

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE
MESTRADO EM DESIGN

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS A PARTIR DO REUSO DE MATERIAIS
METÁLICOS DESCARTADOS

SIDNEI LUIZ ZAMBERLAN
PROFESSORA: ANNA LUIZA MORAES DE SÁ CAVALVANTI

JOINVILLE
2015

SIDNEI LUIZ ZAMBERLAN

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS A PARTIR DO REUSO DE MATERIAIS
METÁLICOS DESCARTADOS

Relatório Técnico apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Design, na Universidade da Região de Joinville. Orientadora: Prof^a MSc. Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti

JOINVILLE

2015

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

Zamberlan, Sidnei Luiz

Z23d Desenvolvimento de produtos a partir do reuso de materiais metálicos descartados / Sidinei Luiz Zamberlan; orientadora MSc. Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti. – Joinville: UNIVILLE, 2015.

83f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Design – Universidade da Região de Joinville)

1. Materiais metálicos. 2. Reuso. 3. Sustentabilidade. 4. Desenvolvimento de produtos. I. Cavalcanti, Anna Luiza Moraes de Sá (orient.) II. Título.

CDD 745.2

Termo de Aprovação

“Desenvolvimento de Produtos a partir do Reuso de Materiais Metálicos Descartados”

por

Sidnei Luiz Zamberlan

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Design, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design – Mestrado Profissional.

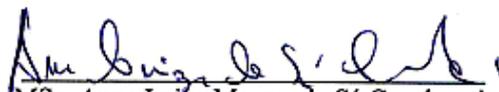


Profa. MSc. Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti
Orientadora (UNIVILLE)



Prof. Dr. João Eduardo Chagas Sobral
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design

Banca Examinadora:



Profa. MSc. Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti
Orientadora (UNIVILLE)



Prof. Dr. Carlos Mauricio Sacchelli
(UFSC)



Profa. Dra. Adriana Shibata Santos
(UNIVILLE)

Joinville, 27 de março de 2015

Agradecimentos

Ao Nosso Deus e Pai que, pelas suas misericórdias, renova nossas vidas a cada manhã.

À coordenação, docentes e secretaria do Mestrado em Design da Univille, pelo zelo e cuidado profissional dedicado aos discentes.

À professora orientadora MSc. Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti, pelas orientações e direcionamentos nas atividades de pesquisas e desenvolvimento do projeto.

Ao PIBPG – Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação (*Stricto Sensu*), pela bolsa de estudos concedida através do FAP – Fundo de Apoio à Pesquisa.

Aos integrantes da banca avaliadora, pelas contribuições na qualificação e defesa.

Aos colegas de mestrado, pelos momentos de alegria e convivência nas aulas.

Aos amigos e familiares, pela compreensão na privação do tempo.

À minha esposa Elenir e minha filha Helena, razões da minha alegria, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

RESUMO

A pesquisa de Mestrado Profissional em Design intitulada '**Desenvolvimento de produtos a partir do reuso de materiais metálicos descartados**' propôs uma investigação acerca do desenvolvimento de um produto, utilizando materiais metálicos passíveis de reuso. Esta investigação se justifica pela necessidade de propor soluções para os resíduos provenientes de diferentes segmentos do setor produtivo e da falta de alternativas sustentáveis que proporcionem o reuso destes materiais. A relação entre o uso prescrito e o uso real de um artefato, muitas vezes, pode ser mudada, tanto pelo usuário, como pelos designers, fazendo reuso dos elementos. Com a finalidade de apresentar possibilidades técnicas e formais para novas aplicações desses materiais, a investigação objetivou apresentar um conjunto de considerações que possibilitassem o desenvolvimento de um produto que atendesse necessidades específicas dos usuários. A pesquisa teve o aporte de autores que defendem ações sustentáveis relacionadas aos materiais descartados como alternativas às questões ecoeficientes. O método de pesquisa apoiou-se nas teorias de Manzini, cujo escopo teórico sugere o reuso de materiais, a consideração ao meio ambiente e o planejamento sustentável nas concepções em Design. A metodologia aplicada desdobrou-se por meio de revisão bibliográfica em teóricos concernentes ao método; pesquisa de campo, para levantamento dos resíduos metálicos; coleta de dados relacionados às tipologias dos materiais descartados, e aplicação da metodologia projetual para o desenvolvimento de um novo produto. Os principais resultados alcançados foram: (1) disponibilização de pesquisa aplicada ao reuso dos materiais metálicos provenientes de descarte e aplicáveis no desenvolvimento de produtos; (2) desenvolvimento de protótipo de um sistema de cocção, calefação e aquecimento de água, a partir da reutilização de materiais metálicos descartados; (3) publicação virtual, de domínio público, demonstrando os passos aplicados na execução de um produto proveniente do reuso de materiais descartados.

Palavras-chave: design; sustentabilidade; reuso.

Abstract

*The Professional Master's in Design entitled '**Development of products from the reuse of discarded metal materials**' proposed an investigation into the development of a product, using metal materials capable of reuse. This research is justified by the need to propose solutions to the waste from different segments of the productive sector and the lack of sustainable alternatives that provide the reuse of these materials. The relationship between prescribed use and the actual use of an artifact, often can be changed, either by the user, as the designers, making reuse of elements. In order to provide technical and formal possibilities for new applications of these materials, the research aimed to present a set of considerations that would enable the development of a product that meets specific user needs. The research had the contribution of authors who advocate sustainable actions related to discarded materials as alternatives to eco-efficient issues. The research method relied on the theories of Manzini, whose theoretical scope suggests the reuse of materials, consideration to the environment and the sustainable planning in the conceptions Design. The methodology applied unfolded it is through bibliographic review theoretical concerning and the method ; search field for lifting of scrap metal; collecting data relating to the typologies of waste materials, of design and implementation approach for the development of a new product. The main results were: (1) providing applied research to the reuse of metallic materials from disposal and applicable in product development; (2) development of a prototype system cooking, heating and water heating, from the reuse of discarded metal materials; (3) virtual publishing, public domain, showing the steps applied in the execution of a product from the reuse of discarded materials.*

Keywords: *design; sustainability; reuse.*

FIGURAS

Figura 1 - Resíduos de produtos descartados.....	16
Figura 2 - Resíduos variados provenientes de descartes.....	18
Figura 3 - Resíduos metálicos e não metálicos - Carrocerias Palmeira.....	28
Figura 4 - Resíduos de Alumínio – Furgões Joinville.....	29
Figura 5 - Sucatas de aço em geral.....	30
Figura 6 - Discos e tambores de freios veiculares e rodoviários.....	30
Figura 7 - Resíduos precoces.....	31
Figura 8 - Ambientes de separação e prensagem das sucatas metálicas.....	32
Figura 9 - Tambores de freio de veículos rodoviários.....	32
Figura 10 - Resíduos de veículos rodoviários às margens da SC 114 (Km189) – Otacílio Costa – SC	34
Figura 11 - Elemento selecionado para o desenvolvimento de um produto.....	35
Figura 12 - Análise morfológica comparativa.....	37
Figura 13 - Fogões a lenha e suas funções	40
Figura 14 - Tambores de freio e aros doados pela Transtusa S. A.....	42
Figura 15 - Análises iniciais de montagem estrutural.....	45
Figura 16 - Materiais utilizados na confecção do protótipo.....	47
Figura 17 - Representação do conjunto.....	48
Figura 18 -. Princípio de um ciclo fechado de aquecimento de água.....	49
Figura 19 - Serpentina fixada externamente ao corpo do sistema.....	50
Figura 20 - Componentes da base de apoio do sistema.....	51
Figura 21 - Base de apoio do sistema montada.....	51
Figura 22 - Testes iniciais de aquecimento de água.....	52
Figura 23 - Serpentina fixada internamente ao corpo do sistema.....	53
Figura 24 - Teste de aquecimento de água.....	54
Figura 25 - Teste de aquecimento de água e cocção de alimentos.	54
Figura 26 - Adequação do duto de exaustão.....	55
Figura 27 - Serpentina adaptada ao redor do duto de exaustão.....	55
Figura 28 - Primeira concepção de apoiadores utilizando carretel de madeira.....	57
Figura 29 - Desenvolvimento de apoiadores de aço.....	58
Figura 30 - Conjunto com componentes e suas respectivas origens de reuso.....	59

Figura 31 - Adequação da serpentina interna com acesso lateral.....	60
Figura 32 - Construção do reservatório de água.....	61
Figura 33 - Componentes do reservatório de água.....	62
Figura 34 - Teste de funcionamento completo do sistema.....	62
Figura 35 - Coleta e controle das temperaturas da água.....	63
Figura 36 - Coleta e controle das temperaturas dos componentes do sistema.....	63
Figura 37 - Sistemas de cocção em usos comerciais e residenciais.....	66
Figura 38 - Alcance manual frontal – Pessoa em pé.....	68
Figura 39 - Estimativa antropométrica - Em pé.....	68
Figura 40 - Análise postural do sistema.....	70
Figura 41 - Espaço de preensão horizontal nas superfícies de trabalho.....	71
Figura 42 - Espaço de preensão horizontal na superfície de cocção.....	71
Figura 43 – Montagem final do conjunto.....	74

QUADROS

Quadro 1 - Linha do tempo do consumo sustentável no Brasil.....	15
---	----

TABELAS

Tabela 1 - Frota de veículos no Brasil em 2013.....	34
Tabela 2 - Domicílios particulares permanentes com fogões e seus tipos de combustível.....	38
Tabela 3 - Domicílios particulares permanentes que possuíam fogões.....	39
Tabela 4 – Planilha de investimentos.....	47
Tabela 5 - Resultados dos testes de aquecimento de água.....	64
Tabela 6 - Regulagem dos percentis utilizados no sistema.....	69

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 REVISÃO DE LITERATURA	13
1.1 A ‘indústria de resíduos’ no Brasil e perspectivas.....	13
1.2 Desenvolvimento Sustentável.....	19
1.3 Métodos e estudos construtivos voltados à sustentabilidade.....	22
2 DIAGNÓSTICO	26
2.1 Definição e contextualização da proposta.....	36
3 ESTUDOS CONCEITUAIS E CONSTRUTIVOS	46
3.1 Testes Funcionais	50
4 ANÁLISE ERGONÔMICA	65
4.1 A Intervenção Ergonômica.....	66
4.2 A Importância da Ergonomia no manuseio dos objetos.....	69
RELATÓRIO CONCLUSIVO	72
REFERÊNCIAS	75
ANEXOS	79
ANEXO A - Termo de doação de sucatas – Transtusa.....	79
APÊNDICES	80
APÊNCICE A – Dimensões principais do conjunto.....	80
APÊNCICE B – Apoiador circular superior.....	81
APÊNCICE C - Exaustor.....	82
APÊNCICE D – Base coletora das cinzas.....	83
APÊNCICE E – Base da câmara de combustão.....	84
APÊNCICE F – Suporte de utensílios.....	85

INTRODUÇÃO

A pesquisa de Mestrado Profissional em Design intitulada '**Desenvolvimento de produtos a partir do reuso de materiais metálicos descartados**' propôs uma investigação acerca do desenvolvimento de um produto, utilizando materiais metálicos passíveis de reuso.

A necessidade de propor soluções para os resíduos provenientes de diferentes segmentos do setor produtivo e a falta de alternativas sustentáveis que proporcionem o reuso destes materiais, levou ao estudo da relação entre o uso prescrito e o uso real de um artefato, que muitas vezes pode ser mudada, tanto pelo usuário, como pelos designers, fazendo reuso dos elementos no desenvolvimento de um novo produto. A indagação que norteou a pesquisa foi sobre quais seriam os principais resíduos da produção industrial na região de Joinville passível de reaproveitamento no desenvolvimento de novos produtos e, como o design poderia contribuir para a valorização destes recursos de forma sustentável?

