a inclusão de moradores de rua que faziam parte dos programas sociais municipais. (BRASIL, 2010; DIAS, 2011).

O sistema de entrega voluntária em Belo Horizonte é constituído de 91 LEVs em áreas públicas com 435 contêineres. O sucesso dessa coleta seletiva voluntária está diretamente relacionado ao investimento em educação, à sensibilização e à conscientização da sociedade. (BEZEN, 2006; BRASIL, 2010; VARELLA, 2010; CEMPRE, 2014).

Esta pesquisa aborda a temática da melhoria dos Locais de Entrega Voluntária a partir de diretrizes projetuais, resultantes de uma análise ergonômica da atividade, visando compreender a interação dos usuários com os LEVs e suas dificuldades diante da coleta seletiva, a fim de aumentar o aproveitamento do objeto e melhorar o processo da reciclagem.

Os Locais de Entrega Voluntária, em sua maioria, são equipamentos urbanos mal utilizados pela população e muitas vezes subestimados quanto a sua funcionalidade devido a diversos fatores estéticos, funcionais, formais e em relação ao material em que é produzido. Um dos principais problemas é a associação do LEV com lixeira (BEZEN, 2006; VARELLA, 2010; CACCIARI, 2005). Portanto, como hipótese, este trabalho acredita ser necessário ressignificar esses dispositivos e projetá-los não apenas como recipientes nos quais deverão ser descartados resíduos, mas também como locais de armazenamento de materiais que serão retornados à cadeia de produção.

Tal estudo torna-se pertinente pelo fato de que o processo de reciclagem está diretamente associado aos princípios básicos de qualidade de vida do cidadão. Além disso, tais ações possuem caráter inovador, pois focam no projeto de um equipamento existente que ainda não é bem resolvido, além de contribuir efetivamente para o processo integral da coleta seletiva.

Este projeto teve como objetivo geral propor um novo modelo de Local de Entrega Voluntária visando melhorar a interface do objeto com seus usuários. Em relação aos objetivos específicos, pretendeu-se:

- Entender a atividade de entrega voluntária e coleta do material reciclável depositado nos LEVs. A compreensão da atividade permite avaliar a interface entre o usuário e produto em diversos modelos existentes na cidade e perceber os pontos positivos e negativos que podem argumentar um projeto.
- Desenvolver um estudo de caso em uma micro situação a fim de projetar um modelo de um LEV visando adquirir experiências de uso para subsidiarem projetos futuros a serem implementados em contexto urbano. No caso desta pesquisa o estudo de caso será desenvolvido futuramente na Escola de Engenharia do campus da UFMG.

## 5.2 Coleta seletiva

O sucesso da coleta seletiva está diretamente relacionado ao investimento em educação e/ou na sensibilização e conscientização da sociedade. Muitas vezes a coleta seletiva é incentivada de forma que os que aderem sejam tratados diferentemente daqueles que não aderem. Como, por exemplo, receber uma remuneração após o depósito do material. Outra maneira de incentivar a participação da sociedade na coleta seletiva é adotar sistemas negativos que podem punir aqueles que não a aderirem. Por exemplo, os resíduos que não estão separados, conforme as regras pré-estabelecidas, não serão coletados. A adesão compulsória de impostos pelo governo é outro exemplo. (CEMPRE, 2014; BRASIL, 2010; VARELLA, 2010; BEZEN, 2006).

A forma de coleta mais efetiva é a coleta porta a porta, seguida pela coleta ponto a ponto utilizando LEVs, de acordo com um Diagnóstico do Manejo de Resíduos Urbanos no Brasil baseado numa amostra de 121 municípios selecionados cujos dados foram coletados por meio de questionários respondidos voluntariamente por 109 municípios. Foi identificado a modalidade de coleta porta a porta em 50 casos e em seguida o recolhimento em postos de entrega voluntária em 29 casos. Em vários casos as várias modalidades de coleta acontecem simultaneamente. (RIBEIRO et al, 2010; BEZEN, 2006).

Dentre os **pontos positivos** do uso de LEVs, segundo Cempre (2014); Brasil (2010); Varella (2010); Bezen (2006) destacam-se:

- a) a diminuição dos custos com transporte, pois concentra a coleta em pontos pré-determinados;
- b) evita que a população necessite de local próprio para acumulação dos recicláveis;
- c) permite exploração do espaço do LEV para publicidade e parcerias que diminuem os custos de implantação e manutenção;
- d) facilita a separação por tipo de resíduo e, conseqüentemente, facilita a triagem;
- e) recompensa, em alguns casos, o descarte, com brindes;
- f) a coleta pode ser realizada de acordo com as necessidades da população;
- g) sugere a rotatividade dos materiais e sua importância.

Os **problemas** que precisam ser superados para a Entrega Voluntária funcionar são:

- a) necessita de recipientes volumosos;
- b) demanda maior disposição da população;
- c) necessita de grandes espaços para a disposição dos recipientes;
- d) os recipientes ficam sujeitos a atos de vandalismo;

- e) exige constante manutenção e limpeza;
- f) pode atrair animais indesejáveis;
- g) pode sujar o espaço e contaminar o solo;
- h) necessita de materiais com alta durabilidade, podendo aumentar o custo de produção.

O indevido planejamento da implementação do LEV e do próprio objeto, evidenciando seus aspectos negativos, pode-se tornar problemático para a sociedade. Em Lisboa, por exemplo, o sistema de ponto a ponto que era interessante, devido à dificuldade de acesso às ruas estreitas, foi trocado pelo sistema porta a porta devido aos atos de vandalismo, ao elevado custo de manutenção dos equipamentos e à sujeira acumulada ao redor dos LEVs. Há casos em que a população rejeita esse tipo de equipamento, devido ao acúmulo de sujeira e outros resíduos que são depositados indevidamente nesses equipamentos como animais mortos, lixo orgânico etc. Portanto entende-se a necessidade do planejamento projetual desses Locais de Entrega Voluntária.

### **5.3 Materiais e métodos**

A metodologia adotada neste estudo é qualitativa, de caráter experimental. A pesquisa foi desenvolvida no contexto da região da Pampulha, localizada na zona norte do município de Belo Horizonte. A Pampulha contém 57 LEVs, com sistema de coleta quinzenal e participam da entrega voluntária tanto os moradores da região como pessoas de outras localidades, pois este local concentra grande número de visitantes em virtude da oferta de atividades de lazer e turismo.

Este trabalho foi guiado pela análise da atividade, instrumento da Ergonomia que objetiva analisar exigências e condições reais da atividade (LAVILLE, 1977).

As análises das atividades de entrega voluntária e coleta do material foram realizadas em duas situações distintas: a primeira na região da Pampulha a fim de entender o funcionamento das atividades no contexto urbano e a segunda no Campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para compreender como as atividades funcionam num contexto menor e em uma situação planejada para o evento Festival de Inverno.

A coleta de dados deste trabalho teve duração de nove meses e foi organizada em cinco etapas que serão explicadas a seguir: (1) análise da atividade de Locais de Entrega Voluntária da região da Pampulha; (2) análise da atividade do sistema experimental de coleta implementado no

Festival de Inverno da UFMG; (3) instrumento de Seleção Visual; (4) síntese das diretrizes de projeto; (5) desenvolvimento dos estudos iniciais do modelo.

### *5.3.1 Análise da atividade de locais de entrega voluntária da região da Pampulha*

Nesta etapa foi desenvolvido um estudo de campo em três situações de Locais de Entrega Voluntária. Os participantes desse grupo foram, ao todo, seis estudantes, entre eles alunos e pesquisadores dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Ambiental da UFMG e do curso de Design de Produto da UEMG. Foram escolhidos três LEVs que permitissem a entrega dos quatro tipos resíduos (plástico, metal, vidro e papel), localizados próximos de pontos de maior movimento da população: um estádio de futebol, um parque de diversão e um parque ecológico. Os pesquisadores organizaram-se em duplas e realizaram observações e verbalizações das atividades de entrega e coleta, abordando os usuários (cidadãos e coletores), durante uma semana. As informações coletadas foram organizadas em relatório técnico parcial para fundamentar as etapas seguintes.

### *5.3.2 Análise da atividade do sistema de coleta implementado no Festival de Inverno da UFMG*

O Festival de Inverno é um evento caracterizado pelo desenvolvimento de novos conceitos e práticas para a sociedade e o meio ambiente e foi promovido, em 2014, no campus da Universidade Federal de Minas Gerais. O evento buscou desenvolver na universidade os problemas que estão presentes no cotidiano urbano e dentre eles a geração de resíduos. Ele contou com a presença de alunos e pesquisadores engajados no tema, artistas de vários domínios, participantes inscritos nas várias atividades e convidados.

Os pesquisadores deste trabalho apropriaram-se da realização do Festival de Inverno para ser desenvolvida a segunda etapa deste estudo, na qual foram realizadas novas observações das atividades e verbalizações com os usuários durante a interface com equipamentos distintos que constituíram o sistema de coleta seletiva do evento: (a) o LEV existente do Campus que estava localizado em um dos pontos dos principais de acontecimentos do evento, (b) o drive-thru, localizado no portão de acesso do Campus para facilitar o acesso ao recipiente de descarte de materiais para pessoas que levam o material gerado em suas residências, (c) os LEVs móveis, ou seja, carrinhos motorizados de coleta que foram estacionados temporariamente em locais que tivessem demanda, (d) os tambores para descarte de resíduos orgânicos e resíduos recicláveis

gerados nas regiões das confraternizações, (e) o LEV assistido, ou seja, um ponto improvisado com *bags* para o depósito de todo material reciclável coletado no festival, que ajuda o próprio usuário a fazer o descarte correto a fim de minimizar os esforços na triagem.

O evento constituiu-se um laboratório de situações nas quais os participantes envolvidos no movimento da reciclagem manifestaram de forma muito rica suas críticas aos sistemas experimentais propostos. Este experimento em particular serviu-nos para acelerar a construção de resultados de uma análise da atividade mais longa. Os usuários compartilharam suas experiências vividas no seu engajamento com o tema da coleta seletiva, em cada uma das regiões da cidade em que vivem. A concentração deste tipo de usuário, promovido pelo evento, foi muito positivo no sentido de informar nosso projeto futuro de LEV, diversificando e enriquecendo os dados.

Durante o evento, priorizou-se o recolhimento dos materiais recicláveis e orgânicos, tal como descreve estudo de Burr (2001). Sob sua ótica metodológica, a coleta seletiva é concebida de modo simplificado, a partir de combinações de dois recipientes para separação dos resíduos gerados. Portanto, no Festival de Inverno optou-se pela utilização do agrupamento de dois recipientes, um para armazenar o “Lixo Comum” e um para o “Material Reciclável”. Os cinco tipos de equipamentos utilizados no Festival foram alocados aos pares e em pontos estratégicos conforme as atividades diárias do Festival, relacionando-se com o público esperado.

O festival teve a duração de uma semana durante o mês de férias e foram recolhidos 1138 kg de resíduos: 249 kg de plástico, 624 kg de papel, 209 kg de vidro e 56 kg de metal.

### *5.3.3 Instrumento de Seleção Visual*

Com o objetivo de identificar as preferências, necessidades e aspectos culturais dos usuários, para contemplá-los na formulação de diretrizes projetuais, foi aplicado o método da Seleção Visual, ou “Visual Preferences”. Esse termo foi originalmente proposto por Sanoff (1991) e possibilita identificar valores e significados agregados a um conjunto de fatores analisados, sempre que possível relacionando-os a tipos de objetos já encontrados pelos respondentes (RHEINGANTZ et al., 2009).

O método permitiria identificar as características positivas e negativas percebidas pela sociedade em relação à imagem de Locais de Entrega Voluntária já existentes. Esta etapa é uma das fundamentais para agregar ao projeto futuro do LEV, elementos que permitam ao usuário resignificar o objeto LEV, passando a vê-lo não mais como uma lixeira e sim um sistema de

coleta se material para reciclagem. Parte importante de um processo qualificado de reaproveitamento de materiais. Foram selecionados oito tipos de LEVs com características diferentes para apresentar aos participantes. Eles deveriam, apontar os pontos positivos e negativos de cada um dos dispositivos de coleta de acordo com seu ponto de vista. Além disso, o método permitiria caracterizar a população participante.

Foi realizado um teste piloto do método no contexto da Escola de Design da UEMG para verificar o funcionamento da aplicação. Posteriormente, o teste foi aplicado no contexto da Escola de Engenharia da UFMG, com a possibilidade de implementar, futuramente, um protótipo do equipamento projetado a partir das diretrizes que forem traçadas.

As informações coletadas junto aos usuários foram organizadas e quantificadas em tabelas para evidenciar as preferências mais significativas. A duração da coleta de dados dessa etapa foi de três semanas.

#### *5.3.4 Síntese das diretrizes de projeto*

Os participantes desta etapa envolveram a equipe de pesquisadores, alunos e professores do programa de extensão “Alternativas de produção em economia solidária: desenvolvimento de sistemas de coleta solidária”. Baseado nas informações coletadas com os participantes nas três primeiras etapas da pesquisa, foi possível reuni-las em categorias relativas à estética, à função, à forma e a localização do LEV. Essas categorias foram organizadas em um mapa para possibilitar a visualização e discussões do grupo para elaboração das diretrizes.

#### *5.3.5 Desenvolvimento dos estudos iniciais do modelo*

Nesta fase são geradas as possibilidades de solução dos problemas e conceitos. Esse processo pode ser feito através de técnicas para facilitar a produção de ideias como a geração de alternativas em esboços. Estes devem ser apresentados de forma a auxiliar as tomadas de decisões para uma definição de detalhes técnicos e formais do produto (DAPPER 2012).