A partir da coleta de dados realizada na pesquisa de campo, foram identificados os tipos de resíduos metálicos descartados pelo setor metal mecânico, analisando suas características para uma possível reutilização. Foram averiguados os processos construtivos de baixo custo passíveis de aplicação no reuso dos materiais descartados, assim como a viabilidade técnica.

A investigação objetivou apresentar um conjunto de considerações que possibilitassem o desenvolvimento de um produto que atendesse necessidades específicas dos usuários, as quais foram identificadas pelo acadêmico nas regiões de clima frio no sul do Brasil, direcionando ao desenvolvimento de um sistema de cocção e calefação.

O desenvolvimento de um sistema¹ integrado destinou-se, primeiramente, a pesquisadores e estudantes das áreas de Design, como forma provocativa ao estudo de alternativas ambientalmente amigáveis, no que diz respeito ao reaproveitamento de resíduos e no estudo dos ciclos de vida dos produtos. Em segundo plano, destinar e disponibilizar o projeto a dois grupos específicos de

¹ Essa pesquisa aborda o termo sistema como um conjunto de atividades funcionais, utilizando elementos dispostos de maneira organizada para atender necessidades específicas, aplicando conceitos de sustentabilidade.

possíveis usuários: 1) usuários com recursos limitados e/ou dificuldade de acessar novas tecnologias; 2) apreciadores de soluções eco sustentáveis.

Os fundamentos da pesquisa apoiaram-se nos conceitos do design para a sustentabilidade. Para a intervenção prática, foram utilizadas metodologias projetuais do campo do design e engenharia de produção, considerando redução de custos de fabricação, otimização dos processos afim de propor uma solução viável.

Estes fundamentos estão relacionados ao âmbito do Mestrado Profissional em Design da Universidade da Região de Joinville - Univille, com área de concentração em Design e Sustentabilidade e linha de atuação Produção Tecnológica e Sustentabilidade.

Como resultado obteve-se uma proposta de um produto/protótipo documentado por meio de um memorial descritivo, que registrou o passo a passo da construção dos elementos e da montagem do sistema. Estes registros foram disponibilizados, por meio de ambiente *online* (<http://meureuso.blogspot.com.br/>), à pesquisadores e comunidade. Desta forma, a intenção foi proporcionar aos interessados a possibilidade de desenvolverem seus próprios sistemas ou explorarem, a partir da documentação gerada, novas alternativas funcionais de reuso dos objetos pesquisados ou demais componentes apresentados.

Todos os experimentos práticos foram desenvolvidos pelo acadêmico a partir dos seus conhecimentos, cuja formação profissional está relacionada aos processos de fabricação e manufatura, possuindo formação superior em Gestão da Produção e Serviços Industriais, especialização em Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produtos e Processos, docente nas áreas técnicas e com mais de 20 anos de atividade profissional.

Este relatório técnico está estruturado nas seguintes etapas: Capítulo 1, Revisão da literatura, contextualizando a situação dos resíduos no Brasil e os métodos para o desenvolvimento sustentável no campo do design; Capítulo 2, Diagnóstico, abordando a pesquisa de campo, a definição e contextualização da proposta; Capítulo 3, Estudos conceituais e construtivos, apresentando o desenvolvimento do protótipo e a prototipagem; Capítulo 4, As análises ergonômicas, avaliando o resultado da proposta.

1 REVISÃO DA LITERATURA

A compreensão das causas que levam a geração dos resíduos e suas consequências, foram tratadas inicialmente neste relatório técnico abordando os seguintes aspectos: A ‘indústria de resíduos’ no Brasil: legislação e perspectivas e O desenvolvimento sustentável. O estudo dos métodos e processos construtivos voltados à sustentabilidade, ancora as decisões de projeto para a viabilização da proposta.

1.1 A ‘indústria de resíduos’ no Brasil e perspectivas

Dados registrados pela ABDI² destacam que uma nova fase da indústria no Brasil se fez a partir de 1990 quando, no governo Fernando Collor de Mello (1990), foi criada a “política de competitividade”, possibilitando a entrada de novas tecnologias no país. O fim do monopólio, em alguns setores, provocou uma nova fase na indústria brasileira: a fabricação de bens e, conseqüentemente, o aumento de resíduos. Esses fatores estimularam o incremento de novos equipamentos, diferentes programas e processos para desenvolvimento de novos produtos.

Paralelamente a este cenário, surgiram indícios (originários deste contexto) que potencializam a obsolescência precoce dos equipamentos e produtos, que ‘acompanham’ as concepções dos inúmeros objetos³ lançados para atender os apelos mercadológicos.

Vale destacar que somente em 2010, o Governo Federal aprovou uma política nacional de resíduos sólidos.

Instituída em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, disciplinou a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no País, sendo o sistema de logística reversa o principal destaque. Também criou o Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa, coordenado pelo

²Associação Brasileira do Desenvolvimento Industrial(ABDI). Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/abdi/publicacao/engin>>. Acesso em 17out. 2006.

³ **Política Nacional de Resíduos Sólidos** - Art. 3º -IV- ciclo de vida de um produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. (www.planalto.gov.br).

Ministério do Meio Ambiente (MMA) e integrado também pelos Ministérios da Saúde, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Fazenda (Mapa).

De acordo com a última pesquisa do IBGE⁴, acerca da coleta seletiva, em 2008 os estados do Amapá e Rondônia não possuíam nenhum serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos, por tipo de material. Dos demais, 14 Estados do país não chegavam a 10 municípios (por estado) que realizavam coleta seletiva de resíduos sólidos.

A Região Sul apresentava o maior índice, chegando a ultrapassar os 45% dos 994 municípios que realizavam coletas seletivas. Entre eles, o Paraná era primeiro da Região Sul e segundo do país, em coleta seletiva, com 190 municípios; depois estava o Rio Grande do Sul, com 166 municípios; e, por último, o estado de Santa Catarina com 98 municípios, totalizando 454 municípios com coleta seletiva (por tipo de material) na Região Sul.

Na classificação, o estado no país que se destacava em relação à coleta seletiva era São Paulo, com 223 municípios que realizavam coletas seletivas.

O IBGE divulgou em 2011, dados em que 31,2% dos municípios do país possuíam coleta seletiva, considerando um grande avanço no que diz respeito a preocupação com os resíduos.

Destaca-se nesta pesquisa, a região sul do país, onde os programas de coleta seletiva em andamento estavam mais avançados, comparados com outras regiões.

A Região Sul é a que possui o maior percentual de municípios com programas de coleta seletiva de lixo em andamento: 55,8%. No Sudeste, o número também está acima da média nacional – 41,5% das cidades têm esse tipo de serviço. Por outro lado, Norte e Nordeste são as regiões onde há a maior porcentagem de municípios sem programa de coleta seletiva de lixo: 62,8% e 62,3%, respectivamente. No Centro-Oeste, 42,1% das cidades não oferecem esse tipo de serviço para a população. (G1, Web, 2011)

A pesquisa também identifica que, em 30,7% das cidades, os gestores dizem 'ter conhecimento' acerca da existência de cooperativas ou de associações de catadores de materiais recicláveis. Porém, em apenas 14,8% das cidades há, de fato, parceria formal entre prefeitura e os catadores para a coleta seletiva (IBGE, 2011).

⁴Fonte:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip_man_res_sol.shtm. Acesso em 17 02 2015.

Diante do exposto, questiona-se: o descaso, muitas vezes, não é causado pela sensação de ‘nenhuma culpa’ por parte dos usuários, das organizações ou dos governantes? Esta realidade pode ser justificada pelo curto período em que as políticas públicas, relacionadas à sustentabilidade, estão inseridas no contexto social do país.

O quadro 1 apresenta as ações focadas nas questões ambientais, e, que proporcionaram dados para a linha do tempo da evolução do consumo sustentável no Brasil.

Quadro 1: Linha do tempo do consumo sustentável no Brasil.

1981	Editada a lei que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente.
1987	Surge o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC).
1988	Constituição Federal – Artigos diretamente relevantes: 170 e 225. Instituída a Comissão de Defesa do Consumidor da OAB/SP
1990	Promulgado o Código de Defesa do Consumidor.
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), no Rio de Janeiro, lança as bases da Agenda 21, que propõe “mudanças nos padrões de consumo”.
1993	Criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e do Selo Procel de Economia de Energia – INMETRO, com o objetivo de orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria e estimulando a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes.
1995	A Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU documenta o conceito de consumo sustentável: “É o uso de serviços e produtos que respondem às necessidades básicas de toda a população e trazem a melhoria na qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduzem o uso dos recursos naturais e de materiais tóxicos, a produção de lixo e as emissões de poluição em todo o ciclo de vida, sem comprometer as necessidades das futuras gerações.”
1999	Estabelecimento da Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P.
2003	Decreto Estadual – São Paulo Nº 48.138/03, que dispõe sobre a obrigação de adoção de medidas de redução de consumo e racionalização de água no âmbito da administração pública direta e indireta.
2005	Estabelecimento do Prêmio “Melhores Práticas em A3P”.
2007	Adesão do Brasil ao Processo de Marrakesh.
2008	Firmados os pactos setoriais da soja, da pecuária bovina e da madeira. Inaugurada na cidade paulista de Indaiatuba, a primeira loja verde do Brasil. Primeira campanha do Ministério do Meio Ambiente voltada para o consumo consciente, com o nome “Consumo Consciente de Embalagens: a escolha é sua, o planeta é nosso”.
2009	O Ministério do Meio Ambiente institui 15 de outubro como o Dia Nacional do Consumidor Consciente. Aprovada a Lei que institui a Política Nacional de Mudanças Climáticas.
2010	Lançada a Campanha “Saco é um Saco” pelo MMA em parceria com ABRAS. Versão preliminar do Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) é submetida à consulta pública. Instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos após vinte anos de tramitação no Congresso Nacional.
2011	Lançado o Mês de Consumo Sustentável em outubro. Lançamento do Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis em seu primeiro ciclo.

Fonte: MMA (Web, 2014)

De acordo com a linha cronológica, apenas em 2010 houve a regulamentação oficial da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS - que consiste em princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações dos diferentes órgãos gestores (particulares, municipais, estaduais ou da união), visando gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos e suas respectivas destinações.

A Lei 12.305 instituiu, em 02 de Agosto de 2010, a PNRS. O Decreto de Lei 7.404 foi regulamentado em 23 de Dezembro de 2010, obrigando os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e usuários a estruturarem e implementarem sistemas que permitam a coleta, separação e destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos, viabilizando o manejo e reaproveitamento dos resíduos em seu ciclo de vida, ou em outros ciclos produtivos até sua destinação final. Não entram, nesta diretriz, os resíduos classificados como perigosos⁵ pela legislação brasileira.

Representa-se, na figura 1, a gama de resíduos provenientes de diferentes segmentos, descartados, provavelmente por falta de alternativas sustentáveis que proporcionem o reuso destes elementos, ou o devido estudo de classificação para o entendimento dos diferentes tipos, composições, formas e tamanhos dos resíduos.

Figura 1 – Resíduos de produtos descartados.



Fonte: Arquivo pessoal

No tocante às questões de reuso e reorganização dos componentes (peças e elementos), vale destacar as reflexões de Manzini (2010) a respeito das possibilidades de produtos projetados com uma visão sustentável em sua essência,

⁵ Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica; (Lei 12.305, Art. 13, II, a)

verticalizando as ações numa forma descendente, para recursos menos 'sintéticos', possibilitando soluções de caráter renovável.

Projetar produtos sustentáveis requer um pensamento sistêmico, aplicado aos projetos de produtos e suas funções. Projetá-los, concebê-los e utilizá-los da melhor maneira possível são atributos implícitos em qualquer segmento. Além disso, os órgãos oficiais continuarão cobrando preservação, separação e classificação de resíduos e/ou produtos com destinações supostamente 'corretas', sem as devidas considerações com os problemas ambientais e sociais futuros.

Na edição nº 209 da Revista ECO21, Litz Vieira destaca que em todos os países em desenvolvimento, a prioridade governamental deve ser fundamentada no crescimento econômico quantitativo e que, qualquer movimento contrário ao progresso, transforma-se num entrave ao desenvolvimento, inclusive a preocupação com o meio ambiente.

No Brasil, como em todos os países em desenvolvimento, a prioridade governamental é sempre concedida ao crescimento econômico, visto em termos quantitativos. Após décadas de dominação neoliberal, o desenvolvimentismo hoje predominante no país considera o meio ambiente como entrave ao desenvolvimento. Na última década, observou-se no Brasil um importante aumento da renda e uma redução da desigualdade social (IBGE/IPEA). Esse resultado contribuiu para o fortalecimento da atual estratégia desenvolvimentista do Governo que despreza o meio ambiente, visto apenas como um obstáculo ao crescimento. (ECO21, Ed.209, 2014).

De acordo com Jairo da Costa Junior, o desenvolvimento tecnológico que o capitalismo proporciona, conduz os países a uma fase de substituição transitória entre o trabalho manual e o trabalho mecanizado (ECO21, Ed.130, 2007). Nesse momento a produção industrial desencadeia um movimento persuasivo nas organizações, nas quais a meta é reduzir custos de manufatura, aumentar a produção e ampliar os ganhos. O resultado disto é um comércio aquecido e uma população consumidora sem limites.

Os beneficiários pelo desenfreado crescimento não serão diretamente atingidos, mas deixarão uma herança indesejada, muitas vezes não ostentada pelos consumidores, como demonstra a figura 2 a seguir.

Figura 2 – Resíduos variados provenientes de descartes.



Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se, na sequência das imagens apresentadas, uma infinidade de materiais, formas, dimensões e estados de preservação dos artefatos. Na primeira imagem da figura 2 aparecem assentos de automóvel que estavam em perfeita conservação, pois haviam sido substituídos em uma concessionária de automóveis por apresentarem defeitos na estrutura metálica dos bancos. De acordo com informações recebidas no momento do registro das imagens, as concessionárias e revendedoras de veículos não consertam esses itens, sendo o descarte a única solução.

De maneira geral, são produtos que cumpriram suas funções ‘primárias’ e que tiveram seus ciclos encerrados em virtude de um desgaste natural, funcional, mas passíveis de serem reaproveitados. Boa parte destes materiais poderia ser utilizado, caso o sistema industrial favorecesse uma política de reuso com base nos conceitos de sustentabilidade em seus projetos conforme estabelecidos na PNRS.

Considerando as imagens da figura 2, percebem-se alguns desafios para que os conceitos de sustentabilidade sejam internalizados na sociedade industrial, principalmente nas atividades projetuais, no que diz respeito à geração de resíduos de baixo impacto ambiental e ambientalmente amigável.

Baxter (2000) argumenta que com os lançamentos dos produtos globalizados, os produtos com vida média cada vez mais curta se espalhariam por todos os lados, provocando uma desordem dos controles de resíduos provenientes dos países industrializados.

De acordo com Fernanda Daltro, da Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental – SAIC, a educação para o consumo sustentável é urgente,

pois não abrange somente a compreensão da força do indivíduo como consumidor, mas também do indivíduo como cidadão, em que os valores relacionados ao consumo precisam evoluir do 'status' para a necessidade de bem-estar. Quando o olhar das pessoas voltar-se para este horizonte, haverá uma mudança cultural no que diz respeito às práticas de produção e consumo sustentáveis.

É necessário implantar um sistema de desenvolvimento sustentável no qual as necessidades dos usuários sejam conhecidas e investigadas, priorizando-se pesquisas que invistam na minimização de recursos⁶ e na eficiência prolongada dos produtos, por meio de políticas que considerem o meio ambiente.

Existem 'celeiros' de oportunidades a partir dos resíduos industriais. Cabe aos profissionais do Design utilizar as ferramentas e técnicas adequadas para que o desenvolvimento sustentável alcance metas de redução ou minimização de resíduos.

Segundo Kasper (2009) "a representação de um usuário dotado de necessidades específicas continua orientando o trabalho de projeto, que se esforça em otimizar sua relação – predefinida – com o artefato." Porém, a relação entre o uso prescrito e o uso real de um artefato, muitas vezes, pode ser mudada, tanto pelo usuário, como pelos designers, na medida em que concebem novos produtos a partir de produtos existentes, fazendo reuso dos elementos. Este processo desafia metodologias tradicionais de desenvolvimento de produtos, trazendo a luz do processo a inventividade e os conceitos de sustentabilidade, na medida em que prolonga a vida útil dos materiais.

1.2 Desenvolvimento Sustentável

De acordo com Manzini (2010), o controle do impacto provocado pelas atividades ambientais depende de três variáveis: (1) a população; (2) a procura do bem-estar; (3) a ecoeficiência das tecnologias aplicadas. Considerando as variáveis relacionadas ao crescimento das populações dos países em desenvolvimento, a perspectiva de sustentabilidade é um fator discordante em relação aos modelos de desenvolvimento econômico.

⁶ Redução dos consumos em todas as fases da cadeia projetual e produtiva.

Ao mesmo tempo em que os recursos renováveis apresentam índices preocupantes, observa-se uma carência de programas de reutilização e desenvolvimento de produtos com modelos de execução e controle que, após o uso primário, possam ser reaproveitados com a mínima intervenção humana em suas operações, preservando as características e propriedades estruturais para ser aplicado em outras configurações de produtos.

Na relação apresentada por Manzini (2010), uma sociedade com recursos industrialmente escassos não será necessariamente sustentável, pois a carência de conhecimento e de estratégias sustentáveis poderá desdobrar-se num consumo desenfreado das riquezas e recursos, sem a mínima consciência ecoeficiente.

Numa sociedade industrialmente madura (avaliação aproximada) um produto somente é considerado sustentável do ponto de vista de bem estar social, quando utiliza uma equivalência de recursos 90% inferiores aos praticados na sua fabricação, apresentando-se como um 'imponente' processo de desmaterialização do sistema de produção e consumo (Manzini, 2010). Com vista nesta variável, dificilmente um produto ou sistema atingirá a sustentabilidade absoluta alterando ou reorganizando etapas de um processo ou sistema produtivo. É necessário o fomento de pensamentos voltados a uma nova cultura organizacional das cadeias produtivas.

Edward (2005) salienta que a prosperidade econômica e o crescimento populacional impactam cada vez mais o meio ambiente. De acordo com o mencionado teórico, em 2050, os danos causados pelo impacto ambiental poderão chegar a 4 (quatro) vezes mais do que em 2000, considerando para estes dados um crescimento anual em torno de 2% e uma população de 10 bilhões de pessoas habitando o planeta.

De acordo com o autor, o desenvolvimento sustentável, definido pela comissão do Meio Ambiente da ONU em 1987, é reconhecido quando são implantados sistemas que satisfazem as necessidades humanas sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades.

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas, resume o Relatório Brundtland. (SENADO,2014)

Não é suficiente pensar em desenvolvimento sustentável simplesmente apresentando considerações envolvendo a satisfação e qualidade de vida da população. É necessária, sobretudo, uma preocupação com os recursos renováveis/sustentáveis, caso contrário, haverá gerações herdando um planeta recheado de resíduos e sucatas.

Segundo Manzini (2010), a minimização/valorização de resíduos implica no sistema de interação, visando o aumento dos processos de reciclagem pelo aproveitamento dos materiais sem que estes tenham passado por qualquer processo que comprometa o potencial de utilização, com o mínimo custo possível.

Esta abordagem provoca o envolvimento dos indivíduos que se beneficiam no processo de integração e difusão dos conceitos da sustentabilidade aos serviços de um produto/conceito, passando a agir em favor de estudos e estratégias concernentes a eficiências minimistas de recursos aplicando inteligências sustentáveis.

A informação da minimização/valorização dos resíduos serviu como parametrizador de decisões no tocante à pesquisa, já que uma das pretensões foi aproximar os custos construtivos à índices econômicos no ponto de vista de investimentos.

Não foram consideradas, nesta abordagem, o tipo de sociedade ou os recursos tecnológicos disponíveis e aplicados, mas, a tentativa de reutilizar materiais que não contaminassem o meio ambiente e ferramentas de baixo custo, buscando minimizar os impactos na fabricação do produto. Manzini (2010) faz algumas considerações acerca da expectativa de sustentabilidade, em nível mundial, considerando o modelo de desenvolvimento em que a sociedade se encontra:

Nos próximos decênios, deveremos ser capazes de passar de uma sociedade em que o bem-estar e a saúde econômica, que hoje são medidos em termos de crescimento da produção e do consumo de matéria-prima, para uma sociedade em que seja possível viver melhor consumindo (muito) menos e desenvolver a economia reduzindo a produção de produtos e materiais. (Manzini, 2010, p.31)

A partir desta linha, as percepções de necessidades devem ser consideradas como fatores de decisão na utilização de recursos e tecnologias, não se preocupando com o crescimento desenfreado, mas sim, com as necessidades básicas supridas, utilizando o mínimo de recursos, preferencialmente renováveis.

1.3 Métodos e processos construtivos voltados à sustentabilidade.

Quando abordamos as questões fundamentadas na valorização e reutilização dos resíduos industriais, devemos considerar que uma das diretrizes importantes sobre a minimização de processos construtivos está no estudo apresentado por Manzini (2010), acerca dos conceitos de *Design for Disassembly* (DFD).

Conforme proposições do DFD, os produtos devem ser desenvolvidos adotando o princípio de desmembramento dos elementos facilitando, assim, a montagem e desmontagem dos componentes.

Este conceito de desmembramento do produto facilita a separação dos elementos, tanto para a manutenção ou reparação como para a facilidade de segregação dos diversos materiais e seus devidos acondicionamentos.

De acordo com as considerações apontadas por Manzini, para que o DFD seja uma metodologia eficaz, é necessário observar algumas premissas relacionadas com o manuseio dos elementos que podem, de maneira direcionada, dividir-se em tópicos importantes no que diz respeito à estruturação do projeto que se intenciona desenvolver nesta investigação de mestrado, considerando a possibilidade de conceber um produto que apresente facilidade na montagem e desmontagem, de maneira prática, levando em conta a simetria ou estruturação dos elementos como um dos fatores intuitivos que estabelece uma conexão com os conceitos de sustentabilidade, ancorado em duas linhas de pensamento:

- a composição dos elementos em relação ao conjunto de maneira que possam ser desfragmentados em seus diferentes materiais/subconjuntos ou funcionalidades;
- a conservação dos elementos que compõem o mix⁷ do sistema, indiferentemente das necessidades ou quantidades de montagem/desmontagem (caso o conjunto ofereça diferentes configurações).

As percepções de necessidades devem ser consideradas como fatores de decisão na utilização de recursos e tecnologias, não se preocupando com o crescimento desenfreado, mas sim, com as necessidades básicas supridas, utilizando o mínimo de recursos, preferencialmente renováveis.

⁷ Elementos constituintes do sistema utilizados para compor a diferentes funcionalidades utilizando suas totalidades ou parcialidades.