Segundo Rohleder, Speck e Gómez (2000), o Desenho é uma extensão da capacidade cognitiva do projetista para, principalmente, representar dados, simular o uso e auxiliar na resolução de problemas complexos.

Neste estudo, os modelos são utilizados durante o processo como objeto para discussão da atividade de descarte e coleta e não apenas como apresentação da solução final do modelo.

#### **5.4 Análise da atividade de Locais de Entrega Voluntária da região da Pampulha**

Os Locais de Entrega Voluntária (LEVs), na região da Pampulha em Belo Horizonte, estão distribuídos em duas sub-regiões: Pampulha 1 e Pampulha 2.

A Pampulha 1 abrange o aeroporto, o campus da UFMG, o Zoológico e os bairros Bandeirantes, Castelo, Dona Clara, Garças e Indaiá. Nesta sub-região existem 18 locais de entrega voluntários.

A Pampulha 2 reúne os bairros Copacabana, Itapoã, Liberdade, São Francisco, São Luiz, São José, Serrano, Santa Amélia, Santa Branca e Urca. Nesta sub-região existem 39 locais de entrega voluntários.

Existem 57 LEVs da região da Pampulha que coletam exclusivamente vidro ou coletam vidro, plástico, papel e metal. Eles são encontrados em diferentes tipos de recipientes: gaiola, gaiola de vidro, foguetinho, quadrado, trapézio e trenzinho.

A frequência da coleta é quinzenal, podendo ser realizada de dois a cinco dias na semana conforme o volume da entrega para os resíduos de Papel, Metal e Plástico (PMP). A coleta do vidro acontece uma vez na semana, em dia diferente da coleta de PMP.

Esses equipamentos são passíveis de mudança de endereço, conforme solicitação política ou da comunidade. As causas estão relacionadas com: reforma de praça ou rua que o equipamento está instalado; depredação e uso incorreto do equipamento que provoca limpeza sistemática e custos adicionais ao sistema; insatisfação da vizinhança próxima com a sujeira; necessidade de atender a grande demanda de outro local; reclamação da comunidade em relação ao mal uso que provoca proliferação de doenças e foco de dengue; estratégia da SLU para evitar a deposição de vidros dentro e fora dos outros recipientes; revitalização do sistema; desobstrução de circulação para promover acessibilidade nos passeios.

Serão apresentadas três situações distintas, escolhidas por permitirem a entrega dos quatro resíduos e por estarem próximos de pontos de maior movimento da população: estádio de futebol, parque de diversão e parque ecológico.

##### *5.4.1 População usuária*

Os moradores da região são participantes da entrega voluntária nas três situações, assim como as pessoas que habitam diferentes bairros da cidade que frequentam pontos de lazer e turismo da região.

#### 5.4.2 Características físicas dos levs

As três situações apresentam tipos diferentes de recipientes:

##### 5.4.2.1 Estádio de futebol

Existe um LEV constituído de recipientes para cada tipo de resíduo. Eles estão localizados no passeio lado a lado. Os recipientes são do tipo foguetinho (figura 135).

#### **Figura 135– Recipiente do tipo foguetinho**

O orifício é considerado subdimensionado pelos usuários para inserir sacolas e papelão, induzindo-os a deixá-las no chão, próximas aos recipientes (figuras 136 e 137).

#### **Figura 136 - Subdimensionamento do orifício para descarte**

#### **Figura 137 - Necessidade de rasgar o papelão**

##### 5.4.2.2 Parque de diversão

A rua em que o LEV está situado não é muito movimentada, porém é próxima à lagoa e à igreja da Pampulha, onde passam muitos carros e pedestres.

Existe um recipiente para vidro, um para metal, dois para plástico e quatro para papel.

Os recipientes de plástico têm 2 m de altura e os de papel tem 1,5 m de altura.

#### **Figura 138- Recipiente do tipo gaiola**

#### **Figura 139 – Recipiente do tipo quadrado**

Os usuários reclamam em relação à altura (2 m) para descartar plásticos nos recipientes do tipo gaiola (figura 138) e em relação à “boca” (69 x 25 cm) para descartar papéis nos recipientes do tipo quadrado (figura 139).

#### 5.4.2.3 Parque ecológico

O LEV do tipo trenzinho está localizado em uma das entradas do parque ecológico, área de estacionamento de carros e entrada e saída de caminhões de obras realizadas na Lagoa da Pampulha (figura 140).

#### **Figura 140– Localização do LEV**

Trata-se de uma área sem desnível, perto da rotatória desse local, a 1,30 m do meio-fio e a 52 m da entrada de visitantes do parque (figura 141).

#### **Figura 141– Vagões do trenzinho do LEV**

A localização não é viável, pois muitos caminhões passam perto e levantam muita poeira (figura 142). Portanto um caminhão passa jogando água na rua para que diminua a poeira, o que gera lama e possas d'água ao redor do LEV (figura 143).

#### **Figura 142– Trajeto de caminhões em frente ao LEV**

**Figura 143– Necessidade de molhar a pista para minimizar poeira**

O LEV do tipo trenzinho é fixo e feito de metal, constituídos de recipientes sem identificação: um para descarte de metal, dois para plástico, um para papel e um para vidro, isolado do LEV (figura 144).

**Figura 144– Especificidade dos recipientes**

O trenzinho possui comprimento total de 17,5 m distribuídos da seguinte forma: 2,05 m na parte frontal do trem; 1,95 m no recipiente destinado ao descarte de metal; 3,25 m para cada recipiente de plástico e de papel; 1,95 m para o recipiente de vidro; e 1,8 m para o espaçamento total entre os recipientes. Os recipientes, excluindo o de vidro, possuem portas traseiras para a retirada dos materiais pelos coletores, no entanto, elas não possuem chave (figura 145). A abertura dos recipientes para realizar o descarte excluindo a do recipiente de vidro e o que não possui identificação, têm 40 x 20 cm e se localizam a 1,5 m do solo. O recipiente de vidro possui uma abertura de 20 cm de diâmetro que fica a um 1,40 m do solo.

**Figura 145– Portas do LEV sem chaves***5.4.3 Semelhanças entre os levs*

- a) Dificuldade dos usuários para descartar certos materiais: isopor, embalagem longa vida.
- b) Presença de materiais descartados incorretamente: produtos orgânicos, roupas, animais.
- c) Mistura, dentro do caminhão, dos resíduos separados nos LEVs (figura 146).

**Figura 146– Resíduos misturados no caminhão**

d) Acúmulo de resíduos fora dos LEVs, mesmo quando há espaço interno (figura 147).

**Figura 147– Resíduos no exterior e interior do mesmo LEV**

e) Moradores de rua vasculham o descarte dos LEVs a procura de materiais de valor (latas de alumínio, tênis e roupas usadas) e espalham no passeio.

f) Garis vasculham o descarte para coletar latinhas e encontram colar de ouro, relógios, dinheiro.

h) Reclamação dos coletores:

- Dor na coluna, já que a maior parte do trabalho é feita curvando a coluna ou agachado (FIG. 14).

**Figura 148– Remoção do resíduo com auxílio de uma caixa de papelão**

- A atividade de coleta é realizada manualmente, utilizando as mãos como pá coletora dos materiais. Eles empurram todo o material de dentro do recipiente para uma caixa ou *bag* (figura 148) a fim conduzi-los ao caminhão (figuras 149 e 150).

**Figura 149– Remoção dos resíduos com auxílio do *bag***

**Figura 150– Condução do resíduo ao caminhão**

### **Figura 151- Abastecimento do caminhão**

- Os *bags* são arrastados pela calçada, rasgando os mesmos e permitindo que alguns materiais caiam pela calçada.
  - Durante o trabalho de recolhimento muitos materiais são espalhados pela calçada, e os garis varrem esses materiais e colocam em um canto para os coletores da prefeitura fazerem a recota dos mesmos.
  - Cai muito resíduo pelos buracos do LEV, porém é difícil varrer por baixo, pois é preciso levantar o LEV.
  - Em dias de chuva, quando o LEV não possui furos para o escapamento da água, dificulta a coleta.
- i) Acúmulo de resíduos fora dos LEVs quando os coletores não passam para fazer a coleta porque estão em greve ou por qualquer outro motivo (figura 152).

### **Figura 152– Resíduo acumulado quando os coletores não passam para fazer a coleta**

- j) Os LEVs abertos e sem proteção estão sujeitos às intempéries e à invasão de animais, arrastam materiais pelo passeio e pela rua.
- k) Falta de manutenção percebida pela corrosão e equipamentos quebrados (figura 153).

### **Figura 153- Falta de manutenção**

- l) Não possuem informações sobre a separação dos resíduos.
- m) Alguns usuários acham que a coleta “porta a porta” é complementar à entrega voluntária.

#### *5.4.4 Especificidades dos LEVs*

##### *5.4.4.1 No estádio de futebol*

- a) O local encontra-se, muitas vezes, sujo, principalmente em dias de jogo.

- b) A pequena abertura para se colocar o papel, dificulta a disposição correta do papelão, induzindo o usuário a deixar o material do lado de fora dos recipientes.
- c) Nos dias seguintes aos jogos, existe um volume maior de descarte que é um atrativo para os garis de latinhas.
- d) Nos dias seguintes aos jogos, existe um volume maior de descarte no passeio.

#### *5.4.4.2 No parque de diversão*

- a) Vigilante de rua orienta a entrega voluntária.
- b) Acúmulo de materiais, dentro e fora do LEV na 2ª feira, dificultando o descarte correto.
- c) Moradores de rua que incendeiam e fazem necessidades fisiológicas no equipamento.
- d) Invasão de crianças para habitar o LEV.

#### *5.4.4.3 No parque ecológico*

- a) O segurança do parque, responsável pela integridade e a ordem no parque, preocupa-se em orientar o descarte correto. Já flagrou e denunciou ao policial local o descarte de seringas. Além disso, liga para a coordenação para que acionem o caminhão da coleta quando percebe que os equipamentos estão com suas capacidades de armazenamento esgotadas.
- b) Apesar da forma lúdica, usuários não acham o LEV atrativo por causa da sujeira e aparência.
- c) Criança não entende a forma de brinquedo se não é para brincar.
- d) Devido ao design, é necessário abrir a porta para fazer o descarte de PMP quando os resíduos estão ensacados ou em caixas. Os vidros levados em caixas pelos usuários são deixados perto do equipamento (figura 154).

### **Figura 154– Descarte em sacolas e caixas**

#### *5.4.5 Diretrizes para projeto*

Diante as visitas técnicas destes três pontos de LEVs na região da Pampulha, pôde-se identificar 6 diretrizes do projeto de LEV para os usuários que descartam e que coletam os materiais e para o próprio instrumento:

#### *5.4.5.1 Dimensões do objeto*

Foi identificado que para a atividade de descarte, os recipientes com a entrada na parte frontal devem conter um mínimo de 1,20 m e um máximo de 1,5 m de altura total, de comprimento e profundidade um mínimo de 1,20 m. A “boca” de entrada de materiais deve conter no mínimo 0,50 m (altura) x 0,60 m (comprimento) e no máximo 0,80 m (altura) x 1,00 m (comprimento), medida com base no comprimento do braço estendido formando 60° em relação ao piso, que é o alcance máximo eventual de um cadeirante (figura 155) e de dados coletados durante as experiências a campo.

#### **Figura 155– Alcance manual frontal de um cadeirante**

Fonte: <http://migre.me/l4D43>

Para todos os casos identificados, infere-se que a localização frontal da porta do objeto, deve conter a medida máxima em relação à altura e comprimento total do recipiente, pois aumenta a área de contato do coletor com a parte inferior do recipiente, evita o ato dele debruçar dentro do objeto e facilita a posição de trabalho dos funcionários e transporte do material para o caminhão, uma vez que não é necessário dar a volta, ou afastar o recipiente da parede ou da calçada.

#### *5.4.5.2 Disposição do LEV na cidade*

O LEV deve ser disposto no ambiente de modo que permita toda a integração entre pessoas, objetos, edificações, veículos etc. É importante pensar no uso seguro a todos os tipos de usuários considerando o peso, mobilidade, estatura, idade, acuidade visual e auditiva, grau de instrução e situações, evitando ser um obstáculo nas vias de locomoção, não apenas do espaço que o objeto ocupa, mas também o das pessoas ao realizar o descarte, necessitando locais para parar o carro, ou ser um sistema de “drive thru” onde não é necessário descer do próprio veículo para realizar o descarte.

A localização também é importante para melhorar a dinâmica do trabalho dos coletores dos materiais descartados nos recipientes dos LEVs, como a aproximação das vias visando favorecer a descarga do material no caminhão da coleta seletiva e reduzir o trajeto dos materiais realizados pelos coletores.

Além das relações com a cidade e com o homem é necessário que disposição seja pensada nos aspectos ambientais, uma vez que o LEV acaba liberando chorume e resíduos sobre o solo, principalmente por causa de intempéries, como a chuva e o vento que podem também estragar os recipientes do LEV.

#### *5.4.5.3 Armazenamento interno*

Foi identificada a ausência de recipientes internos que facilitem tanto na retirada do material pelos coletores, quanto em manter a integridade da separação realizada pela população, durante o percurso dos materiais na hora da coleta até as associações de triagem.