Para as práticas construtivas, que objetivam conceber e projetar produtos facilitando sua desmontagem, Manzini cita outra teoria, que pode complementar os princípios apresentados pelo DFD. O DFA (Amaral, Daniel Capaldo... [et al.], 2006), é uma abordagem técnica que avalia o todo de um produto, analisando as possibilidades de simplificação da estrutura, sem alterar o uso e a funcionalidade dos componentes. Dentre as práticas do DFA estão os estudos de montagem, que focam a consolidação dos componentes, por meio da montagem vertical com o auxílio da gravidade e o uso de características de orientação e inserção das partes, objetivando a simplificação das estruturas, tanto no que diz respeito a montagem como nas questões funcionais de conjunto.

DFA (Projeto para montagem) avalia todo o produto, não só as peças individualmente, e tende a simplificar a estrutura do produto enquanto mantém o projeto flexível procurando o mais eficiente uso da função do componente. Tornando a montagem do produto o menos custosa e mais otimizada possível. (ABENGE,2014)

A estruturação do DFA aborda as racionalidades operacionais para a concepção de um produto com qualidade, mas considera sua simplificação nas seguintes premissas:

- Simplificar produtos com redução de componentes, considerando estimativas de custos;
- Propor procedimento sistemático pelo ponto de vista da montagem;
- Redução dos custos de manufatura, indiferentemente das quantidades produzidas;
- Reduzir custos gerais da concepção do sistema.

Ainda no tocante as questões relacionadas à desmontagem, dependendo do tipo de produto, de componentes ou de material, Manzini (2010) destaca que é importante seguir algumas linhas de referência (linhas guias) que podem auxiliar e facilitar a desmontagem, sejam para separação total ou parcial dos componentes:

- Minimizar e facilitar as operações de desmontagem e separação;
- Usar de sistemas de junção removíveis (Ex.: fixação por parafusos);
- Aplicar sistemas de junção permanente (Ex.: soldagem, rebiteagem), que sejam de fácil extração;

- Prever tecnologias e equipamentos específicos para desmontagens destrutivas (preferencialmente de baixo custo e impacto).

Por fim, as possibilidades em conceber sistemas viáveis devem ser consideradas em todo o planejamento, observando a estruturação geral do produto, minimizando e facilitando as configurações de montagem e desmontagem de seus componentes.

No decorrer da investigação proposta para o desenvolvimento de um produto, não se pretende simplesmente apresentar um conceito sustentável acerca do reuso de materiais descartados, mas fomentar abordagens que causem uma cultura sustentável no meio onde forem realizados os estudos e, posteriormente, a disseminação destas abordagens, acendendo (ou reacendendo) os olhares no que diz respeito ao uso do objeto, em que, a caracterização das atividades esteja além das necessidades básicas do elemento investigado. Estas necessidades devem proporcionar sensações e experiências diferenciadas em termos de tempo, dedicação e compreensão dos contextos aplicados à pesquisa e conseqüentemente ao reuso de materiais. O desenvolvimento de um produto nestes moldes, proporciona aos pesquisadores uma imersão no contexto do descarte e suas diferentes justificativas de geração de resíduos.

Para o desenvolvimento da pesquisa, relacionada com o reuso de materiais metálicos descartados, foram estabelecidas metas que no andamento do processo e, de acordo com a realização de cada etapa, possibilitaram pontuar informações necessárias e relevantes ao projeto.

As metas foram divididas por categoria de atribuição e pelos resultados esperados em cada uma delas.

A primeira meta caracterizou-se em identificar indústrias geradoras e/ou empresas classificadoras de resíduos metálicos, que coletam e revendem materiais não mais utilizados, para um entendimento dos tipos de resíduos metálicos que estavam sendo descartados;

Na segunda meta, utilizando-se do levantamento sobre os geradores de resíduos, estes foram classificados e analisados os tipos que poderiam ser utilizados no desenvolvimento de um novo produto.

A terceira meta ficou a cargo de investigar tecnologias e processos de fabricação necessários para o desenvolvimento de um produto, porém, atendendo

as necessidades de beneficiamento e manufatura dos resíduos metálicos, com ênfase à redução de custos, aplicando intervenções construtivas considerando a mínima tecnologia possível e/ou disponível;

Na quarta etapa do projeto, iniciou-se o desenvolvimento de um protótipo (baseando-se nas informações obtidas). Para isto, foram utilizadas informações relevantes associadas ao uso de um produto/elemento descartado, verificando suas particularidades em relação à usabilidade, vinculados a estudos antropométricos para o dimensionamento dos elementos e posterior fabricação do sistema.

A quinta etapa caracterizou-se pela realização dos testes de funcionamento do protótipo, analisando dados para validações dos resultados e adequando o modelo no decorrer dos estudos. Como meta final do desenvolvimento, foi disponibilizado dados e informações utilizados no desenvolvimento do projeto, fomentando a disseminação do conceito de sustentabilidade a partir do reuso de materiais descartados.

2 DIAGNÓSTICO

Durante o Curso de Mestrado em Design foram realizadas pesquisas pelo projeto de iniciação científica do Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação (Scritto Sensu) – PIBPG, vinculado ao projeto de pesquisa do(a) Professor(a) orientador(a) e financiado pelo Fundo de Apoio à Pesquisa – FAP. As metas 1 e 2 citadas acima, fizeram parte desta pesquisa e foi incorporada neste documento como diagnóstico, contextualizando o levantamento dos resíduos na região de Joinville passíveis de reuso.

Os resíduos dos processos industriais, normalmente, não têm muito valor ou em alguns casos são poluentes e até perigosos, apresentando-se em diversas situações como um problema para os geradores de resíduos. Algumas das empresas encontram alternativas para desfazerem-se destes resíduos, quer seja na doação, venda, troca ou terceirização da coleta dos mesmos. Vale destacar que em todas as situações de descarte, a empresa deverá ter o controle dos resíduos gerados, indiferentemente da maneira com que estes saíram de seus domínios.

Com base na problematização, algumas indagações foram postas como elementos da pesquisa. Dente elas, quais seriam os principais resíduos da produção industrial na região de Joinville passível de reaproveitamento no desenvolvimento de novos produtos e, como o design poderia contribuir para a valorização destes recursos de forma sustentável?

Inicialmente, observou-se que muitas empresas de médio porte não possuem em seus processos, soluções adequadas de destinação dos resíduos, resultando no descarte em aterros industriais um resíduo rico, porém sem valor, pela forma inapropriada com que foi misturado, dificultando, assim o reaproveitamento. Outras por sua vez, disponibilizam a coleta e acondicionam os resíduos em containers em seus pátios, para posteriormente serem recolhidos pelas empresas especializadas na coleta de materiais.

Sob a ótica do design, o reaproveitamento do resíduo industrial pode transformar-se em novos produtos com características particulares, inovadoras, promovendo inclusive a redução do descarte. A partir destas observações, constatou-se que o projeto encontrava-se consonante à proposta do Mestrado Profissional em Design,

tendo como objetivo aproximar-se de problemas reais enfrentados pelas empresas, propondo soluções em conjunto, em uma via de mão dupla.

Percebeu-se, ainda, que a investigação integraria a linha de pesquisa Produção Tecnológica e Sustentabilidade que, concebida de forma multidisciplinar, abrange a investigação e aplicação dos conhecimentos gerados pelas pesquisas, para atender as demandas locais e regionais.

Na pesquisa de campo, relacionada a primeira meta, inicialmente foram selecionadas algumas empresas na região de Joinville conhecidas pelo pesquisador, para detectar possíveis materiais descartados passíveis de reuso, com o propósito de realizar intervenções para a reutilização dos materiais nas próprias empresas. Além destas, foram visitadas empresas classificadoras de resíduos metálicos que coletam e revendem materiais descartados nos processos de manufatura ou de produtos cujo ciclo de vida primário encerrou-se.

Dentre as empresas que apoiaram o projeto de pesquisa do Mestrado Profissional em Design, as duas primeiras são indústrias de peças, chassis, carrocerias e furgões rodoviários. As outras duas são classificadoras de resíduos:

- (1) Carrocerias Palmeira - Reboques e Semirreboques – Joinville – SC
- (2) Furgões Joinville - Joinville – SC
- (3) Modelo Comércio de Sucatas Ltda – Joinville – SC
- (4) União Metais – Joinville – SC

Empresa 1 – Carrocerias Palmeira – Reboques e Semireboques – Joinville – SC

Fundada na cidade de Joinville, Santa Catarina, em 1986, a Carrocerias Palmeira iniciou suas atividades fabricando carrocerias de madeira para caminhões, permanecendo nesse ramo até 2005. A partir de 1991, passou a atuar no ramo de reformas de implementos rodoviários e de transporte rodoviários de carga em geral. Com o aumento da demanda do mercado e o surgimento de novas estratégias, em 2005 iniciou a fabricação de Reboques e Semirreboques. Atualmente produz reboques e semirreboques, preparando-se para lançar novos modelos no ano de 2014. (www.carropalmeira.com.br, 2015).

Os resíduos metálicos da produção estão relacionados à tiras de aços laminados e de perfis, provenientes de corte por guilhotina hidráulica, corte a laser e corte por equipamento de plasma. (FIGURA 3) Todos os materiais resultantes dos processos de manufatura são segregados e acondicionados em locais específicos, inclusive materiais não metálicos como: plásticos, papéis de embalagens e outros. De acordo com informações prestadas pela gerência da empresa, são gerados aproximadamente sete toneladas/mês de resíduos metálicos.

Figura 3 – Resíduos metálicos e não metálicos – Carrocerias Palmeira.



Fonte: Arquivo pessoal.

Vale destacar que a Carrocerias Palmeira possui um local destinado ao descarte consciente dos resíduos, separando-os em caçambas coletoras por forma e característica. Posteriormente estas caçambas são recolhidas por uma empresa terceirizada (União Metais) que compacta e transporta os resíduos para empresas de fundição localizadas em diferentes cidades do norte de Santa Catarina e do Paraná.

Empresa 2 – Furgões Joinville – Joinville – SC

Fundada em 1988, inicialmente a empresa chamava-se HS Comércio de Veículos e Transportes Ltda. Motivada por uma forte demanda no mercado de implementos rodoviários na cidade de Joinville neste período, foi criada no final da década de noventa uma marca própria de furgões para sobrechassis e semirreboques, todos em conformidade com as normas nacionais (INMETRO, CONTRAN e ABNT). Dentre os serviços estão: alongamentos e encurtamentos de chassis, adaptações de terceiro eixo, plataformas eletro-hidráulicas e reformas. (www.furgoesjoinville.com.br, 2015).

A Furgões Joinville gera resíduos de alumínio planificado, proveniente de corte e dobra de chapas utilizadas no revestimento exterior dos furgões de transporte (FIGURA 4). Além do alumínio sem contaminação, também gera resíduos de aço galvanizado juntamente com alumínio das manutenções de trocas de componentes dos baús que são reformados.

Figura 4 – Resíduos de alumínio – Furgões Joinville.



Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com informações da empresa, elementos que apresentam qualquer tipo de defeito visual devem ser descartados (FIG.14).

Estes resíduos de alumínio são provenientes de duas procedências:

- a) Pelas reformas dos baús de transportes, onde, as peças substituídas sem condições de reuso são descartadas como resíduos.
- b) Por materiais adquiridos em forma de bobinas, que apresentam pequenas falhas e/ou alterações visuais de acabamento superficial durante o desbobinamento.

Empresa 3 – Modelo Comércio de Sucatas Ltda – Joinville – SC

Localizada no distrito industrial de Joinville, a empresa recolhe e classifica diferentes resíduos metálicos gerados por empresas do segmento industrial, destacando-se a separação de aços planos, ferros fundidos, alumínio (em menor escala), chapas galvanizadas, resíduos de aço de baixa liga (corte a laser e plasma, resíduos de oficinas mecânicas, discos de freio, amortecedores), estruturas metálicas de descarte, cabos de aço, peneiras de aço inoxidável, etc. (FIGURA 5)

Figura 5 – Sucatas de aços em geral.



Fonte: Arquivo pessoal.

Ao verificar-se o cenário apresentado nos ambientes de coleta e segregação dos resíduos metálicos, percebe-se a grandiosidade do desafio a ser enfrentado para reverter estas condições. Ao mesmo tempo, neste mesmo ambiente, encontra-se um celeiro de oportunidades para que novas concepções sejam desenvolvidas mediante estudos e ações sustentáveis com a interferência do design.

Empresa 4 – União Metais – Joinville - SC.

A sede administrativa da empresa está localizada no município de Garuva - SC e mantém seus depósitos e processamentos no bairro Rio Bonito, Joinville - SC. Está no ramo de reciclagem e comércio de metais aproximadamente há um ano e meio. Inicialmente recolhia e vendia 3 ton./mês de resíduos, e após um ano passou a processar entre 60 a 70 ton./mês. Além da coleta de resíduos metálicos (ferrosos e não-ferrosos) das empresas da região norte de Joinville, a mesma recebe e classifica resíduos metálicos, como tambores de freio veicular e rodoviários, conforme figura 6.

Figura 6 – Discos e tambores de freio veiculares e rodoviários.



Fonte: Arquivo pessoal.

A União Metais possui um sistema de coleta nas empresas por meio de caminhões específicos, locando suas caçambas coletoras para posterior recolhimento.

Também recebe resíduos de outras empresas/indústrias ou catadores autônomos que se deslocam até o depósito de recebimento das sucatas. Basicamente, a empresa coleta, separa e repassa os resíduos passíveis de reciclagem, tanto residenciais como industriais.

Os resíduos metálicos que chamaram a atenção durante a pesquisa de campo foram de uma riqueza de possibilidades, desde chapas de aço, peneiras, aços planos, tambores de freio de caminhões, tambores de aço, resíduos de alumínio, partes de bicicletas, peças residuais de oxicorte e plasma, arames de solda, discos de freio de veículos, tambores de máquinas de lavar, acessórios de carros, amortecedores e molas de carros, componentes de utensílios domésticos em geral, etc. Um fator surpreendente foi a quantidade de produtos descartados com vida-útil inferior a 10 anos de fabricação, principalmente, porque o descarte é ocasionado por elementos construtivos que geram a dependência dos demais componentes preservados dos produtos, dentre os quais, a reforma ou substituição torna-se inviável (financeiramente e comercialmente) para os consumidores finais. (FIGURA 7).

Figura 7 – Resíduos precoces.



Fonte: Arquivo pessoa.

Esta inviabilidade, por sua vez, provoca o descarte prematuro de produtos que, mediante um conserto ou reparo de baixa intervenção, poderiam proporcionar um redução significativa de resíduos comerciais e industriais.

Após a coleta ou recebimento, os materiais são selecionados de acordo com suas classificações. Alguns resíduos são repassados diretamente (de proporções maiores) e outros (de fácil compactação) prensados (FIGURA 8) e repassados para fundições de Joinville e outros municípios. Aproximadamente 90% dos resíduos de materiais metálicos coletados pela União Metais são revendidos para a empresa CORETRANS.

Figura 8 – Ambientes de separação e prensagem das sucatas metálicas.



Fonte: Arquivo pessoal

No levantamento realizado, observou-se uma quantidade significativa de tambores de freio de veículos rodoviários (FIGURA 9). Este resíduo chamou a atenção por suas características⁸. Trata-se de um componente constituído totalmente de ferro fundido, que é um material metálico passível de reciclagem em sua totalidade.

Figura 9 – Tambores de freio de veículos rodoviários.



Fonte: Arquivo pessoal

⁸ Discos e tambores de freio são componentes de geometria relativamente simples... e são caracterizadas pelas propriedades ...capacidade de amortecimento de vibrações e ruído, condutividade térmica, resistência ao desgaste, resistência mecânica e resistência à fadiga. (www.tupy.com.br/downloads/guesser/ferro_fund_freio.pdf) acesso em 20/02/2014.

Na classificação e análise do tipo de resíduo passível de reuso no desenvolvimento de um novo produto, relacionada a meta 2, foram levantadas as características do tambor de freio, material selecionado para o projeto.

Numa análise prévia sobre a reciclagem do ferro fundido, descobriu-se que o impacto ambiental do ferro fundido reciclado em relação ao material virgem, proporciona um ganho ambiental real de aproximadamente 50% por Kg.

Manzini (2010) destaca que se conseguirmos prolongar a vida útil de um material/objeto, retardando sua possível desmaterialização, e proporcionando a extensão do seu ciclo de vida (que é uma das abordagens estratégicas de produtos com requisitos ambientais), estaremos reduzindo significativamente os custos e insumos utilizados na rematerialização⁹, e consequente, contribuir para o avanço da ecologia industrial¹⁰.

Percebe-se, a partir destas considerações, a possibilidade de reutilizar estes componentes descartados em um outro produto, prolongando assim a vida útil.

A partir deste diagnóstico e da experiência do acadêmico na utilização de um produto similar ao identificado, foi percebido o potencial para uma investigação mais aprofundada em relação às características dos resíduos rodoviários, em especial aos tambores de freio.

A vida útil de um tambor de freio, utilizado no conjunto estrutural dos rodados de veículos rodoviários, é consideravelmente curto, gerando volume significativo deste resíduo a cada troca. Neste sentido, o mesmo foi percebido como um potencial artefato para o estudo relacionado acerca de materiais passíveis de reuso

Investigou-se, junto às empresas classificadoras, a proveniência desses materiais e o perfil das empresas 'geradoras' dos resíduos/descartes dos tambores de freio. Constatou-se que, em grande parte das empresas, destacaram-se as de logística, transporte urbano e turismo.

Estas empresas prestadoras de serviço, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS- são consideradas geradoras dos resíduos provenientes de serviços de transporte. Posteriormente à substituição dos tambores e demais

⁹ Rematerialização: Ciclo produtivo para disponibilizar outro produto utilizando o mesmo material base, pelo processo de reciclagem.

¹⁰ Ecologia industrial: redução drástica do consumo de recursos e produção de resíduos e lixo (Manzini, pg.54)

peças, vendem os mesmos para as recicladoras, que repassam para as siderúrgicas.

Em alguns casos, em regiões onde a reciclagem não é explorada como ramo de negócio, encontra-se resíduos dispostos às margens das rodovias sendo oferecidos para venda. (FIGURA 10)

Figura 10 – Resíduos de veículos rodoviários às margens da SC 114 (Km 189) – Otacílio Costa - SC.



Fonte: Arquivo pessoal

Quando se reflete acerca da cadeia de transportes fundamentada nos tecnociclos, explanados por Manzini (2010), a possibilidade de reuso destes materiais, a partir de um sistema de produção sustentável¹¹, poderá ser desenvolvido com uma ‘nova vida útil’ de aproximadamente 100 vezes¹² o ciclo primário pelo qual estes componentes são construídos.

De acordo com dados do IBGE, fornecidos pelo Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN - o Brasil possuía em 2013 uma frota¹³ de 2.488.680 caminhões e 547.565 ônibus no país (TABELA 1).

Tabela 1 – Frota de Veículos no Brasil em 2013.

Variável	Unidades no Brasil
Automóveis	45.444.386
Caminhões	2.488.680
Caminhões / Trator	541.118
Caminhonetes	5.731.997
Caminhonetas	2.516.967
Micro-Ônibus	340.928
Motocicletas	18.114.464
Motonetas	3.317.325
Ônibus	547.465
Tratores	28.363
Utilitários	482.027

Fonte: IBGE (Web, 2014)

¹¹ Soluções sustentáveis: Produtos, serviços, sistemas técnicos e comportamentos de uso e consumo coerentes com alguns requisitos gerais e sustentabilidade (Manzini, pg.38)

¹² Análise da vida útil de um tambor de freio utilizado em transporte urbano (1 ano) versus durabilidade do ferro fundido em condições ambientais normais (mínimo 100 anos).

¹³<http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php> acesso em 31/07/2014 (TABELA 2)

Com base nos dados preliminares apresentados na tabela 1, percebeu-se que existem materiais em quantidade significativa para o desenvolvimento de produtos sustentáveis e que o propósito da intervenção estende-se para qualquer região onde se encontram veículos rodoviários de transportes, desde que os elementos que serão utilizados sejam analisados quanto a sua condição de uso.

De acordo com informações coletadas, junto aos profissionais da oficina de manutenção de uma empresa¹⁴ que apoiou o projeto, as substituições dos componentes, em condições normais, acontecem num período médio de 12 a 18 meses. A partir disto não existe a possibilidade de uso, sendo necessário o descarte do mesmo. Já os aros das rodas são descartados/sucateados principalmente por danos originados pelas condições adversas das pistas de tráfego.

No decorrer das disciplinas de “Sustentabilidade no Projeto” e “Cenários Culturais e Sociais”, foram desenvolvidas estudos que contribuiriam para prover as idéias da concepção de um produto. A partir da identificação de materiais provenientes de reuso passíveis de aplicação com tecnologias relativamente simples, encontrou-se o aporte determinante para a escolha do elemento selecionado (FIGURA 11) para o desenvolvimento da proposta do produto.

Figura 11 – Elemento selecionado para o desenvolvimento de um produto.



Fonte: Arquivo pessoal.

Entre todas as informações coletadas, como também durante as disciplinas cursadas durante o período letivo, buscou-se dar uma atenção nas possíveis linhas de investigação que proporcionassem o uso dos materiais pesquisados de maneira que estes pudessem ser aplicados de forma a atender necessidades específicas dos

¹⁴ Transtusa – Doadora dos resíduos rodoviários para o desenvolvimento do protótipo.

usuários habitantes da região pesquisada, ou até mesmo, servir de ponto inicial para as análises de aplicação dos materiais selecionados.

2.1 Definição e contextualização da proposta

A partir de experiências práticas acerca de sistemas de cocção e calefação, realizadas anteriormente com componentes similares no período em que o pesquisador atuou profissionalmente em uma instituição de ensino no Rio Grande do Sul, houve uma associação dos artefatos reutilizados na época com os atuais encontrados no levantamento dos resíduos na região de Joinville.

Richard Morris (2010) destaca que, nos discernimentos que norteiam a organização das informações para o desenvolvimento de objetos, ou até mesmo suas inovações, todas estão ligadas às experiências obtidas no passado, pois “...o passado não está morto, ele vive dentro de nós e estará vivo no futuro, que todos estamos ajudando a criar”. (Willians Morris, data *apud* Richard Morris, 2010, p. 127).

Como a Região Sul do país é muito semelhante em termos de condições climáticas, propõe-se que o sistema de cocção e calefação atenda uma demanda específica de necessidades relacionadas com alguns fatores geográficos¹⁵ de Joinville. E, se tratando de uma região onde as temperaturas sofrem variações significativas, uma das possibilidades seria a introdução do sistema em ambientes que necessitam de calefação, associando a possibilidade de criar-se um ambiente integrador entre aquecimento, local de preparo de alimentos quentes e possível adequação para aquecimento de água.

Das informações levantadas, na identificação dos resíduos e na seleção do objeto da pesquisa, foram examinadas diferentes plataformas (*sites*, *blogs* e revistas eletrônicas) para identificar sistemas existentes e que utilizassem os mesmos componentes e em diferentes concepções construtivas. (FIGURA 12).

¹⁵ Joinville se situa em uma zona de clima subtropical, com média anual de temperatura acima dos 19 graus e alta umidade durante a maior parte do ano. Durante o verão, a temperatura pode passar dos 40 graus centígrados a cada dois ou três anos, com recorde de 42,6. No inverno, a mínima chega normalmente a 3 graus centígrados. Há relatos de que, em 2000, a temperatura tenha chegado a -2 graus centígrados. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Joinville>) acesso em 04/07/2014.