#### *5.4.5.4 Resistência, manutenção e limpeza*

Lidando com os fatores humanos, como os atos de vandalismo e uso constante do objeto; o desgaste que vem com o tempo e variações climáticas, como as chuvas, sol e vento; além da própria reação química dos materiais descartados com o recipiente, identificou-se a necessidade de produzir os recipientes do LEV com um material de fácil de higienização, alta durabilidade, resistência, estabilidade térmica e impermeabilidade.

#### *5.4.5.5 Identidade visual*

Devido à preocupação com a temática da reciclagem ainda ser recente na sociedade, é necessário investir em recursos de linguagem que auxiliem o descarte, por meio de cores, imagens do que podem ou não ser descartados.

#### *5.4.5.6 Interatividade e identificação com o usuário*

Foi identificado que os LEVs não possuem uma característica marcante quanto à forma, sendo que o uso é reduzido pelo fato de lembrar a questão “suja do lixo”, afastando determinados usuários, e não a questão do armazenamento de materiais, por ser uma forma de ganhar dinheiro e fonte de emprego para muitos indivíduos. É importante que os recipientes tenham um conceito tradicional para que não gere a dúvida quanto à funcionalidade do recipiente, mas que, também, possua a emotividade que visa comunicar sensações ao usuário, através de reações psicológicas ligadas, por exemplo, ao material ou cheiro do objeto.

## 5.5 Análise da atividade do sistema de coleta implementado no Festival de Inverno da UFMG

O Festival de Inverno, caracterizado pelo desenvolvimento de novos conceitos e práticas para a sociedade e o meio ambiente, veio a Belo Horizonte, entre os dias 18 e 26 de julho de 2014, no campus da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG em sua 46<sup>o</sup> edição com uma proposta que se articula em torno do bem-comum.

Este evento buscou desenvolver na universidade os dilemas que atravessam os modos de vida em comum, onde é existente os problemas de geração de resíduos, o acesso à educação e outras adversidades que se renovam tragicamente nos dias de hoje.

O Festival ocorreu no território da UFMG por se tratar de um local de experimentos para a invenção de atividades e imaginários para a vida em comum, aberto às práticas e saberes que não são exclusivamente aqueles dos seus professores, estudantes, funcionários e pesquisadores.

### 5.5.1 Grupo de Trabalho: Reciclagem e Compostagem

O grupo de Reciclagem e Compostagem, composto de alunos, visitantes voluntários, professores e pesquisadores, possuía o intuito de trabalhar o impacto de todo resíduo produzido nas atividades e realizar uma vivência lúdica, atrativa e viável dentro do contexto do 46<sup>o</sup> Festival de Inverno.

Uma das responsabilidades do grupo foi indagar como o público esperado no Festival de Inverno iria lidar com seus resíduos de itens recicláveis (plástico, alumínio, vidro e papel) e a compostagem da matéria orgânica, através dos Locais de Entrega Voluntária.

Sendo assim, foi cedido pela UFMG, seis locais para serem implantados os LEVs: portaria principal, bosque da música, Faculdade de Ciências Econômicas (FACE), praça de serviços, restaurante setorial e estação ecológica (figura 156).

**Figura 156– Parte do mapa do Festival de Inverno contendo todos os 6 locais de entrega voluntária**

### *5.5.2 População do festival*

O Festival de Inverno da UFMG, contou com a presença dos próprios alunos e pesquisadores interessados ou engajados ao tema, de mestres das culturas afro-brasileiras e indígenas, de artistas de vários domínios, de participantes inscritos nas várias atividades e de convidados.

### *5.5.3 Propostas de levs para o festival de inverno*

Para a execução do projeto diante às seis diretrizes delineadas na análise da atividade dos LEVs da região da Pampulha, foram propostas soluções para o Festival de Inverno da UFMG.

### *5.5.4 Proposta de LEV com recipientes modulares*

A estrutura do recipiente do LEV (figura 157) foi pensada para o armazenar materiais (figura 157, item 1), possuindo uma porta com abertura vertical para ser puxada para cima a fim de bloquear todo material depositado e impossibilitar que caiam pelo chão, uma vez que ela é fechada no momento em que é solta (figura 157, item 2).

Internamente, seria importante ter uma estrutura móvel interna, com a parte frontal aberta, visando facilitar o trabalho do coletor, pois ela permite arrastar todo o material para dentro do *bag* utilizado na hora da coleta (figura 157, item 3) e uma gaveta com pequenas aberturas na parte inferior do recipiente para concentrar o chorume, possuindo uma mangueira para escoá-lo para fora do recipiente (figura 157, itens 4 e 5).

### **Figura 157– Proposta de recipiente modular**

#### *5.5.4.1 Proposta de LEV com a utilização de pallet*

Foi pensado um modelo de LEV com a utilização de pallet, por ser um material resistente, trazer uma linguagem de sustentabilidade, inovação, ser bem aceito esteticamente e fácil de ser encontrado e de adaptado (figura 158).

#### **Figura 158– Proposta de LEV de pallet**

Levou-se em consideração as dimensões necessárias e a viabilidade de construção com essa matéria prima: 1,10m de comprimento, 1,50 de altura e 0,80m de profundidade. Era visada a acessibilidade a todos os tipos de pessoas. Haveria uma porta frontal para a retirada dos materiais pelos coletores. Por ser um sistema de módulos, os recipientes poderiam permanecer encostados

na parede ou uns nos outros, sendo possível diversificar a disposição dos recipientes conforme a necessidade e especificidades de cada local.

O armazenamento interno consiste em um sistema de ganchos que sustentam o *bag*, sacos que são utilizados pelas associações de triagem, que irá receber todo o material, sob uma plataforma com rodízios com a função de apoiar auxiliar o transporte do *bag* até o caminhão da coleta seletiva. Todo esse recipiente é protegido das intempéries por meio de uma cobertura de lona, pois não é existente uma camada de pallet na parte superior, visando a abertura e aproveitamento máximo do recipiente.

#### 5.5.4.2 Proposta para Drive Thru

Para atender à população que mora nas redondezas da UFMG e que utiliza normalmente o LEV para depositar os materiais recicláveis, foi pensado na implementação de um ponto de *Drive Thru* (figura 159), contendo dois “porta-*bag*”, estrutura metálica com ganchos que sustentam o *bag*, com intuito de que as pessoas que passarem pela portaria do campus possam realizar o descarte dos materiais logo na entrada.. A estrutura metálica possui 1,80 m de altura e 0,80 m de comprimento e de profundidade. Ela seria revestida por um trançado de pet nas faces laterais e posterior e com *banners* informativos na face frontal.

#### **Figura 159– Proposta de um Drive Thru**

#### 5.5.4.3 Proposta para LEV móvel

Para a redução de custos e maior possibilidade de execução dos LEVs, foi levantada uma lista de materiais e instrumentos que poderiam funcionar como recipientes do LEV e que poderiam ser emprestados pelas associações de triagem. Portanto, foi adaptada a ideia para os carros motorizados da Coletortec. Eles possuem a gaiola com uma abertura na altura de 1,10m para conter um *bag* interno e armazenar o material descartado (figura 160). A estrutura seria um atrativo pelo fato de trazer a imagem de tecnologia, além de funcionar como transporte, possibilitando que cada carro movimente de acordo com a necessidade de cada local do evento.

#### **Figura 160– Proposta de LEV móvel utilizando carrinhos motorizados existentes**

### 5.5.5 Execução do projeto

Com início das atividades do evento, notou-se que o foco da gestão de resíduos gerados no festival de inverno possuía um tipo específico de materiais, como por exemplo, papéis, copos e pratos descartáveis. Determinou-se que seria suficiente o uso de baldes para receber todo material reciclável, sendo uma escolha baseada no estudo de Mark Burr, realizado em 2001, sobre motivação e descarte.

Em sua ótica metodológica, ele orienta realizar a coleta seletiva de modo simplificado, a partir de combinações de dois recipientes para separação dos resíduos gerados. Portanto, para o Festival de Inverno foi decidido que seriam utilizados os agrupamentos de dois recipientes, um para armazenar o “Lixo Comum” e um para o “Material Reciclável” (figura 161). Os recipientes foram colocados aos pares, em pontos estratégicos, conforme as atividades diárias do Festival (figura 162).

**Figura 161**– Recurso de baldes utilizados no evento

**Figura 162**- Recipientes aos pares colocados no gramado.

A ideia era estimular a separação dos materiais recicláveis e o lixo comum de forma simples e prática, sabendo que os resíduos gerados no evento poderiam ser mais específicos e não variar muito. Além da disposição destes equipamentos, foi agregada também à coleta seletiva simplificada, recipientes para material orgânico para os locais com maior produção deste tipo de material: “Feira de Tudo” e “Cozinha Comum”. Nestes locais, a geração de resíduos orgânicos , foi superior a outros espaços do Festival, conforme analisado nos primeiros dias.

É importante salientar a dinâmica das atividades do Festival definia a quantidade de recipientes. Um exemplo eram as oficinas que ocorriam no gramado da reitoria. Quando era realizado shows ou outras atividades, eram alocados cerca de 7 a 8 baldes de coleta, no entanto, quando não ocorria atividade no local, eram alocados 3 a 4 recipientes.

Os carrinhos motorizados, que foram emprestados pelas associações de triagem para o evento, tiveram outra finalidade. Eles passaram a transportar todo o material reciclável descartado nos recipientes espalhados pelo campus bem como realizar a destinação até o “Reciclômetro”, equipamento de acúmulo dos materiais que eram gerados.

O gráfico 1 apresenta um panorama geral reativo à produção dos diversos materiais descartados no festival de inverno.

### **Figura 163– Relação quantitativa dos materiais descartados**

#### *5.5.6 Diretrizes para projeto*

A partir do Festival de Inverno, pôde-se confirmar as diretrizes já mencionadas anteriormente e complementar mais duas diretrizes para o projeto de LEVs:

##### a) Viabilidade de processo

O sistema modular de recipientes permitirá agrupar diversos tipos de materiais recicláveis, podendo minimizar a produção de módulos de acordo com a necessidade de cada local e aumentar a capacidade de armazenar maior volume nos recipientes conforme o seu dimensionamento. Conseqüentemente, os coletores poderão realizar menos viagens ao caminhão durante o processo de coleta.

#### b) Localização

É necessário que os recipientes localizem-se perto de um local iluminado ou que possuam iluminação própria para aumentar a segurança e auxiliar a atividade de descarte. Também é importante que esteja localizado próximo a um ponto de água para oferecer ao coletor condições para lavar-se ou limpar o local se houver necessidade. A proximidade com uma rampa para facilitaria a acessibilidade do transporte do material coletada ao caminhão de coleta.

### **5.6 Instrumento de Seleção Visual**

Para coletar dados junto à população usuária foi aplicado o instrumento de Seleção Visual. Com base em um conjunto de imagens previamente escolhidas, Seleção Visual, ou “Visual Preferences” termo originalmente proposto por Henry Sanoff (1991), possibilita identificar valores e significados agregados a um conjunto de fatores analisados, relacionando-os a tipos de objetos já encontrados pelos respondentes. Sua aplicação possibilita identificar preferências, necessidades, aspectos culturais de cada usuário, a fim de serem formuladas diretrizes projetuais (Rheingantz P.A 2009).

Portanto, o instrumento foi aplicado com o objetivo de identificar as características positivas e negativas percebidas pela sociedade diante dos Locais de Entrega Voluntária selecionados, pois o olhar de cada indivíduo pôde contribuir com a concepção de diretrizes de projeto a um novo design de LEV para a escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

#### *5.6.1 Instrumento*

Com base em um conjunto de imagens previamente escolhidas, o instrumento Seleção Visual, possibilita identificar valores e significados agregados a um conjunto de fatores analisados, sempre que possível relacionando-os a tipos de objetos já encontrados pelos respondentes. Sua aplicação permite identificar as preferências, necessidades, aspectos culturais de cada usuário, a fim de serem formuladas diretrizes projetuais.

#### *5.6.2 Participantes*

O público participante do teste piloto deste instrumento da pesquisa fora dez integrantes da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais. Após a validação do teste, ele foi aplicado com integrantes da escola de Engenharia da UFMG, somando no total vinte e cinco pessoas.

Dentre a população total de participantes (35 pessoas), 63% são do gênero masculino (GRAF. 2), 80% são alunos (GRAF. 3) e a faixa etária predominante está entre 15 e 25 anos (GRAF. 4).

**Gráfico 2 – Gênero da população participante**

**Gráfico 3– Participantes da pesquisa**

**Gráfico 4– Idade dos participantes**

*5.6.3 Recursos*

Foi elaborada uma ficha de avaliação de pontos positivos e negativos (figura 164) para oito LEVs diferentes constituída de oito fotos coloridas.. Além disso, foram utilizados caneta, prancheta e bloco de notas.

### Figura 164– Ficha de avaliação

## Pesquisa Imagetica: diretrizes para projeto de um Local de Entrega Voluntaria - UFMG

As imagens são referentes a locais de entrega voluntária de materiais recicláveis (recipientes de coleta de lixo reciclável): descreva suas principais percepções após visualiza-las:

\*Obrigatório

(número referente a imagem)

**Pontos POSITIVOS deste objeto público**

o que te agrada? o que você acha que funciona?

**Pontos NEGATIVOS deste objeto público**

o que não te agrada? o que você acha que não funciona?

Se você pudesse escolher um destes tipos de recipientes para a área externa da Escola de Engenharia/UFMG, qual seria?