Figura 12 – Análise morfológica comparativa.

PRODUTO	CORPO	CHAMINÉ	GRADE INTERIOR	BASE	PORTA DE ABERTURA	ENTRADA DE AR	COLETA DE CINZAS
	 TAMBOR RECORTEADO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	 TAMBOR DE FREIO DE CARRO	 TUBOS DE AÇO	 SEM PORTA	 LATERAL DA BASE	FUNDO DO TAMBOR
	 2 TAMBORES DE FREIO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	 VERGALHÕES SOLDADOS	 TAMBOR DE FREIO	 CHAPA SUP. COM ABERTURA LATERAL	 ESPAÇADOR ENTRE AS PARTES DO CORPO	ACÚMULO NA BASE
	 2 TAMBORES DE FREIO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	???? PROVAVELMENTE CHAPA PERFORADA		 PORTA FRONTAL	 ENTRE A BASE E O CORPO	ACÚMULO INTERNO OU NA BASE
	 2 TAMBORES DE FREIO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	 VERGALHÕES SOLDADOS	 ARO DE AUTOMÓVEL	 TAMPA SUPERIOR	 VÁLVULA REGULADORA	ACÚMULO INTERNO OU NA BASE
	 2 TAMBORES DE FREIO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	 VERGALHÕES SOLDADOS + GRELHA	 TAMBOR DE FREIO	 TAMPA SUPERIOR	 FOLGA NA CAIXA DE CINZAS	 CAIXA DE CINZAS FRONTAL
	 PROVAVELMENTE ½ CILINDRO COMPRESSOR	 TUBO SOLDADO VERTICAL	???? PROVAVELMENTE CHAPA PERFORADA	 ARO DE CAMINHÃO	 PORTA FRONTAL	 ENTRE A BASE E O CORPO	 NÃO EXISTE
	 2 TAMBORES DE FREIO	 TUBO SOLDADO VERTICAL	???? PROVAVELMENTE CHAPA PERFORADA	 ARO DE CAMINHÃO	 CHAPA SUP. COM ABERTURA LATERAL	 ENTRE A BASE E O CORPO	ACÚMULO NA BASE OU NÃO EXISTE
	 TUBO TRASEIRO SOLDADO	 TUBO TRASEIRO SOLDADO	 DISCO COM GRELHA RECORTEADA	 PÉS DE FOGÕES REUTILIZÁVEIS	 TAMPA RECORTEADA DO PRÓPRIO CORPO	 ABERTURA INFERIOR	 CAIXA DE COLETAS DE CINZAS NA PARTE INFERIOR

Fonte: Primária

Praticamente em todos os locais pesquisados, encontrou-se fogões similares, concebidos de forma simples e eficiente, porém, em *sítes* estrangeiros, cujas regiões climáticas são favoráveis ao uso de sistemas de cocção e calefação.

Foram localizados sistemas construtivos que apresentavam diversas alternativas de reuso, inclusive, componentes metálicos de reuso que compõem diversos elementos investigados durante a pesquisa inicial, como: vergalhões de ferro, aros de rodados de caminhão, tambores de óleo e tubulações em geral.

Curiosamente, durante as pesquisas não foram encontradas propostas de aquecimento de água adaptadas aos conjuntos, somente sistemas de cocção e calefação.

Na região sul do Brasil, onde as temperaturas médias em determinadas estações do ano ficam próximas ou até mesmo inferiores a zero grau, as tradicionais soluções para suprir as necessidades de climatização de ambientes, utilizando diferentes formas de aquecimento com o uso de energia produzida por queima de combustíveis vegetais e minerais, ainda permanecem. Além disso, os sistemas de aquecimento normalmente são associados a cocção juntamente com a calefação, destacando-se os fogões a lenha.

Uma pesquisa anual por amostragem, realizada no período de 1993 a 1999, apresenta dados percentuais da quantidade de domicílios particulares que possuíam fogões e seus respectivos tipos de combustíveis. (TABELA 2) Embora os dados não sejam recentes, mas ainda são considerados por não ter sido realizadas outras pesquisas pelo IBGE.

Tabela 2: Domicílios particulares permanentes com fogões e seus tipos de combustível.

Abrangência: Brasil. Unidade: Percentual.									
Período	Carvão	Energia elétrica	Gás canaliz.	Gás de botijão	Lenha	Não aplicável	Outro comb.	Sem declaração	Total geral
1993	1,69	0,01	1,88	82,96	11,66	1,75	0,01	0,05	100
1995	1,23	0	1,99	86,01	9,26	1,49	0,01	0,01	100
1996	0,95	0,01	2,24	88,6	6,63	1,55	0	0,02	100
1997	1,08	0,01	2,15	88,31	7,14	1,3	0,01	0,01	100
1998	0,67	0,01	2,2	89,05	6,88	1,17	0,01	0,03	100
1999	0,91	0,01	1,97	88,91	7,21	0,98	0,01	0,01	100

Fonte: IBGE (Web, 2015).

A tabela 2 apresenta o gás de botijão como o combustível mais utilizado, por se tratar de um bem adquirido que não apresenta dificuldades para adaptações ao

uso em ambientes urbanos, em especial os apartamentos, por dispensarem o uso de dutos de exaustão dos gases oriundos da queima do combustível GLP.

Em segundo lugar estão os fogões à lenha, que ao contrário dos fogões à gás, exigem adequações de ambientes com adaptações para a exaustão da fumaça produzida pela queima de materiais vegetais, que também ocupam espaço para o acondicionamento das 'lenhas' que serão queimadas.

Outra pesquisa por amostragem, realizada entre 2001 a 2011, apresenta dados de domicílios particulares que possuíam fogões. Os dados foram coletados em todo o país numa amostragem de 1000 unidades domiciliares (TABELA 3).

Tabela 3: Domicílios particulares permanentes que possuíam fogão.

Abrangência: Brasil, Unidades: 1000 domicílios			
Período	Fogão - tinham	Fogão - não tinham	Fogão - sem declaração
2001	45.777	1.114	4
2002	46.896	1.083	6
2003	48.471	1.198	6
2004	50.296	1.305	-
2005	51.551	1.317	-
2006	52.925	1.277	-
2007	54.682	1.074	-
2008	56.541	1.016	-
2009	57.615	951	-
2011	60.447	845	-

Fonte: IBGE (Web, 2015).

Dados das Centrais Elétricas de SC S.A.- Celesc, estimam que existam quase 200 mil residências no Estado de Santa Catarina, que possuem fogões a lenha. (Celesc, Web, 2014) Vale destacar que a Celesc apresenta dados somente de SC. Porém, pode-se considerar que grande parte das casas nos municípios localizados nas regiões altas dos estados do RS, SC e na parte sul do estado do Paraná, estão delimitados na mesma localização demográfica.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, as variações climatológicas registradas na Região Sul do Brasil, oferecem à população sensações de extremo frio em determinadas épocas do ano. O clima da região sul é o subtropical, exceto pelo norte do Paraná onde predomina o clima tropical. Com grandes variações de temperatura, é a região mais fria do país onde, durante o inverno, ocorre geadas e em algumas localidades, como a região central

do Paraná e o planalto serrano do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, pode ocorrer até neve.

As estações do ano são bastante diferenciadas e as chuvas caem sobre toda a região com uma certa regularidade durante todo o ano, mas no norte do Paraná elas se concentram no verão. (estadosecapitaisdobrasil.com, 2015)

Considerando os hábitos dos usuários de fogão a lenha nas regiões do Planalto Serrano do Sul do país, observa-se que os fogões desempenham outras funções, além das específicas.

Na figura 13 percebe-se que o fogão a lenha desempenha uma segunda função, enquanto não está sendo utilizado para a função primária. Chama à atenção as funcionalidades que permeiam o cenário, onde o mesmo realiza uma função decorativa, complementar à função de uso.

Figura 13 – Fogões a lenha e suas funções



Fonte: Arquivo pessoal

Culturalmente, quem adquire um fogão, classificado como bem durável pelo IBGE, considera o mesmo como um artefato multifuncional, pois além do seu uso prescrito, como sistema de cocção e calefação, torna-se um móvel que assume demais funções, desde apoio para objetos cotidianos das famílias, como suporte de enfeites e arranjos ou apoio dos próprios utensílios do lar, até mesmo integrando a decoração do ambiente, assim como funcionando como um sistema adaptado para secagem de roupas, etc. Acredita-se que as atribuições de novas funções aos objetos, de modo geral, são involuntárias, sem perceber que o uso real acaba sendo complementado por diferentes maneiras e contextos.

Nas concepções de usabilidade, encontram-se as relações de uso do fogão a lenha e as rotinas estabelecidas para o acendimento e controle do fogo durante a utilização do mesmo. Atividades estas que aproximam os usuários no entorno do

fogão. Consequentemente, o espaço torna-se um lugar de convivência e comunhão entre pessoas.

Quanto às relações de uso dos artefatos, primeiramente devemos analisar as necessidades primárias a serem supridas para posteriormente aprofundar-nos no desenvolvimento de concepções que superem as existentes, complementando-as ou substituindo-as com atributos que ofereçam vantagens ou sensações significativas no uso, além dos valores emocionais.

O termo *affordances* é utilizado para, além do conceito de como os objetos devem ser usados, ou quais as propriedades reais devem ser percebidas em um objeto, as questões que lhe são determinantes e as suas possibilidades de uso.

Quando se tira proveito das *affordances*, o usuário sabe o que fazer apenas no olhar: não são necessárias imagens ilustrativas, rótulos ou instruções. Objetos complexos podem exigir explicações, mas objetos simples não devem precisar delas. Quando objetos simples precisam de imagens, rótulos ou instruções, o Design fracassou. (Norman, 2006, p.33)

Baseando-se nas afirmações de Norman, de que os modelos conceituais podem ser o fator decisivo mediante indefinições quanto às relações de produtos ou processos, prevalece a importância das necessidades específicas, abalizadas nos usuários que irão interagir com o produto e suas funções de uso. Não basta atender meias expectativas. O estudo do design deve proporcionar o anseio da experiência, e levar o usuário à utilização do bem produzido de forma simples e eficaz, com uma linguagem compreensível, atendendo suas necessidades de forma prática.

Todavia, como realizar estas pretensões de forma sustentável, transmitindo uma linguagem não condenável para ambos os lados, de maneira que os cursos naturais da 'boa forma' e 'bom uso' sejam notórios e ao mesmo tempo não produzam objetos de desejo com sensação de descarte precoce? Então, a incógnita que todos os desenvolvedores de produtos enfrentam: como sobreviver na contramão da obsolescência?

Uma característica ligada aos fogões à lenha, no tocante à manutenção e reforma dos mesmos, é a existência de oficinas especializadas na reforma, conserto ou substituição dos componentes danificados pelo uso, que fazem com que a vida útil destes produtos seja prolongada. O conserto dos mesmos recupera suas características funcionais reduzindo os resíduos gerados pelo descarte de

componentes ainda preservados, contribuindo assim, para a otimização ambiental¹⁶ da vida do produto.

A presente pesquisa, além de desenvolver um sistema com conceitos ambientalmente amigáveis, seguiu as linhas guias de referências apresentadas por Manzini (2010), destacando que além dos produtos realizarem as funções para as quais foram concebidas, deveriam ser de fácil desmontagem e que proporcionassem a viabilidade de separação dos componentes, de acordo com seus respectivos materiais. Segundo Manzini (2010),

Para minimizar e facilitar o processo e as operações de desmontagem, as indicações que devemos seguir dizem respeito à estrutura geral do produto, à forma dos seus componentes, bem como à forma e acessibilidade dos componentes de junção. (Manzini, 2010, p.254).