Espaço para opinião/ consideração final/ dúvida/ ideia, etc

**Sexo \***

- Feminino  
 Masculino

**Profissão \***

**Idade \***

- 15 a 20  
 21 a 25  
 26 a 35  
 36 a 50  
 >50

#### 5.6.4 Formas de registro

A escolha dos oito Locais de Entrega Voluntária (figura 165) baseou-se em serem constituídos de características distintas de tipologia, cor, tamanho e forma:

#### **Figura 165– Imagens utilizadas para o instrumento**

LEV 1: Possui uma forma lúdica que faz referência a um trem; contextualizado junto à natureza e localizado em espaço aberto; utiliza cores referentes a coleta seletiva e recipientes com estrutura fechada e aberta (grade);

LEV 2: tipologia tradicional de LEV; recipientes em forma de “foguetinhos”; utiliza cores referentes a coleta seletiva e é constituído de módulos iguais;

LEV 3: constituído de módulos de diferentes tamanhos; incorpora outras funcionalidades para o recipiente; utiliza cores da coleta apenas nas placas de informações; possui placa informativa, cobertura, recipiente fechado e abertura que exige o manuseio da tampa;

LEV 4: constituído de recipientes modulares fechados com formato retangular e abertura frontal; utiliza cores da coleta seletiva; possui cobertura, suporte para bolsa e sacola, informações visuais;

LEV 5: Possui uma forma cilíndrica; constituído de recipiente fechado com tampas que exigem manuseio; possui abertura superior e é feito de madeira,;

LEV 6: constituído de recipientes metálicos menores, cilíndricos, moderno, fechados e com tampa superior; ,instalado em local aberto; possui tampa superior com sistema de abertura que exige manuseio e sistema de armazenamento no subsolo, utiliza cores da coleta seletiva apenas na identificação do objeto;

LEV 7: constituído de recipientes modulares e monocromáticos com forma trapezoidal; possui placa explicativa e informativa, abertura de ambos os lados do recipiente; contextualizado próximo à natureza;

LEV 8: constituído de recipientes tradicionais e de grandes identificações nos recipientes; utiliza as cores vibrantes da coleta seletiva; possui rodas, abertura superior e tampa que exige manuseio.

#### 5.6.4.1 Relação de aspectos e atributos adotados para análise dos LEVs

Para realizar a tabulação dos resultados da coleta de dados com a Seleção Visual foi necessário classificar as respostas de acordo com aspectos estéticos, técnicos e funcionais, assim como seus atributos, conforme figura 166:

**Figura 166– Aspectos e atributos adotados para análise dos LEVs**

<b>QUADRO 1 – Aspectos e atributos adotados para análise dos LEVs</b>	
<b>Aspectos Estéticos</b>	
<b>Atributos</b>	<b>Discriminação</b>
Cor	Quatro cores da coleta seletiva
Interação com o local	Similaridades com o espaço que o faz ser harmônico
Assimilação do objeto	Identificação do objeto e de sua função
Aparência	O que se mostra à primeira vista, exterioridade
Lúdico	Objeto que faz manifestação artística
Visual tecnológico	Relativo ao desenvolvimento tecnológico
Visual ecológico	Relativo à ecologia, materiais reciclados, reaproveitamento
Visualmente perceptível	Que se consegue notar a presença, chamar a atenção
Discreto	Que não chama atenção
<b>Aspectos Técnicos</b>	
<b>Atributos</b>	<b>Discriminação</b>
Dimensionamento do recipiente	Dimensionamento adequado para armazenar materiais e realizar a atividade de descarte e coleta
Dimensionamento do orifício de descarte	Dimensionamento adequado para realizar a atividade de descarte
Módulos	Recipientes iguais para qualquer situação de materiais e descarte;
Cobertura	Estrutura que serve para proteger o LEV contra intempéries
Durabilidade	Características que aumentem a vida útil do objeto
Segurança do usuário	Características do material e da forma do objeto que não gerem riscos a sociedade
Recipiente fechado	Objeto sem fendas, buracos, aberturas.

Resistência	Características que suportem ao desgaste e ao vandalismo
Custo	Custo de fabricação e manutenção
<b>Aspectos Funcionais</b>	
<b>Atributos</b>	<b>Discriminação</b>
Retirada dos materiais	Particularidades que priorizam o conforto na hora da coleta
Conforto para descarte/ tampa	Conforto em relação ao necessitar encostar na tampa do recipiente para abrir o recipiente
Placa de sinalização	Orientação visual de informação
Placa de conscientização	Orientação visual de informação de conscientização
Mobilidade	Especificidade de locomoção do objeto
Acessibilidade ao orifício de descarte	Acesso ao orifício de descarte por qualquer usuário
Local de entrega ponto a ponto	A função como divulgação do próprio objeto
Outras funções	Objeto multifuncional
Acessibilidade ao objeto	Fácil acesso de todos os tipos de usuário ao objeto
Espaço para pedestres	Espaço de transição a todos os tipos de pedestres
Limpeza do entorno	Limpeza do local em que o objeto está localizado
Limpeza do objeto	Objeto sem restos de materiais, lixo, ou qualquer tipo de sujeira
Localização	De fácil acesso para usuários, garis e veículo

Para cada atributo discriminado (QUADRO 2), foi elaborada uma diretriz para o projeto de um novo Local de Entrega Voluntária para a UFMG.

### 5.6.5 Diretrizes gerais

O quadro 2 apresenta as diretrizes relativas a cada atributo a ser contemplado pelo projeto relativos aos aspectos estéticos, técnicos e funcionais.

**Figura 167- Aspectos, atributos e diretrizes para projeto de LEV**

QUADRO 2		
Aspectos	Atributos	Diretrizes para o projeto do LEV
Estéticos	Cor	Pode receber as cores da coleta seletiva para chamar a atenção do usuário. Entretanto, se os recipientes tiverem uso compartilhado, o uso das cores deve ser inovado, como por exemplo adotar recipientes monocromáticos e identificados.
	Interação com o local	Deve ter identificação com o local conforme o entorno e sua necessidade
	Assimilação do objeto	Deve induzir o usuário à reconhecer a utilidade do objeto
	Aparência	Seja atrativo ao olhar dos usuários
	Lúdico	Pode adotar forma que se distancia do padrão da coleta seletiva, remetendo a diversão e transformação
	Visual – Tecnológico	Pode ser conseguido pelo tipo de material, forma, tratamento, cor ou por ser dada outra função ao LEV
	Visual – Ecológico	Pode ser alcançado pela utilização de material reaproveitado ou sustentável
	Visual – Perceptível	Deve ser notado facilmente, captando o olhar dos usuários
Técnicos	Dimensionamento do recipiente	Pode seguir alguns parâmetros: (a) altura: 1,20m a 1,50m; (b) comprimento: $1,20m \leq X$ ; (c) profundidade: $1,20m \leq X$ . O dimensionamento deve visar a acessibilidade dos usuários, suas limitações e o volume de materiais descartados para evitar o acúmulo de resíduos no entorno do LEV
	Dimensionamento do orifício de descarte	Pode seguir alguns parâmetros: (a) altura: $0,50m \geq X \leq 0,80m$ ; (b) comprimento: $0,60m \geq X \leq 1,00m$
	Módulos	Pode ser constituído de recipientes modulares para flexibilizar a disposição dos recipientes no local e para permitir a adesão de mais recipientes conforme a necessidade. Os Recipientes, apesar de modulares, podem ter pequenas variações de acordo com a particularidade de cada tipo de material.
	Cobertura	Deve existir cobertura para proteção dos recipientes contra intempéries.
	Durabilidade	Deve ser composto por materiais que suportem às variações de intempéries e aos

		impactos e processos de corrosão provocados pelo próprio material descartado
	Segurança usuário	Deve ser isento de materiais cortantes e de formas pontiagudas e nem ser constituído de substâncias tóxicas
	Recipiente fechado	Deve conter tampa, cobertura ou qualquer tipo de vedação para evitar entrada de animais.
	Resistência	Deve ser composto por materiais de alta resistência a impactos e vandalismo
	Custo	Pode ser viabilizado pelo uso de materiais e pelo processo de fabricação
Funcionais	Uso compartilhado	Pode ser utilizado um mesmo recipiente para mais de um tipo de material reciclável. O agrupamento de materiais reduz o número de recipientes no local e beneficia os garis, pois deverão realizar menos viagens ao caminhão. O agrupamento pode acontecer da seguinte maneira: um recipiente para metal e plástico, outro para o papel, outro para papelão, um para vidro e, finalmente, um para o lixo comum;
	Retirada dos materiais	Pode ser facilitada por uma porta frontal que permite o acesso ao material e possua trava para não ficar aberta involuntariamente.
	Conforto para descarte	Devem conter fechamento com mecanismo de abertura que não exija esforço dos usuários
	Sinalização	Pode ter informações em adesivos ou em estampagem; possuir desenhos e textos sobre o que pode ou não ser descartado, considerando o diferente grau de instrução, situações de uso, idade e cultura das pessoas
	Conscientização	Pode ter informações educativas quanto à importância da participação na coleta seletiva e sobre os benefícios ambientais
	Mobilidade	Deve ser facilitada pelo uso de um carrinho interno com <i>bag</i> e manter a integridade da separação realizada pela população
	Acessibilidade ao objeto	Deve ser dimensionado para ser acessível a qualquer usuário, incluindo crianças e deficientes físicos
	Espaço para pedestres	Deve ser instalado em um local com espaço mínimo de 1,50m a frente do objeto para garantir o acesso livre de todos os tipos de pedestres;
	Outras funções	Pode ganhar uma função secundária para ampliar as possibilidades de uso do objeto
	Limpeza do entorno	Deve ter acesso a um ponto de água para realizar a limpeza do local. Além disso, deve estar próximo da rede de esgoto para destinar o chorume produzido pelo LEV;
	Limpeza do objeto	Deve ser constituído de materiais que tenham pouca aderência e facilitem a limpeza

		<p>interna e externa dos recipientes. Os recipientes devem possuir fendas ou tubulação na base do objeto que evitem: o acúmulo de líquidos no seu interior, mal cheiro do chorume, proliferação de parasitas e danos ao próprio recipiente</p>
	Localização	<p>Deve ser localizado próximo à via de circulação de veículos/ caminhão da coleta seletiva, para reduzir o trajeto realizado pelos garis durante a descarga do material no caminhão da coleta seletiva e facilitar o acesso a alguns usuários que transitam na faculdade. Além disso, a proximidade a rampas ou local isento de elevação da calçada facilitaria o gari a descarregar os recipientes no veículo destinado à coleta seletiva. Por fim, o objeto deve estar próximo a locais iluminados ou que possuir iluminação própria para aumentar a segurança e auxiliar a atividade de descarte;</p>

## 5.7 Resultados: modelo

### 5.7.1 Conceito

O conceito de Produto é uma descrição aproximada da tecnologia, princípios de funcionamento, forma, uma descrição concisa de como ele vai satisfazer as necessidades dos usuários.

Diante do contexto da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais,, nota-se a necessidade de um sistema de coleta seletiva voluntária que:

- favoreça a atividade dos garis, evitando esforço excessivo e agilizando o processo de remoção do material e carregamento do caminhão;
- seja atrativo para incentivar a iniciativa dos usuários.

### 5.7.2 Escolha do local

No intuito de entender o espaço da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, com o auxílio da planta de implantação da escola de Engenharia, realizou-se um estudo de possíveis áreas para a localização do LEV. Foram considerados os seguintes parâmetros:

- (a) presença de rampas ou ausência de elevação da calçada para facilitar o deslocamento do material dos recipientes ao caminhão ou outro veículo destinado à coleta seletiva;
- (b) acessibilidade dos garis e dos usuários ao LEV;
- (c) passagem livre de obstáculos;
- (d) local próximo a um ponto de água para facilitar a limpeza;
- (e) local próximo ao esgoto / bueiro para destinar o chorume.

### 5.7.3 Geração de alternativas

O processo de geração de alternativas pode ser feito através de técnicas para facilitar a produção de idéias como a geração de alternativas em esboços. Devem ser apresentados esboços do projeto que venham a auxiliar nas tomadas de decisões para uma definição de detalhes técnicos e formais do produto.

Neste trabalho, algumas alternativas, que antecederam o modelo, apontaram algumas características percebidas no quadro de diretrizes apresentados na seção 6.

A figura 168 apresenta um LEV com sistema modular, colorido. Além dos recipientes para vidro, papel, metal e plástico, foi introduzido um, recipiente para óleo na lateral direita. As portas possuem orifícios de descarte circulares. Na lateral esquerda, está

reservado um espaço para publicidade e propaganda e um suporte para apoio de bolsa do usuário para liberar suas mãos para realizar o descarte. Os módulos são retangulares e possuem no seu interior uma prancha com rodízios para absorver o chorume e transportar o material até o caminhão.

**Figura 168– Alternativa com recipientes lineares**

A figura 169 apresenta um sistema modular constituído de cobertura para proteção contra intempéries. As aberturas para o descarte foram inseridas na parte superior do objeto e a remoção do material é feita na parte posterior.

**Figura 169– Alternativa com cobertura**

A figura 170 apresenta um LEV modular com recipientes tubulares. Existe um módulo central para o cultivo de plantas, tornando-o multifuncional. Os módulos possuem aberturas para descarte localizados na parte superior do objeto sem tampa. Também existe um módulo para suporte de bolsas com espaço para publicidades. Cada módulo possui uma base interna com rodízios para transporte do recipiente acessível por uma porta frontal.

**Figura 170– Alternativa 3**

*5.7.4 Modelo renderizado*

O modelo de LEV apresentado nas figuras seguintes (figuras 171, 172 e 173) possui as seguintes características:

- módulos iguais de aço inoxidável e monocromáticos ;
- é necessário identificar graficamente cada recipiente, mostrando qual é o material que deve ser descartado;
- cobertura em policarbonato colorido visando a proteção do usuário, do material e a atratividade do objeto como um todo;
- as cores da coleta seletiva utilizadas na cobertura funcionam como um sinalizador da função do objeto;
- O lado posterior está voltado para uma área de gramado e o lado frontal para um passeio de frente para a rua onde o veículo da coleta tem acesso;

- Da esquerda para a direita, encontra-se um recipiente para papel e papelão, um recipiente para metal, um para plástico, um para resíduos comuns. O recipiente para vidro está localizado na divisa do passeio com a rua para facilitar a sua remoção;

**Figura 171– Vista frontal do LEV**

**Figura 172- Vista do LEV e do recipiente de vidro mais à frente**

- Cada recipiente possui abertura basculante que se diferencia apenas no recipiente de papel e papelão por possuir duas aberturas retangulares para o agrupamento do material;  
 - Os recipientes são abertos por cima e frontalmente para facilitar a manutenção e retirada do carrinho com rodízios. Este possui ganchos para a fixação do *bag*, podendo ser levado até o caminhão da coleta seletiva pelo gari sem exigir tanto esforço.

**Figura 173– Orifícios de inserção do material e sistema de abertura do recipiente para a remoção do material que será transportado pelo carrinho interno**

## 5.8 Considerações

A partir da observação direta da atividade de descarte nos objetos de coleta seletiva em todas as situações, constatou-se que o uso é feito incorretamente no quesito da separação dos materiais, ou seja, o descarte de resíduos recicláveis ocorre com frequência no lixo comum e vice versa. Além de disso, há o acúmulo externo de materiais, principalmente o papelão, devido ao subdimensionamento do orifício de descarte dos recipientes. Em situações como o Festival de Inverno, apesar dessa prática incorreta, não foram encontrados resíduos descartados pelo chão. Isso significou que a funcionalidade dos coletores nos locais em que foram alocados apresentou resultado satisfatório para a limpeza do festival. Pode-se atribuir a justificativa para alcançar esse resultado a participação e conscientização das pessoas que participaram do evento.

Um ponto importante para ser considerado em relação ao descarte de resíduos foi a diferença da atividade em situações diurnas e noturnas. Durante à noite, pôde-se observar que o descarte ocorreu de forma incorreta com maior frequência. Tal fato pode ser justificado por questões estruturais de cada local, como a falta de iluminação perto dos recipientes e a semelhança de tamanho entre os coletores. Nas situações diurnas,

atribui-se ao descarte de forma incorreta à pressa, falta de atenção e de cuidado na ação de descarte e falta de interesse com o patrimônio coletivo.

Em relação à atividade de coleta realizada pelos garis, em todos os tipos de LEVs analisados, é considerável que as condições da coleta não são boas, uma vez que é necessário debruçar dentro dos recipientes e realizar a limpeza com a mão por não existirem sacolas ou mecanismos internos que agrupem o material para serem transportados, havendo risco de contaminação do usuário, dores musculares, esforço excessivo para carregar peso até o caminhão e problemas como a dificuldade para realizar a tarefa rapidamente e contaminação do solo, pois muitos materiais acabam caindo no chão durante esse processo.

## **5.9 Conclusão**

Os LEVs são recipientes importantes no sistema de coleta seletiva e em toda a cadeia da reciclagem. Por ser o elo inicial desta cadeia, a sua ineficiência compromete, indubitavelmente, todo o processo. Devido ao fato de agirem como facilitadores ou não do processo que inclui a entrega do material, descarte, armazenamento e transporte dos materiais recicláveis entregues pela população para a reciclagem nestes pontos de coleta. No entanto, este dispositivo vem sendo mal utilizado devido a fatores relacionados a sua concepção que desconsidera elementos fundamentais no processo da reciclagem como um todo. Desde a interação com o usuário, aspectos sociais, culturais, informacionais e da própria estrutura do objeto, pois, esta, muitas vezes, não atende as necessidades dos sistemas de coleta e dos vários usuários de um mesmo objeto – o LEV.

A partir deste estudo foi possível analisar o uso destes objetos e elaborar diretrizes relativas aos aspectos estéticos, formais e funcionais que fundamentam a elaboração de um novo modelo de LEV. Acredita-se que a requalificação dos LEVs poderá motivar a população a participar mais ativamente do processo da coleta seletiva.

## **6 CONTRATAÇÃO DOS CATADORES PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS**

### **6.1 Contratação de cooperativas para prestação do serviço público de coleta**

A proposta de contratação de catadores para prestação de serviço de Coleta Seletiva Solidária é fruto de uma articulação entre o Fórum Municipal Lixo e Cidadania (FML&C), no qual a incubadora participa ativamente, e a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU). Em janeiro de 2014 foi formado um Grupo de Trabalho, com a participação da incubadora Alternativas de Produção, para construir uma proposta de um piloto de ampliação da coleta seletiva em Belo Horizonte por meio da contratação dos serviços das cooperativas/associações de catadores do município, como já acontece em outros municípios brasileiros. Essa construção encontra um ambiente favorável pela forte mobilização popular em prol da universalização da coleta seletiva em Belo Horizonte, pela reivindicação dos catadores e por haver um planejamento da administração municipal que visa a ampliação gradual dos serviços de coleta seletiva.

Uma primeira proposta, da cooperativa COOPESOL Leste foi elaborada, enviada aos técnicos da SLU em novembro de 2014 e apresentada na reunião ocorrida no dia 26 de novembro na SLU. Nesta ocasião foram realizadas várias críticas técnicas ao modelo proposto e o GT foi dissolvido, pois havia o entendimento por parte da SLU que essas questões deveriam ser tratadas no âmbito da construção do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos. A partir da audiência pública realizada na Câmara Municipal de Belo Horizonte, em maio de 2015, reabriu-se a discussão sobre a contratação, que culminou na efetivação do contrato com uma cooperativa.

O projeto piloto abrange as 06 cooperativas/associações de Belo Horizonte, quais sejam:

- ASMARE (Unidade Ituiutaba e Unidade Contorno)
- ASSOCIRECICLE
- COOMARP (Unidade Antônio Carlos, Unidade Caldas da Rainha e Unidade Venda Nova)
- COOPEMAR
- COOPESOL LESTE
- COOPERSOLI

Cabe dizer que a Associrecycle não permaneceu na primeira fase do Projeto piloto, uma vez que o espaço onde funciona o grupo é emprestado pelo comprador do material e, além de pequeno, é inadequado para recebimento de mais material. Dessa forma, quando da mudança da resolução definitiva do problema do espaço de trabalho da associação, ela participará da fase de ampliação do piloto. Este problema não se encontra em fase de resolução.

A elaboração dessa proposta contou com a participação dos catadores e com apoio de instituições e técnicos que compõe o FML&C. Assim, todo o processo foi feito coletivamente, sempre com a participação dos catadores e dos técnicos em todas as etapas, desde a definição do distrito até a elaboração do plano de trabalho.

Entende-se que, para aumentar as chances de um projeto funcionar, durante todo o processo é necessário implicar os atores sociais interessados nas decisões, incentivando a participação e consequente apropriação do projeto. Não porque a participação seja uma finalidade em si mesma, ou apenas um artifício motivacional, mas sim porque as soluções propostas são mais eficazes quando se mobiliza a inteligência social. Além de política, o projeto participativo é uma exigência técnica e metodológica. Com a coleta seletiva não é diferente. Para isso, a articulação com parceiros é fundamental. Dialogar com as associações de bairro (representantes dos moradores), com comércios, com os catadores autônomos que já coletam na região, bem como identificar outros possíveis parceiros possibilita um desenho de sistema de coleta que funciona melhor, atendendo interesses diversos, às vezes conflitantes.

#### *6.1.1 Elaboração da proposta (Metodologia)*

Para se iniciar a elaboração de cada proposta foi necessário a definição do distrito de coleta de cada grupo participante do projeto piloto. Entende-se por “distrito” como *“áreas máximas (já previamente dimensionadas quanto aos percursos, horas e quantidades a serem coletadas) de coleta, atendidas por um veículo coletor em um dia de coleta”* (Fonte: SLU, 2014)

Uma condição preestabelecida para selecionar o distrito é que o mesmo já estivesse contemplado como uma possível ampliação da coleta seletiva no planejamento da prefeitura de Belo Horizonte. A figura 174 com a foto do mapa mostra esses distritos, destacados em cor laranja:

### **Figura 174: Distritos propostos para ampliação da coleta seletiva**

Na segunda etapa da metodologia foi feito o acompanhamento da rota da coleta convencional no distrito L13A, seguindo o caminhão de coleta em operação. Esse acompanhamento da rota, foi importante para conhecermos a área e avaliá-la. Com isso procurou-se compreender como a rota é executada na prática, a fim de resgatar a experiência das guarnições, pois entendemos que ninguém melhor do que os trabalhadores (motorista e coletores) que trabalham naquela área para conhecer detalhes que afetam a rotina operacional da coleta. Dessa maneira, aproximamos mais o planejamento da prática da rotina diária. Todo o trajeto foi feito com o GPS, o que possibilitou reproduzi-la com a utilização do Google Earth, podendo obter dados mais concretos como declividade e distancias dos quarteirões. Após essa visita em campo, confirmou-se a escolha do distrito.

Conhecida a rota, iniciou-se a concepção do plano de trabalho detalhado. A equipe técnica e os catadores inicialmente fizeram um *brainstorming* (chuva de ideias) de tudo o que poderia ser feito para um trabalho eficiente na coleta, transporte, triagem, armazenagem e comercialização dos recicláveis, buscando a eficiência sistêmica. Um primeiro sistema foi então concebido, os recursos necessários para a execução da proposta foram dimensionados e precificados.

A partir das críticas realizadas na reunião de Novembro de 2014, na audiência pública e na reunião do Fórum Municipal Lixo e Cidadania ocorrida no mês de maio de 2015, decidiu-se por elaborar uma proposta para a COOPESOL Leste. A mesma foi aceita e a cooperativa contratada em novembro de 2015. Neste período, iniciou-se, então, o trabalho de acompanhamento das atividades, auxiliando na sistematização dos resultados, mas, também, na sistematização da experiência de forma que o projeto piloto fosse utilizado como referência para elaboração de propostas de contratação para os demais empreendimentos. Outras duas propostas foram elaboradas no primeiro semestre de 2016, uma para a COMARP e outra para a COOPERSOLI, ambas seguiram a mesma metodologia da primeira, foram encaminhadas a SLU para avaliação e serão enviadas para o FMLC para discussão.

#### *6.1.2 Escopo das Propostas e Início da atividade*

Foi realizado pela equipe técnica o desenvolvimento de uma proposta para coleta seletiva porta a porta, buscando, conforme artigo 34 da Lei 10.534/2012, eficácia,

eficiência e economicidade. Os dados relativos a quantidade de recicláveis a ser coletada em cada distrito, de acordo com as informações disponibilizadas pela SLU, foi 8% da massa domiciliar mensal de resíduos.

Para a coleta porta a porta com caminhão foi utilizado um do tipo baú, com capacidade de carga nominal de 25m<sup>3</sup>, o que permite estimar a capacidade de 1800kg, considerando uma densidade média do material, proveniente da coleta seletiva, de 72kg/m<sup>3</sup> (figura 175). A partir destas informações e das distâncias percorridas pelo caminhão em cada distrito, dimensionou-se o número de viagens necessárias para coleta de todo o material estimado. Os dois caminhões, titular e reserva, são cedidos pela SLU e disponibilizados para essa finalidade em um único dia da semana, ou seja, no dia da execução do serviço para cada cooperativa.

**Figura 175- Fotografia do caminhão baú utilizado na coleta**

Como já mencionado, o escopo das propostas de contratação elaborados foram feitos a partir da definição dos distritos, onde o roteiro de coleta deveria ser o mesmo utilizado pela coleta convencional, conforme planejamento de rotas da SLU. No intuito de conhecer de forma mais qualitativa cada distrito (tipo de residências, condomínios ou casas, tipos de comércio, grandes geradores, etc.) além de estimar a distância percorrida pelo caminhão (no trajeto Garagem – Distrito de Coleta – Balança – Galpão – Distrito de Coleta – Balança – Galpão – Garagem) foram realizados os acompanhamentos com o GPS, como na figura 176.

**Figura 176- Imagem do Distrito P17B (COOMARP), com trajetos realizados pela equipe**

Foram desenvolvidas, ainda, as atividades de mobilização. Na primeira, realizada em dezembro de 2015, o processo foi majoritariamente planejado pelos técnicos da SLU. No entanto, a segunda, realizada em junho de 2016, deveria ser planejada pela cooperativa. Neste sentido, foram realizadas reuniões para pensar em como abordar os moradores. Foi consenso entre os participantes que, antes da realização da campanha, dever-se-ia compreender melhor alguns fatores que poderiam estar influenciando na quantidade de material coletado. Assim, decidiu-se que tanto a cooperativa quanto os técnicos da SLU iriam fazer observações diretas no distrito, em dois ou três dias de coleta, e a partir da socialização destas informações, seria elaborado um diagnóstico para uma avaliação inicial sobre:

1. Ruas onde a população aderiu mais e onde menos aderiu (ou não aderiu) ao sistema de coleta seletiva;
2. Onde não aderiu, se possível, abordar os moradores para tentar compreender a razão;
3. Observar a presença de catadores autônomos e que tipo de material eles coletam, bem como a quantidade;
4. Observar a quantidade de material deixada na rua pela guarnição, identificada como ‘não reciclável’.