A partir das definições quanto ao tipo de resíduo que seria escolhido para o desenvolvimento do produto, iniciaram-se os contatos com as empresas que possuíam os componentes necessários para o andamento do projeto.

Mediante contato com os departamentos responsáveis, obteve-se apoio da empresa de Transportes e Turismo Santo Antônio S.A. - TRANSTUSA¹⁷, que tornou-se colaboradora do projeto, doando (ANEXO 1) diversas peças para os estudos e desenvolvimento do protótipo (FIGURA 14).

Figura 14 – Tambores de freio e aros doados pela Transtusa S.A.



Fonte: Arquivo pessoal

¹⁶ Otimização Ambiental: Além da duração física, diz respeito à existência e à criação de serviços para a manutenção, reparação e requalificação de um produto. (Manzini, 2010, pg.187)

¹⁷ <http://www.transtusa.com.br/> acesso em 02/07/2014

De acordo com a, Lei 12.305 de 02 de Agosto de 2010, Art. 13, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS - classifica os resíduos de acordo com sua origem. Com base nesta referência, os objetos desta pesquisa foram considerados resíduos de serviços de transporte. Para o desenvolvimento do projeto e protótipo (meta 3), realizou-se um levantamento das tecnologias e processos necessários.

Durante as pesquisas, verificou-se que a maioria dos produtos encontrados não foram construídos com processos tecnológicos sofisticados, pelo contrário, foram concebidos com tecnologias de baixo custo. As tecnologias potencialmente úteis para o reaproveitamento são as mesmas aplicadas na fabricação da maior parte dos componentes. Dentre elas, podemos destacar os diferentes processos de soldagem¹⁸ (Eletrodo Revestido, Mig/Mag, Oxigás) e seus empregos de acordo com as condições de trabalho e características dos materiais.

Destacam-se também os processos de fabricação com desprendimento de cavacos¹⁹, as máquinas operatrizes convencionais, utilizadas para a usinagem de materiais com desprendimento de cavacos como: fresadoras, furadeiras, tornos convencionais, máquinas esmerilhadoras manuais ou de bancada, etc. Todas fundamentais para a fabricação dos produtos investigados, complementadas com as ferramentas manuais e os processos de pintura em geral.

Vale ressaltar que, a partir da definição das características do produto (formas, dimensões e funções), são definidos os processos necessários para a realização do protótipo. Não se descartou a utilização dos materiais sem intervenção, mas foi considerado a inclusão de outros elementos que ampliassem as possibilidades criativas sem descaracterizar o material/produto coletado. Este fator pode ser o diferencial no que diz respeito ao quesito sustentabilidade, sem o emprego ou à redução de recursos que necessitem intervenção para a devida aplicabilidade.

Pensando nas possibilidades de usinabilidade, utilizando-se os processos de remanufatura dos resíduos de materiais²⁰ escolhidos, fez-se necessário destacar duas linhas de desenvolvimento possíveis por meio do mesmo processo: (a) uma linha de produtos construídos por meio de tecnologias de base (sistemas

¹⁸ WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem. Soldagem: processos e metalurgia. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011, p.6.

¹⁹CHIAVERINI, Vicente. Tecnologia Mecânica. Processos de Fabricação e Tratamento. 8ª ed., 2000, p.193.

²⁰LESKO, Jim. Design Industrial: materiais e processos de fabricação. 2004,p.17.

convencionais de transformação), possíveis para a fabricação, cuja acessibilidade de recurso é limitada, em virtude de fatores geográficos ou tecnológicos; (b) produtos com inovações tecnológicas, cujos efeitos e as características dos mesmos possam apresentar resultados estéticos/funcionais diferenciados.

Dentre os processos²¹, que fazem parte do grupo convencional, as atenções foram concentradas nos de fácil compreensão e possíveis domínios, que não requerem grandes habilidades técnicas para a realização das intervenções que, em contrapartida, possibilitem resultados finais satisfatórios de funcionalidade²².

No confecção do protótipo (meta 4) foram utilizadas ferramentas, máquinas e equipamentos de uso portátil, como: punções de bico, brocas de aço rápido, furadeiras, esmerilhadeiras, lixadeiras. Em poucos componentes, houve intervenções de soldagem, principalmente necessárias nos elementos relacionados ao sistema de fluxo de ar e de fumaça gerada pelo sistema.

O tambor de freio, fabricado em ferro fundido possui características técnicas como: fácil usinabilidade, alta resistência ao desgaste e boa ductibilidade. A partir desta escolha foram planejadas as estratégias para o desenvolvimento da proposta e fabricado o protótipo do sistema de cocção e calefação utilizando as tecnologias adequadas ao projeto.

Após a escolha do elemento principal, o tambor de freio, foram exploradas algumas alternativas de composição do sistema principal, com o objetivo de observar as melhores propostas alinhadas com os objetivos da pesquisa.

Neste contexto, realizaram-se as intervenções iniciais de montagens verticais, sem a utilização de elementos de fixação de qualquer espécie, simplesmente pela gravidade e o peso dos elementos dispostos verticalmente. Esta experiência proporcionou uma visão do conjunto, a noção de proporção, além de entendimento acerca dos elementos necessários para a realização do protótipo funcional. (FIGURA 15)

No estudo inicial, não foram considerados os sub-sistemas, que posteriormente poderiam ser inseridos no conjunto apenas os objetos recebidos pela empresa doadora dos resíduos de transporte rodoviário

²¹ LESKO, Jim. Design industrial: materiais e processos de fabricação. 2004,p.73.

²² MORRIS, Richard. Fundamentos de Design de Produto. Bookman, 2010, p.112.

Figura 15 – Análises Iniciais de montagem estrutural



Fonte: Arquivo pessoal

Com a disponibilidade dos materiais doados, foram tentadas diferentes configurações, buscando traduzir os conceitos abordados por Manzini e Amaral (2006), no que diz respeito às estruturas de montagem e desmontagem, valendo-se dos atributos que os materiais coletados apresentavam. Dentre elas, as que mais implicam no desenvolvimento do sistema é o estudo dos conceitos de *Design for Disassembly* (DFD) e do *Design for Assembly* (DFA).

Estes conceitos determinam os estudos para desenvolver produtos que adotem o princípio de desmembramento dos elementos, facilitando assim, a montagem e desmontagem dos componentes. Estes conceitos orientam a configuração de componentes explorando a montagem vertical com o auxílio da gravidade e o uso de características de orientação e inserção das partes.

A partir das primeiras montagens para verificação do conjunto, foram levantados os desafios e dado início aos estudos construtivos apresentados no próximo capítulo.

3 ESTUDOS CONCEITUAIS E CONSTRUTIVOS

Após as análises da matriz morfológica, onde foram coletadas diferentes configurações de sistemas de cocção e calefação existentes, e, de acordo com estudos preliminares anteriores, optou-se em desenvolver o protótipo configurando-o com a possibilidade de adequar o aquecimento da água a partir do aproveitamento do calor presente nos componentes metálicos do sistema de coação e calefação.

Como, a partir da queima do combustível vegetal (lenha), o resultado é a exaustão da fumaça por uma tubulação de saída de gases, foram realizados testes que possibilitassem uso de algum elemento adaptado ao sistema para o aquecimento da água, e que ao mesmo tempo não interferisse nas relações de uso durante a cocção dos alimentos, já que a calefação seria o resultado da propagação do calor nos ambientes onde o sistema estivesse alocado.

Nos estudos conceituais e construtivos foram realizados diversos testes funcionais, onde em diferentes configurações, buscou-se analisar as melhores estratégias nas questões de:

- Definições construtivas e de montagem;
- Fabricação dos sub-conjuntos integrantes do sistema;
- Configurações de montagem do conceito funcional para aquecimento de água, cocção de alimentos e calefação.
- Relações de uso do sistema pelos usuários.

Após a definição de como estaria disposto o corpo principal do conjunto, foram iniciados os ensaios do entorno dos elementos periféricos, valendo-se de materiais descartados provenientes de reuso, adquiridos junto as empresas classificadoras de resíduos metálicos (FIGURA 16). Dentre os materiais utilizados no desenvolvimento do protótipo, grande parte foi comprada em empresas de reciclagem de materiais metálicos.

Figura 16 - Materiais utilizados na confecção do protótipo.



Fonte: Arquivo pessoal

Elementos como a serpentina de alumínio, parafusos de fixação de componentes, sistema hidráulico e todos os consumíveis utilizados para a fabricação do protótipo foram comprados pelo pesquisador totalizando um investimento de aproximadamente R\$ 960,00 (TABELA 4). Dos materiais recebidos na doação, os tambores de freio e os aros de veículos rodoviários foram disponibilizados pela empresa Transtusa S.A.

Tabela 4: Planilha de Investimentos

Descrição de componentes	Valor (R\$)
Tambores de freio e aros de veículos rodoviários	Doação Transtusa
Materiais metálicos estruturais de reuso (peças em geral)	R\$ 300,00
Tubulação de alumínio para a confecção da serpentina	R\$ 100,00
Tubos, conexões, parafusos, porcas e consumíveis em geral	R\$ 250,00
Transportes e serviços de terceiros.	R\$ 80,00
Jateamento e pintura especial	R\$ 230,00
Investimentos	R\$ 960,00

Fonte: primária

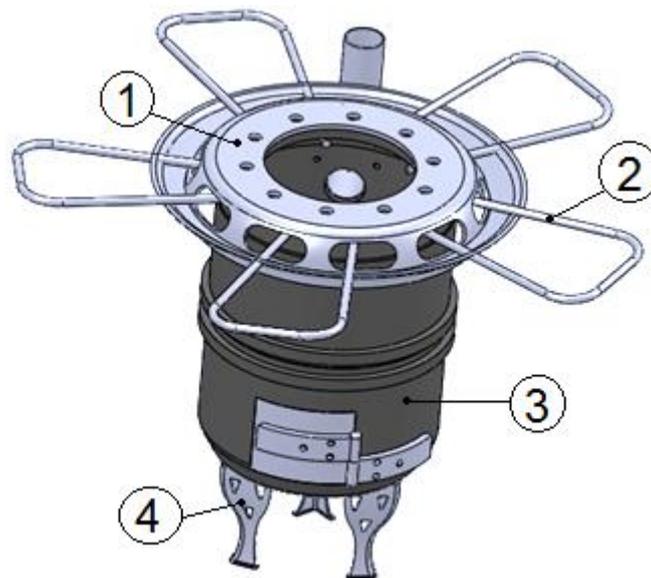
Os custos apresentados possibilitam que pesquisadores ou até mesmo usuários em geral, tenham um parâmetro de investimento, caso haja interesse em construir um produto similar ao apresentado. Vale destacar que não estão na planilha os custos

de energia e mão de obra (caso necessário), e que alguns componentes e peças adquiridos não foram utilizados em sua totalidade, porém, são considerados como investimento da pesquisa, por fazerem parte das aquisições e terem sido utilizados durante os testes funcionais.

Comparando a um fogão a lenha básico (nº 2), vendido por um valor médio de R\$ 700,00 (período da pesquisa), o custo total do protótipo teve um investimento aproximadamente 20% acima do fogão a lenha, porém, a vida útil do protótipo e as possibilidades de adequação em diferentes configurações prevalecem na análise comparativa.

A figura 17 a seguir, representa a estrutura do sistema com as dimensões aproximadas dos componentes, desenhadas no software SolidWorks. A montagem do conjunto considera os componentes selecionados para a configuração final, compreendendo os seguintes componentes: (1) suporte cocção, (2) suporte utensílios, (3) câmara de combustão, (4) pés.

Figura 17 – Representação do conjunto.