O Diagnóstico foi, então, discutido, três semanas depois desta citada reunião, e as observações tinham muitos pontos de convergência. 1) Foi possível identificar ruas com baixíssima adesão onde seria possível fazer uma abordagem com um pouco mais de tempo (buscando compreender melhor a razão disto), bem como ruas com mobilização entre vizinhos e condomínios residenciais que disponibilizaram espaço para armazenamento de material dos moradores. Estas observações foram utilizadas, pela equipe de mobilização, para elaboração de um mapa do distrito onde as ruas foram coloridas de verde, amarelo ou vermelho, para alta – média – baixa adesão, que foi utilizado na atividade (figura 177).

**Figura 177- Mapa do distrito identificando a adesão da população por rua**

2) Não foi possível aprofundar em porque as pessoas decidem ou não participar, algumas questões apareceram no diagnóstico e na mobilização, contudo demandam ainda aprofundamento. Até o presente momento, já foi possível afirmar que pouco se justificou a baixa adesão por ‘falta de informação’; o que levava a inferir que um novo panfleto não seria solução para o problema. 3) Sobre a presença de catadores autônomos, que passam nas ruas antes do caminhão coletando material, foi possível

perceber sua presença, tal que 3 do total de 6 catadores observados coletavam apenas latinhas enquanto os demais coletavam material sem ajuda de carrinhos, manualmente. O que levou o grupo a concluir que a ação destes catadores, apesar de impactar a coleta da cooperativa, não era significativa. 4) A mesma coisa foi concluída para o material deixado para trás.

O material gráfico desta segunda mobilização foi produzido pela cooperativa em parceria com a Incubadora Alter-Nativas de Produção, sendo posteriormente discutido com a SLU para finalização. Este material trouxe algumas questões próprias da cooperativa, como o reforço sobre a separação na fonte (separação do vidro, em especial, vide os problemas apresentados anteriormente nesse relatório), além de apresentar resultados para a população, calculados a partir da sistematização da triagem de todo o material coletado nos seis primeiros meses. Os resultados foram apresentados na forma de números e de aproximações da realidade, como por exemplo: ‘a quantidade de material triado até aquele momento economizou 128 kWh de energia elétrica, o que daria para fornecer energia para 1526 famílias por um mês’. O mesmo encontra-se anexo a este relatório.

### *6.1.3 Acompanhamento das atividades*

Apesar de terem sido finalizadas três propostas, apenas uma encontra-se em execução, a da COOPESOL LESTE. O projeto prevê uma etapa de mobilização da população, que foi realizado em parceria com a Associação de moradores do bairro Floresta/Colégio Batista (figura 178).

#### **Figura 178- Reunião com representantes da COOPESOL e da Associação de moradores**

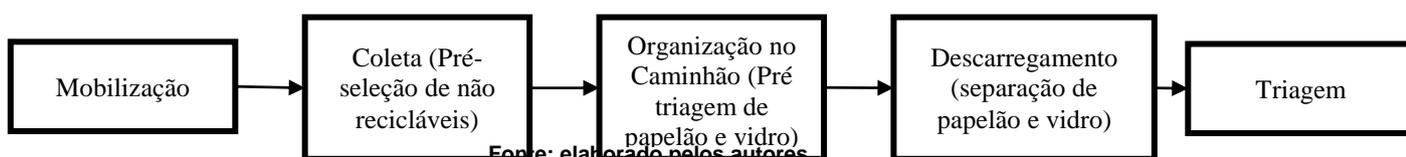
A atividade de mobilização foi realizada durante quatro dias, com uma equipe composta por técnicos da SLU, catadores e pesquisadores da Incubadora Alter-Nativas, que visitou porta-a-porta os domicílios do distrito. O objetivo era divulgar a implantação da coleta e, ao mesmo tempo, proceder uma explicação sobre quais os tipos de materiais poderiam ser separados e sobre como proceder a separação.

A prestação de serviço compreende o acompanhamento de três atividades: a atividade de coleta (de parte da guarnição que corre na rua), de organização interna do material no

caminhão (atividade do restante da guarnição) e a avaliação realizada todos os dias em que houve coleta pela equipe com a presidenta da cooperativa (um espaço, também, de tomada de decisão sobre possíveis regulações e mudanças). Buscou-se, a partir do foco na análise da atividade de organização do caminhão expor questões relacionadas a organização do espaço físico e os recursos materiais existentes, inter-relação da equipe, inter-relação com a atividade subsequente (de triagem) e outras.

O fluxograma 1 representa, respectivamente, as atividades previstas no escopo do contrato e as planejadas e efetivamente realizadas pela cooperativa.

**Figura 179- Atividades previstas no escopo da proposta e atividade planejadas pela COOPESOL**



#### 6.1.4 Sistematização

Com esse sistema de prestação de serviço de coleta seletiva executado pelas cooperativas, consolidam-se alguns benefícios do que chamamos de eficiência sistêmica, ou seja, aquela que considera a eficiência não somente a partir de um elo da cadeia produtiva, mas da cadeia como um todo. Além disso, considera-se outros benefícios além dos econômicos, como a promoção da segurança e saúde no trabalho, geração de trabalho e renda, redução de impactos ambientais etc. Neste sentido, estão sendo sistematizados dados relativos a produção e a produtividade do material triado, comparando os dois sistemas de coleta, o atualmente vigente e o piloto com os catadores.

Um destes benefícios diz respeito a atividade de pré-triagem do material. Entre fevereiro e junho de 2016, com as mudanças nas equipes de coleta e triagem, a possibilidade de controle maior do material, por semana, e o início de uma da pesagem intermediária do caminhão, foi possível estimar a quantidade de vidro de papelão pré-triados na coleta. A pesagem dos dois materiais juntos representa aproximadamente 30% do total, em quilogramas, de materiais coletados (figura 180).

### **Figura 180- Gráfico da pesagem de papelão e vidro em relação ao total coletado**

Estes resultados preliminares apontam que a forma de realizar a mobilização, a coleta e o descarregamento podem, de fato, reduzir o material destinado a triagem, sem reduzir a produção. Além de ter impactos na qualidade do material (reduz a contaminação do papelão) e na produtividade das triadoras (o material com menos vidro pode ser triado mais rapidamente).

#### *6.1.5 Dificuldades encontradas*

O acompanhamento do projeto piloto para contratação de catadores para a prestação de serviços de coleta seletiva em Belo Horizonte substituiu a meta 2 (do projeto inicial) que era incrementar os softwares de gestão de cooperativas de catadores (Catasig e Catafácil). Os mesmos continuaram sendo implementados nas cooperativas acompanhadas pela incubadora, porém o INSEA, outra entidade que trabalha em parceria com os catadores da região, assumiu a condução deste processo.

Este projeto está sendo construído em parceria com a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte, as cooperativas de catadores de Belo Horizonte (ASMARE, Copesol Leste, Copersoli, Comarp e Copemar) e as outras entidades que participam do Fórum Municipal Lixo e Cidadania. Um projeto piloto com a Copesol Leste no bairro Floresta encontra-se em execução, e outros dois projetos (da COMARP e da COOPERSOLI) encontram-se em fase de avaliação e discussão.

Uma avaliação inicial foi realizada em relação a meta de 8%. Como já exposto, todo o dimensionamento do custo da coleta foi realizado considerando uma adesão, pela população do distrito, que fosse próxima a média dos demais distritos de coleta seletiva de Belo Horizonte, ou seja próximo de 8% da massa domiciliar, no caso 2900 kg. No entanto a média de coleta, ao final de dezembro, estava próxima de 2 t/dia. Considerando que dezembro é um mês de “alta” na sazonalidade da coleta seletiva, os valores já eram, naquele momento, motivo de preocupação. Nos meses seguintes, a média de coleta diária baixou para 1622 kg. A figura 181 apresenta o gráfico com a quantidade coletada em cada dia, a média e a meta da coleta entre janeiro e junho de 2016.

### **Figura 181- Gráfico da média de coleta entre janeiro e junho de 2016**

Houve variação na quantidade de material coletado nesta primeira metade do contrato, mas algumas destas variações podem ser explicadas. Os dois pontos extremos de mínima coleta são seguidos pelos dois pontos extremos de máxima coleta, ambos são respectivamente uma quinta-feira de feriado (prolongado) e a quinta feira seguinte a semana do feriado.

A segunda mobilização, trouxe algum resultado, após a atividade a média de coleta subiu para 1920 kg (considerando o período de janeiro a julho), considerando só o período após a segunda a mobilização a média foi 2020 kg, como apresentado na figura 182 do gráfico de coleta neste período. O que reforça a importância de compreender a formação de vínculos e a interação com a comunidade na decisão de aderir ou não a coleta seletiva, na forma de separação, etc.

### **Figura 182- Gráfico da média de coleta após a segunda mobilização**

Apesar do aumento de quase 25% na média da quantidade de material coletado por dia, o valor ainda está aquém do esperado de 2900kg. Em relação a massa domiciliar de resíduos, a média foi de 4,5% para 5,5%. A questão exemplifica uma das dificuldades encontradas no desenvolvimento da atividade, em que a incubadora pode contribuir com a discussão e a avaliação técnica dos resultados, para que as propostas futuras possam ser aprimoradas.

## **6.2 Incubação de serviço para coleta especializada do vidro (OK)**

Na seção [NÚMERO], em que se discute o sistema de alimentação de bancadas da Coopesol Leste, por intermédio de um silo, levantou-se a questão da interferência que o vidro possui na atividade de triagem executada pelas catadoras. A troca de tecnologia na prestação do serviço público de coleta seletiva de Belo Horizonte, em que foram substituídos os caminhões baú pelos compactadores, fez com que o rejeito dos galpões e os riscos de acidentes na atividade de triagem aumentassem, o que levou os catadores a questionar o método utilizado pela empresa contratada pela prefeitura e a reivindicarem um processo de mobilização e coleta que conseguisse separar o vidro na fonte, como

exposto no capítulo [NÚMERO], em que ficam demonstradas as escolhas dos catadores no sistema de coleta executado por eles. Outra demanda colocada pelos catadores, e exposta na seção [NÚMERO], em que se discutem os problemas de fluxo identificados no galpão, está relacionada à sobrecarga de trabalho de um dos cooperados, responsável pela movimentação interna do vidro e de sua trituração.

Primeiramente colocado como um dos grandes entraves no processo de reciclagem da Coopesol, uma nova perspectiva sobre o processo de tratamento do vidro no galpão se estruturou. Ao levar em conta informações sobre o trabalho executado pelos responsáveis de separar, movimentar, triturar e comercializar o material no galpão, buscou-se encarar o problema da coleta de vidro como um oportunidade de intervenção no mercado, que possibilitasse a geração de excedentes para cooperativa. Esses, por sua vez, seriam investidos na melhoria da infraestrutura produtiva que propiciasse melhores condições de trabalho no galpão.

Nessa seção, nos propomos a uma rápida caracterização do vidro que foi objeto de estudo dos pesquisadores em contato com a Coopesol, desde sua composição e transformação nas indústrias de beneficiamento, assim como o projeto de sistema de coleta especializado, pensado como forma de estruturar o processo de separação e trituração do material desde a ponta da cadeia, onde o mesmo é descartado.

### *6.2.1 O vidro recebido nos galpões e o mercado do vidro*

Dentre os diversos tipos de vidro passíveis de reciclagem – cacos planos, cacos laminados, de lâmpadas, eletrônicos – nos interessamos aqui pelos denominados cacos de embalagens, como garrafas e potes, por se tratar de notável maioria dentre os resíduos recebidos pelos galpões de triagem.

Composto por uma mistura de areia, barrilha, calcário, alumina e aditivos, que formam uma massa semilíquida, o vidro é obtido pela fusão, em torno de 1.500°C, de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>), carbonato de sódio (Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>) e carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), sendo a sílica a matéria-prima básica, contribuindo com mais de 70% da mistura. Diferentemente de outros materiais, como o alumínio, caracterizado por um processo de extração e composição mais caro, a abundância de matéria-prima e o investimento módico necessário para a transformação do vidro, dentre outros fatores, implicam no baixíssimo preço de comercialização dessa matéria-prima no mercado da reciclagem.

Um possível estratégia de agregar valor ao produto vendido pelos catadores estaria na separação dos vidros de embalagens em cores, ao garantir às embalagens incolores um melhor preço de comercialização frente as de cor verde e âmbar. Outra possibilidade, estaria na retirada de elementos contaminantes<sup>32</sup>. Tais possibilidades seriam formas de escalar a cadeia produtiva da reciclagem do vidro, atuando de maneira mais decisiva no beneficiamento do produto.

Contudo, de acordo com dados do CEMPRE<sup>33</sup>, outro elemento se demonstrou relevante na precificação do vidro: o fator logístico. O resíduo vítreo em Belo Horizonte, no bimestre de maio e junho de 2015, foi comercializado a 70,00 reais a tonelada. Em contrapartida o mesmo resíduo foi comercializado a 200,00 reais a tonelada na cidade de São Paulo, pelo fato da concentração da indústria de beneficiamento do vidro e da indústria vítrea nessa região. Nas cidades de Lavras, no sul de Minas Gerais, o mesmo resíduo foi comercializado a 0,18 centavos.

#### 6.2.2 *A demanda por estruturar a atividade de beneficiamento do vidro*

Tendo em vista o cenário apresentado, foi apresentada uma demanda, por parte de uma das redes de catadores de Minas Gerais, de estruturar uma usina de beneficiamento do vidro, como forma de incrementar o preço praticado para o vidro bruto no mercado de reciclagem da reunião, devido à diminuição dos custos logísticos. Para isso, visitamos empreendimentos do setor para acumular informações sobre o processo produtivo vigente.

Nos sistemas de reciclagem que tivemos acesso, o vidro bruto (material comercializado pela cooperativa) é estocado em tambores e submetido a um eletroímã para separação dos metais contaminantes. O material é lavado em tanque com água, que após o processo precisa ser tratada e recuperada para evitar desperdício e contaminação de cursos d'água. Depois, deve passar por uma esteira ou mesa destinada à catação de impurezas, como restos de metais, pedras, plásticos e vidros indesejáveis que não tenham sido retidos. Um triturador transforma as embalagens em cacos de tamanho similar que são encaminhados para uma peneira vibratória. Outra esteira leva o material

---

<sup>32</sup> Considera-se contaminante na carga de vidro qualquer metal, material cerâmico, louça, pedra, terra ou plástico, assim como vidros de diferentes classificações, pois os mesmos não devem ser fundidos juntos, para evitar defeitos, como bolhas ou fragilidades no vidro reciclado.

<sup>33</sup> <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/72/preco-do-material-reciclavel>

para um segundo eletroímã, que separa metais ainda existentes nos cacos. O vidro é armazenado em silo ou tambores para abastecimento da vidraria, que usa o material na composição de novas embalagens. Estimamos, com essas informações, a necessidade de um investimento de 200 mil reais para a implantação de uma usina de beneficiamento de vidro e um espaço de 10000 m<sup>2</sup>, ademais das instalações administrativas.

O excessivo valor necessário para tal iniciativa e o fato de que não foi, ainda, encontrado nenhum meio de adquirir os fundos necessários para tal empreendimento fez com que os estudos relativos a essa estratégia se estancassem. No entanto, a partir de outras pesquisas relativas ao consumo e venda de vidro em Belo Horizonte e região, nos enveredou para outro possível caminho.

### 6.2.3 Pesquisa local e o projeto de coleta especializada do vidro

A Coopesol Leste, como exposto no (NÚMERO), recolhe materiais em alguns grandes geradores da capital mineira. Dentre eles, um dos que demandavam o serviço de coleta da cooperativa era um bar que produzia cerca de 2 toneladas/mês de vidro. Passados cerca de três meses do contato inicial e da primeira coleta feita pelo motorista da cooperativa no bar, os catadores decidiram por interromper a coleta, alegando que o preço pago pelo bar pelo serviço era baixo e que o material estava bastante contaminado.

Esse contato nos levou a pesquisar melhor o cenário dos grandes geradores de vidro da cidade. Em entrevistas feitas em 27 bares das regiões Centro, Sul, Leste e Oeste de Belo Horizonte/MG sobre sua coleta de resíduos, 18 alegaram fazer o descarte de seus resíduos pela via da coleta tradicional promovida pela Superintendência de Lixo Urbano. Tais bares se encaixam no perfil “Espetinhos”, cuja maior contribuição, em massa, do resíduo gerado é relativa ao vidro. Por meio de estimativas de vendas informadas pelos bares, foi calculada uma produção de aproximadamente 200 mil garrafas, do tipo *longneck*<sup>34</sup>, por mês, o equivalente a 40 toneladas de vidro. Aproximadamente, 81% desse vidro está sendo descartado para aterros, o equivalente a quase 32 toneladas de vidro por mês.

---

<sup>34</sup> Trata-se de embalagem que não possui sistema de reaproveitamento de cascos, como é o caso da garrafa de 600ml e de 1L.

Esses bares produzem um resíduo bastante específico<sup>35</sup>, composto por garrafas de vidro (*longneck*), restos de comida, espetos de madeira e guardanapos. O resíduo produzido, em porcentagem do peso total, é majoritariamente reciclável, visto que a quantidade, em quilogramas, de vidro gerada é consideravelmente superior à dos outros resíduos. O vidro por sua vez, no que tange às vendas de materiais das cooperativas de matérias recicláveis, chega a ser responsável por cerca de 30 a 40% do peso produzido e, por isso, assume posição estratégica devido à política pública do Bolsa Reciclagem, que repassa aos empreendimentos um valor calculado, dentre outros fatores, pela quantidade de material que as cooperativas vendem<sup>36</sup>.

Os primeiros ensaios sobre o projeto foram realizados em janeiro de 2016. Por meio de um contato com o *Espetinho do Chef*, no bairro São Bento, averiguou-se que existia uma demanda de recolhimento do resíduo de certos estabelecimentos, pois, devido à quantidade excessiva de vidro nos sacos de lixo, os trabalhadores da coleta tradicional não os aceitavam recolher. O estabelecimento, então, fazia o pagamento de R\$400,00 por mês a um caminhoneiro responsável pelo recolhimento, sem ciência da destinação desse resíduo. Com esse encontro, propúnhamos apresentar a ideia de uma coleta realizada por uma cooperativa de catadores, que pudesse dar destinação adequada ao resíduo e gerar renda; ideia essa que foi celebrada pelo empresário. Contudo, tentamos debater algumas questões operacionais do projeto:

- Problematizar a identificação do resíduo, já que o *Espetinho do Chef* divide a área de armazenagem dos sacos de lixo com outros estabelecimentos, o que dificulta a identificação de seus respectivos sacos.
- Problematizar a separação de lixeiras, para possibilitar uma melhora na seleção do resíduo produzido.

O empresário, responsável pelo *Espetinho du Chef*, apesar de se interessar pela perspectiva de redução do preço gasto com a coleta, não demonstrou interesse em ajudar nem na separação dos resíduos em seu bar, nem na compra de sacos que permitissem a melhor identificação dos resíduos que deveríamos coletar. Assim, não se firmou a parceria, tendo em vista que os catadores sustentaram a posição da necessidade de uma pré-triagem dos materiais no próprio bar.

---

<sup>35</sup> Tratam-se de bares que vendem, basicamente, dois produtos: espetos de carne e cervejas *longneck*.

<sup>36</sup> Outro elemento que também favorece uma maior produção do vidro é o fato de que o mesmo é um material de tempo longuíssimo de degradação, fator que o coloca também como produto a ser melhor remunerado pelo Bolsa Reciclagem.

Compreendeu-se então a necessidade de melhor detalhamento do conceito do projeto, definindo possíveis produtos e serviços que dialoguem com as necessidades e anseios dos bares e/ou estabelecimentos, sem perder a dimensão dos custos que induzem em sua precificação. Como primeira ação, houve um contato com uma designer para elaboração da logo do projeto, pensada para ser inserida em um cartão de apresentação que seria distribuído para vários espetinhos (e talvez outros empreendimentos), e em um adesivo do projeto a ser exposto no estabelecimento, que comunique aos clientes as boas práticas do recinto<sup>37</sup>.

Na definição da logo, uma questão estava em aberto: o projeto deveria restringir seu público aos bares do tipo “espetinho” ou abranger para outros tipos de empreendimentos, como boates e centros culturais, que também produzem quantidades importantes de vidro não retornável. As duas propostas de logo apresentadas abaixo ilustram essa questão: a primeira, ECO (estabelecimento consciente), caso opte-se por uma ampliação da demanda; a segunda, BOTECO, caso opte-se pela especialização. Quando apresentada aos catadores, os mesmos decidiram pela segunda opção.

### **Figura 183– Proposta de logomarca para a coleta do vidro**

Outra ação foram as visitas a outros “espetinhos”, com os quais se puderam fazer as seguintes classificações sobre as demandas pela coleta que o projeto se propõem:

- Estabelecimentos que não eram atendidos pela SLU e contratavam terceiros para recolher o lixo ou pagavam os servidores da coleta tradicional informalmente.
- Estabelecimentos que eram atendidos em parte pela SLU e utilizavam de recursos próprios (caminhonetes) para destinação do restante.
- Estabelecimentos em áreas com grande concentração de LEVs e/ou políticas de coleta de recicláveis, que não apresentam maiores custos na destinação de seus resíduos.

Os que pertenciam aos dois primeiros grupos demonstravam motivação prioritariamente financeira pelo projeto, enquanto os do terceiro grupo, apesar de demonstrar interesse pela questão social de inclusão, geração de renda e

---

<sup>37</sup> Pensa-se também em outros possíveis produtos, como cartazes, descansos de copo, etc.

sustentabilidade ambiental, afirmavam não lhes ser um serviço necessário. Contudo, essa estratificação, nos levantou uma questão sobre como cobrar pelo serviço.

Por meio de planilha de custos apresentada abaixo, propôs-se a possibilidade de fazer uma relação entre o peso total do resíduo recolhido nos “espetinhos” com o peso de resíduo de vidro presente nesse montante, para assim fazer uma avaliação do possível preço a ser cobrado dos estabelecimentos. Esse modelo foi pensado também como forma de incentivo aos estabelecimentos de implementar uma separação de resíduos já em seus locais.

A capacidade do caminhão considerada é de 1200 kg (capacidade nominal é de 1500 kg)<sup>38</sup>. A primeira tabela associa um preço a ser pago pela utilização do caminhão para uma nova rota. Ou seja, um renda X para cada vez que o caminhão tiver que sair da cooperativa para buscar materiais. Assim, os bares que produzirem mais resíduo serão proporcionalmente cobrados e aqueles com maior porcentagem de vidro (ou material reciclável) em seu resíduo possuem uma redução no valor do serviço. O preço, então, a ser cobrado por Kg coletado seria calculado pelo valor X (que varia de R\$50 a R\$120<sup>39</sup> na tabela) dividido pela capacidade total do caminhão multiplicada da porcentagem de vidro (ou material reciclável).

A segunda e a terceira tabela apresentam os valores que seriam cobrados, a partir desse cálculo, de “espetinhos” que produzam, por exemplo, as quantidades de resíduo expostas (na tabela variam de 500 a 3000kg), considerando dois cenários: pessimista, de menos de 50% de vidro, otimista, de mais de 90% de vidro.

### **Tabela 5– Preço a ser pago para a utilização do caminhão**

---

<sup>38</sup> Todos os dados relativos à capacidade da cooperativa de atender à demanda foram subdimensionados, ao traçar, assim, uma perspectiva pessimista.

<sup>39</sup> Esse valor foi estipulado de acordo com as variações que encontramos nos preços pagos pelos bares que dependiam de um serviço de coleta para descartar seu resíduo.

<b>Capacidade do Caminhão (KG)</b>	1200						
<b>Tabela R\$/KG coletado de resíduo</b>							
	Valor da Viagem do Caminhão						
%Vidro	R\$ 50,00	R\$ 60,00	R\$ 70,00	R\$ 80,00	R\$ 90,00	R\$ 100,00	R\$ 120,00
90%	0,046	0,056	0,065	0,074	0,083	0,093	0,111
80%	0,052	0,063	0,073	0,083	0,094	0,104	0,125
70%	0,060	0,071	0,083	0,095	0,107	0,119	0,143
60%	0,069	0,083	0,097	0,111	0,125	0,139	0,167
50%	0,083	0,100	0,117	0,133	0,150	0,167	0,200
<b>Pior Cenário &lt;=50%</b>							
	Valor Mensal a Cobrar de cada espeto pela prestação do Serviço						
KG/Espeto	R\$ 41,67	R\$ 50,00	R\$ 58,33	R\$ 66,67	R\$ 75,00	R\$ 83,33	R\$ 100,00
500	R\$ 62,50	R\$ 75,00	R\$ 87,50	R\$ 100,00	R\$ 112,50	R\$ 125,00	R\$ 150,00
750	R\$ 83,33	R\$ 100,00	R\$ 116,67	R\$ 133,33	R\$ 150,00	R\$ 166,67	R\$ 200,00
1000	R\$ 104,17	R\$ 125,00	R\$ 145,83	R\$ 166,67	R\$ 187,50	R\$ 208,33	R\$ 250,00
1250	R\$ 125,00	R\$ 150,00	R\$ 175,00	R\$ 200,00	R\$ 225,00	R\$ 250,00	R\$ 300,00
1500	R\$ 250,00	R\$ 300,00	R\$ 350,00	R\$ 400,00	R\$ 450,00	R\$ 500,00	R\$ 600,00
3000							
<b>Melhor Cenário &gt;90%</b>							
	Valor Mensal a Cobrar de cada espeto pela prestação do Serviço						
KG/Espeto	R\$ 23,15	R\$ 27,78	R\$ 32,41	R\$ 37,04	R\$ 41,67	R\$ 46,30	R\$ 55,56
500	R\$ 34,72	R\$ 41,67	R\$ 48,61	R\$ 55,56	R\$ 62,50	R\$ 69,44	R\$ 83,33
750	R\$ 46,30	R\$ 55,56	R\$ 64,81	R\$ 74,07	R\$ 83,33	R\$ 92,59	R\$ 111,11
1000	R\$ 57,87	R\$ 69,44	R\$ 81,02	R\$ 92,59	R\$ 104,17	R\$ 115,74	R\$ 138,89
1250	R\$ 69,44	R\$ 83,33	R\$ 97,22	R\$ 111,11	R\$ 125,00	R\$ 138,89	R\$ 166,67
1500	R\$ 138,89	R\$ 166,67	R\$ 194,44	R\$ 222,22	R\$ 250,00	R\$ 277,78	R\$ 333,33
3000							

Outras tabelas elaboradas são as de custos de mão de obra e de coleta. A primeira, relaciona um custo por caminhão coletado às funções que serão necessárias ao tratamento do vidro. A segunda, associa os custos por quilômetro associados ao uso do caminhão em uma rota, multiplicados de um fator de segurança de 30%:

**Tabela 6– Custos de mão de obra e custos de coleta**

Custo Mão de Obra		Custo Coleta	
Itens de custo fixo	R\$	Itens de custo variável	Taxa - R\$/km
Motorista	R\$ 25,00	Combustível	0,60000
Ajudante	R\$ 25,00	Óleo	0,10000
Triador	R\$ 25,00	Pneu	0,12740
Triturador	R\$ 25,00	Manutenção	0,13000
Total CV	R\$ 100,00	Total CV	1,120158

As receitas desse projeto seriam advindas de três fontes distintas: a primeira associada a venda do vidro, a segunda relativa ao valor pago pelo bolsa reciclagem e a

terceira relacionada ao pagamento da prestação de serviço pelos bares, definida a partir do valor de utilização do caminhão para abrir uma nova rota.

**Tabela 7- Receitas**

Receitas		
	Venda do Vidro na Cooperativa	Bolsa reciclagem
Valor do quilo de Vidro	R\$ 0,07	R\$ 0,15
Total Resíduos	1200	
Taxa de Vidro	50%	
Valor da Viagem do Caminhão	R\$ 50,00	

Considerando os valores das tabelas acima, todos pensados segundo uma perspectiva pessimista, obtivemos a seguinte projeção de fluxo de caixa para um período de 8 meses de implementação. São consideradas 2 viagens por semana, cada uma de 40km de extensão. Por fim, teríamos um saldo positivo de R\$924,40 (não em seu valor presente líquido).

**Tabela 8- Projeção de fluxo de caixa para um período de 8 meses**

Bolsa	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 720,00
Serviço	R\$ -	R\$ -	R\$ 400,00	
Venda Vidro	R\$ -	R\$ -	R\$ 336,00	R\$ -
	jun/01	jun/02	jul/01	jul/02
	-R\$ 579,23	-R\$ 1.158,45	-R\$ 1.001,68	-R\$ 860,90
Coleta	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23
Mão de Obra	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00

R\$ -		R\$ -		R\$ -	R\$ 2.160,00
R\$ 400,00		R\$ 400,00		R\$ 400,00	
R\$ 336,00	R\$ -	R\$ 336,00	R\$ -	R\$ 336,00	R\$ -
ago/01	ago/02	set/01	set/02	out/01	out/02
-R\$ 704,13	-R\$ 1.283,35	-R\$ 1.126,58	-R\$ 1.705,80	-R\$ 1.549,03	R\$ 31,75
R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23
R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00

R\$ -	R\$ -				R\$ 2.160,00
R\$ 400,00		R\$ 400,00		R\$ 400,00	
R\$ 336,00	R\$ -	R\$ 336,00	R\$ -	R\$ 336,00	
nov/01	nov/02	dez/01	dez/02	jan/01	jan/02
R\$ 188,52	-R\$ 390,70	-R\$ 233,93	-R\$ 813,15	-R\$ 656,38	R\$ 924,40
R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23	R\$ 179,23
R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00

Apresentados esses valores aos catadores, e as possibilidades de ganho em seis meses de projeto, com duas viagens semanais (R\$6.400,00 acumulados em remuneração de mão-de-obra e cerca de R\$900,00 em excedente), houve o acordo por sua parte em iniciar o processo de implementação. O valor excedente, combinou-se também, seria armazenado em um caixa coletivo para a melhoria das condições de trabalho com o vidro no galpão.

#### *6.2.4 Implementação e pendências atuais*

Na tentativa de estabelecer as primeiras parcerias com alguns dos bares pesquisados, constataram-se algumas questões operativas em comum que se colocaram como complicadoras nesse processo inicial:

A coleta da SLU é diária, o que não exige uma área de armazenamento do vidro por parte dos empreendimentos, que em sua grande maioria é muito pequena ou inexistente. Ademais, para aqueles locais nos quais constatou-se o pagamento de taxa informal aos servidores da SLU, houve receio de alguns donos em criar animosidades com os recolhedores da SLU. Mediante a questão da exigência de uma coleta diária e do possível problema com o recolhimento do seu resíduo não reciclável, houve um empecilho para a concretização de acordo de recolhimento.

Outra questão refere-se ao quadro operativo da cooperativa. Os catadores contam com apenas um caminhão e um motorista habilitado, que se ocupa de outras funções que não guiar o caminhão. Pelo fato de o horário de coleta demandado ser noturno e a implantação de uma coleta nos estabelecimentos exigir um serviço diário, tornou-se difícil de concretizar uma agenda que conciliasse as funções dos cooperados com as demandas externas.

Pensar uma mudança em relação à logística da operação foi, então, necessário. No momento, trabalhamos na concepção de um recipiente para armazenar vidro, que possuísse mobilidade para o bar poder leva-lo à rua e recolher para seu estabelecimento, contasse com vedação para o forte odor de restos de cerveja, um mecanismo de esvaziamento prático ao realizador da coleta e design aceitável ao público do local.

Outro fator que nos atingiu quanto a concretização do projeto é o fato de que parte considerável do recurso que calculávamos como receita do serviço viria da política

pública estadual nomeada Bolsa Reciclagem. Até o princípio de 2016, o valor girava em torno de R\$ 0,20/kg do vidro. No momento atual do programa, o valor esperado é de apenas R\$ 0,09/kg, sendo que a continuidade da política não está garantida pelo atual governo e ainda há parcelas atrasadas a serem repassadas.

Tais mudanças nas possibilidades de receita nos exige pensar outras formas possíveis de remuneração, por meio da pesquisa e desenvolvimento de produtos que agreguem valor à matéria-prima recolhida ou pela articulação de parceria com órgãos públicos ou indústrias que possam se interessar pelo aumento do volume de vidro que o projeto permitiria ingressar na cadeia de reciclagem.

BEZEN G. R. **Programas Municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na região metropolitana de São Paulo: Desafios e Perspectivas.** 2006. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-24062006-112335/publico/Gina.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.** 2010. 69f. Ministério do meio ambiente. Disponível em:

<[http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/manual\\_de\\_compostagem\\_mma.pdf](http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/manual_de_compostagem_mma.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2014.

BURR, Mark. **As Motivações da População de Renda Média na Seleção Doméstica de Materiais Recicláveis do Lixo:** um estudo sobre o projeto 'Recic-lar' da Prefeitura do Recife, implementado nos bairros da Torre e Madalena a partir de 12/1999. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

CACCIARI, Fernanda Rodrigues; LIMA, Flávia Teresa de; BERNARDI, Marli da Rocha. Ressignificando a prática: Um caminho para a inclusão. **Periódico eletrônico em Psicologia**, São Paulo, v. 13, n. 10, p.1-5, jun. 2005. Disponível em: <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1415-69542005000100011&script=sci\\_arttext#h](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1415-69542005000100011&script=sci_arttext#h)>. Acesso em: 18 out. 2014.

CEMPRE. Guia Da Coleta Seletiva. **Compromisso Empresarial para Reciclagem.** 2014. Disponível em: [http://cempre.org.br/download/guia\\_col\\_seletiva\\_2014.pdf](http://cempre.org.br/download/guia_col_seletiva_2014.pdf). Acesso em: 05 mar. 2014.

DIAS, S. **Integração de Trabalhadores Informais na Coleta Seletiva de Recicláveis: o Caso de Belo Horizonte, Brasil.** 2011. Belo Horizonte. Disponível em: <[http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias\\_WIEGO\\_PB4\\_pt.pdf](http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_PB4_pt.pdf)>.

Acesso em: 23 fev. 2014.

LAVILLE, A. *Ergonomia*. São Paulo: EPU, 1977.

PÓLIS. **Coleta seletiva de lixo reciclando materiais, reciclando valores**. 1998. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/984/984.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A. N.; BRASILEIRO, A.; ALCÂNTARA, D.; QUEIROZ, M, **Observando a Qualidade do Lugar**: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Proarq/FAU/UFRJ, 2009. Disponível em: <[http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq\\_pdf/livros/obs\\_a\\_qua\\_lugar.pdf](http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq_pdf/livros/obs_a_qua_lugar.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2014

RIBEIRO H.; GÜNTHER, W.M.R; JACOBI, P.R.; DEMAJOROVIC, J.; BENZEN, G.R., VIVEIROS, M.; OLIVEIRA, M.A.R.; RATHSAM, A.A.; SILVA, F.G.; LUIZ, F.C.S.C.; YUEN, N.T.; PIRES, R.O. **Sustentabilidade dos Sistemas Públicos de Saneamento Ambiental na Região Metropolitana de São Paulo**. 2010. 167f. Estudos e Pesquisa FUNASA – SP. 2010. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/estudosPesquisas\\_ColetaSeletiva.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ColetaSeletiva.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2014.

ROHLEDER, Edison; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto. A importância do desenho no processo de projeto. **Abenge: Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v. 33, n. 2, p.1-30, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2000/artigos/026.PDF>>. Acesso em: 05 out. 2014.

SANOFF, H. **Visual research methods in design**. New York: John Wiley & Sons, INC., 1994.

TESSARINE, José Benedito. **O mobiliário urbano e a calçada** 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2008. Disponível em: <[http://www.usjt.br/biblioteca/mono\\_disser/mono\\_diss/096.pdf](http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/096.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2014.

SOUZA, M. A. O Catador e a Máquina: transferência de tecnologia e reprojeto em centrais mecanizadas de triagem. Dissertação de Mestrado. UFMG, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras

providências. . 2010.

BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão pós Audiências e Consulta Pública de Propostas para Conselhos Nacionais. . 2012.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Editora/ FFLCH/ USP, 2003.

CAMPOS, L. S. **Processo de Triagem dos Materiais Recicláveis e Qualidade: Alinhando a estratégia de manufatura às exigências do mercado**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

CEMPRE. Review 2013. p. 24, 2013.

DJEMACI, B. **Public waste management services in France: National analysis and case studies of Paris, Rouen, and Besançon**. [s.l.: s.n.].

DUARTE, F. et al. A integração das necessidades de usuários e projetistas como fonte de inovação para o projeto. **LaboReal**, v. 4, n. 2, p. 59–71, 2008.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Blucher: Fundação Vanzolini, 2001.

JACOBI, P. R.; VIVEIROS, M. Da vanguarda à apatia, com muitas suspeitas no meio do caminho – gestão de resíduos sólidos domiciliares em São Paulo entre 1989 e 2004. In: JACOBI, P. R. (Ed.). . **Gestão compartilhada de resíduos sólidos no Brasil – inovação com inclusão social**. São Paulo: Annablume, 2006. p. 65–86.

KEMP, V. H.; CRIVELLARI, H. M. T. **Catadores na cena urbana: construção de políticas socioambientais**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

LIMA, F. DE P. A. **Patologias das novas tecnologias**XVIII ENEGEP. **Anais...**Niterói: UFF, 1998

MORAES NETO, B. **Século XX e trabalho industrial: taylorismo/fordismo, ohnoísmo e automação em debate**. São Paulo: Xamã, 2003.

OLIVEIRA, F. G. DE. Processo de Trabalho e Produção de Vínculos Sociais: Eficiência e Solidariedade na Triagem de Materiais Recicláveis. p. 118, 2010.

RUTKOWSKI, J. E.; VARELLA, C. V. S.; CAMPOS, L. S. **A Reciclagem de**

**Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: desafios e oportunidades para ampliação**XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para implantação da política nacional. **Anais...**2012

VARELLA, C. V. S.; CAMPOS, L. S. **Reciclar - Catálogo de padronização dos materiais recicláveis**. Belo Horizonte: [s.n.].

VARELLA, C. V. S.; LIMA, F. DE P. A. **O Refugio Da Coleta Seletiva : Porque Os Materiais Recicláveis**XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. **Anais...**Belo H: 2011

FUÃO, F. (organizador) - Unidades de triagem de lixo: reciclagem para a vida – UFRS – PROPAR – publicações - ARQTEXTO 8/8 –2006. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDFs\\_revista\\_8/8\\_Fernando%20Freitas%20Fu%C3%A3o%20e%20acad%C3%A1micos.pdf](http://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDFs_revista_8/8_Fernando%20Freitas%20Fu%C3%A3o%20e%20acad%C3%A1micos.pdf)>. Acesso em 16/10/2015

CAMPOS, H. K. T. Resíduos Sólidos e Sustentabilidade: o papel das instalações de recuperação. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável UNB. Brasília, 2013.

VARELLA, Cinthia Versiani Scott. Revirando o lixo: possibilidades e limites da reciclagem como alternativa de tratamento dos resíduos sólidos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2011.

DIAS, S.M.; Construindo a Cidadania: Avanços e Limites do Projeto de Coleta Seletiva em parceria com a Asmare – Dissertação de Mestrado - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas -Programa de Pós-Graduação em Ciência Política - UFMG – Belo Horizonte -2002

BRASIL. Ministério das Cidades. Elementos para a organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente –Plano Nacional de Resíduos Sólidos –2012 - Local –Brasília –2012. Disponível em: < <http://www.sinir.gov.br/web/guest/plano-nacional-de-residuos-solidos> >. Acesso em outubro de 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245351>> . Acesso em 15 de outubro de 2015

VALOR ECONÔMICO. Análise setorial- Resíduos sólidos: Logística Reversa. Estrutura, Mercado, Perspectivas. São Paulo/SP, 2011. 140p

OLIVEIRA, F. G. Processo de Trabalho e Produção de Vínculos Sociais: Eficiência e Solidariedade na Triagem de Materiais Recicláveis. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2010.