Fonte: Arquivo pessoal

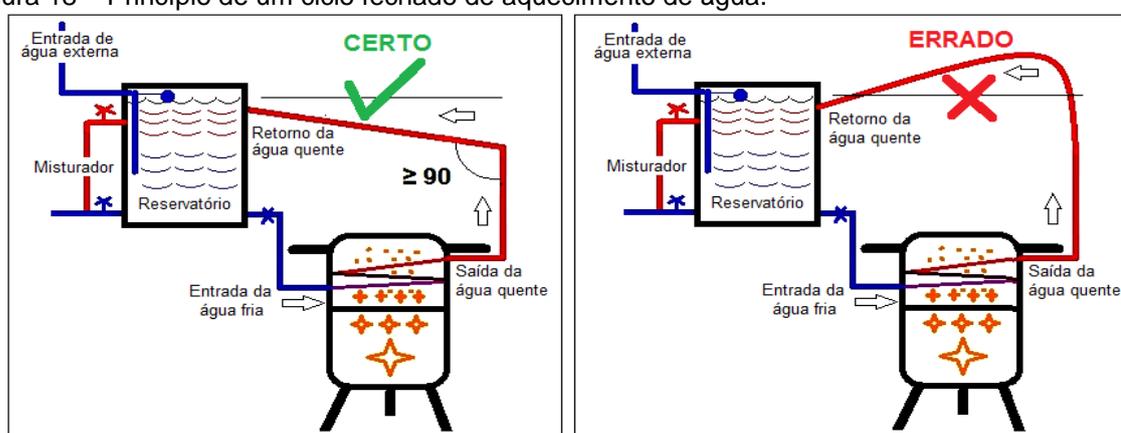
Para realização da modelagem virtual do sistema, foram medidas as peças já existentes e modeladas num software 3D para representar todo o conjunto, permitindo uma visão do protótipo final. O desenho das peças, subconjuntos e conjuntos se encontram nos apêndices.

Os testes de adequação do conjunto foram utilizados para as validações dos conceitos de usabilidade e observação de variáveis que poderiam ser reorganizadas e adaptadas no decorrer dos estudos.

A confecção do protótipo permitiu a realização de diversos testes. Um fator importante observado no estudo de cocção associado ao aquecimento hidráulico, é o controle de altura dos níveis da água entre os reservatórios e o sistema de cocção. Quando a água é aquecida, naturalmente sua densidade muda, resultando na circulação automática da rede hidráulica sem qualquer mecanismo de bombeamento elétrico/mecânico. Esta circulação é acionada somente pelas diferenças de densidade. Para que isto aconteça, é necessário um 'sistema fechado', fazendo com que a saída da água em temperatura ambiente, até o seu retorno novamente ao reservatório não seja interrompido por nenhuma formação de gases ou entrada de ar na rede.

Para evitar qualquer problema relacionado à entrada de ar ou formação de gases, deve-se observar que durante a montagem, o ponto mais alto do retorno da água quente não esteja acima do nível do reservatório, podendo ser $\geq 90^\circ$. Caso contrário, poderão haver interrupções do fluxo ou golfadas²³ no sistema. (FIGURA 18)

Figura 18 – Princípio de um ciclo fechado de aquecimento de água.



Fonte: Arquivo pessoal

A figura 18 apresenta o ciclo de aquecimento de água utilizando uma serpentina dentro da câmara de queima. Esta representação visual foi montada baseada nos testes funcionais realizados com o protótipo desenvolvido, onde buscou-se além do funcionamento do aquecimento de água, o controle de uso da água pós-aquecida.

Neste esquema, observa-se que a saída da água quente do misturador (registro vermelho) está um pouco abaixo do nível da entrada de água que vem do aquecedor

²³ Golfada – Jato de líquido expelido de uma única vez.

(tubulação vermelha). Esta diferença é necessária em virtude da densidade da água aquecida ser diferente em relação à água em temperatura ambiente. Por isso, a entrada de água fria na câmara de queima está posicionada na parte inferior do reservatório, e conseqüentemente, com a saída do duto no fundo do reservatório (tubulação azul).

3.1 Testes funcionais

Teste 1 – Sistema com fixação da serpentina externa.

No primeiro teste, foram organizados os componentes na forma clássica do projeto, fixando a serpentina de aquecimento da água ao redor da parte externa do corpo (FIGURA 19).

Figura 19 – Serpentina fixada externamente ao corpo do sistema



Fonte: Arquivo pessoal

Em relação à estrutura montada para o primeiro teste, foram usados pés de fogões a lenha descartados, fixados diretamente na base inferior do corpo, utilizando-se para isto uma peça igual à câmara da queima superior (FIGURA 20).

Figura 20 – Componentes da base de apoio do sistema.



Fonte: Arquivo pessoal

No primeiro teste, a abertura da câmara de queima estava posicionada na parte superior do sub-conjunto, porém, observou-se a necessidade de inversão dos componentes do corpo, por causa do controle da queima e pela dificuldade durante a montagem da lenha para o início do fogo. Como os elementos são simetricamente iguais, foi invertida a parte com o recorte da porta para a base de apoio conforme figura 21.

Figura 21 – Base de apoio do sistema montada.



Fonte: Arquivo pessoal

Esta alteração proporcionou melhor controle de queima da lenha já que, na configuração anterior ao teste, a câmara de combustão estaria com a porta de acesso muito acima da base de queima, dificultando a inserção de mais lenha durante a manipulação do sistema.

Na primeira intervenção foram observados somente o rendimento, no que diz respeito à calefação e cocção no sistema de aquecimento de água. Como ainda não estava concluída a estrutura de exaustão, a quantidade de fumaça gerada também foi percebida neste estágio, comprovando a necessidade de um elemento para auxiliar a saída dos fumos causados pela queima do combustível (madeira).

Os resultados obtidos não foram convincentes em relação ao calor gerado durante o processo. Foram necessários aproximadamente 20 minutos de combustão constante na câmara de queima para que houvesse uma pequena circulação de água.

O fenômeno das golfadas, citado anteriormente, esteve presente no primeiro teste de funcionamento do ciclo fechado realizado em uma piscina. Isto ocasionou diversas interrupções no fluxo da água, como também, praticamente em todas as tentativas deste teste, a inversão no sentido do fluxo da água quente.

Durante o primeiro teste os resultados apresentados motivaram uma mudança nas configurações do sistema. A princípio, a saída de calor do sistema estava condicionada ao corpo cilíndrico superior (em azul), porém, em virtude do mesmo ter uma abertura muito grande, não havia permanência de calor suficiente para aquecer a serpentina que estava enrolada ao redor do corpo de ferro fundido (FIGURA 22).

Figura 22 – Testes iniciais de aquecimento de água.



Fonte: Arquivo pessoal

Além deste agravante, o comprimento da tubulação de alumínio, após a serpentina, fazia com que o tempo entre a passagem pela serpentina e a saída da água quente fosse muito longo, fazendo com que houvesse um resfriamento parcial durante o percurso, reduzindo significativamente a velocidade de aquecimento, inviabilizando o funcionamento do sistema.

Outro fator que chamou a atenção foi a necessidade de muito calor para que a serpentina entrasse em funcionamento contínuo. Cada vez que havia reduções de calor na câmara de queima, o sistema parava de funcionar, iniciando uma inversão na direção da água quente.

Em relação aos aspetos ergonômicos foi observado que altura do conjunto, o equilíbrio e a distribuição do peso do sistema, atenderam aos padrões antropométricos e sendo também considerado esteticamente aceitável no primeiro teste funcional.

Teste 2 – Sistema com fixação da serpentina interna com entrada superior

No segundo teste, os componentes permaneceram na forma clássica do projeto, sem o sistema de exaustão, fixando a serpentina de aquecimento da água na parte interna do corpo (Figura 23).

Figura 23 – Serpentina fixada na parte interna do corpo.



Fonte: Arquivo pessoal

Nesta intervenção, os resultados foram significativos em relação ao primeiro teste. No primeiro minuto após o acendimento do fogo na câmara de queima, o sistema iniciou o processo de circulação da água pela variação de densidade.

A diferença principal em relação ao primeiro teste, foi a localização da serpentina de alumínio. Nesta intervenção, as chamas da câmara entraram em contato direto com a serpentina de alumínio, aquecendo a água na tubulação quase que instantaneamente, conforme registrado na figura 24. Esta velocidade de aquecimento se dá pelo fato do alumínio ter uma condutibilidade térmica alta em relação a outros materiais²⁴.

²⁴ O alumínio possui condutibilidades térmicas elevadas (4,5 vezes maior que o aço), além de resistência à corrosão por conter em sua superfície uma fina camada de óxido (Callister, 2008).

Figura 24 - Teste de aquecimento de água.



Fonte: Arquivo pessoal

Neste teste, a entrada e saída da serpentina ficaram na posição vertical, perpendicular em relação à chapa do corpo superior do sistema. Após o segundo teste, observou-se a necessidade de reposicionar os dutos de alumínio, já que os mesmos estavam com a entrada e saída acima do nível da serpentina, contrários à orientação da figura 17, necessitando assim, o estudo de uma nova possibilidade de intervenção.

Após o sistema está com a câmara de queima aquecida, a temperatura chegou a aproximadamente 50°C, aquecendo 15 litros de água em 10 minutos. O teste foi repetido 5 vezes para comprovação da temperatura e do tempo. Percebeu-se que, quando o calor diminuía, a velocidade de aquecimento também reduzia proporcionalmente.

Durante o segundo teste, além da medição do aquecimento de água, foi analisado a eficiência do sistema de cocção, dispondo algumas panelas de ferro fundido para o preparo de alimentos. Os dois recipientes foram aquecidos sem a necessidade de aumento de combustão, atingindo a temperatura desejada em aproximadamente 30 minutos (FIGURA 25).

Figura 25 - Teste de aquecimento de água e cocção de alimentos.



Fonte: Arquivo pessoal

Neste teste, a saída da fumaça foi direcionada aos furos menores do elemento superior do sistema (aro de rodado de caminhão). Essa situação dificultou a manipulação das painéis durante o cozimento dos alimentos, por causa do retorno da fumaça. Esta experiência levou à análise das relações entre o preparo de alimentos e as dificuldades oriundas deste ambiente 'enfumaçado', reforçando a necessidade da instalação de um duto de chaminé acoplado à câmara de queima do sistema.

Teste 3 – Sistema com fixação da serpentina em espiral no cano de exaustão.

No teste seguinte foram feitas novas experiências de cunho prático. Na figura 26 é possível acompanhar a adequação da estrutura de saída de gases e fuligens da câmara de queima. O elemento encontrado que possibilitou a confecção do duto de saída da fumaça e fuligens foi adquirido em uma das empresas de classificação e reciclagem.

Figura 26 – Adequação do duto de exaustão.



Fonte: Arquivo pessoal

Esta peça foi soldada a um flange (oriundo do carretel reutilizado no primeiro conceito de bancada), formando um subconjunto. Após isto, realizou-se uma abertura na câmara de queima para possibilitar a furação e fixação do flange no corpo, proporcionando assim, uma melhoria 'significativa' no que diz respeito ao uso do sistema de cocção, principalmente em ambientes fechados ou com pouca circulação de ar.

Além da adequação do sistema de exaustão, a serpentina foi reposicionada em formato de espiral ao redor do duto de saída da fumaça (FIGURA 27). Nesta tentativa, observou-se que deveriam ser tomados alguns cuidados durante o 'enrolamento' do tubo de alumínio da serpentina, pois poderiam sofrer dobras ou amassamentos, dificultando a passagem da água em circulação.

Figura 27 – Serpentina adaptada ao redor do duto de exaustão.



Fonte: Arquivo pessoal

As expectativas em relação ao espaço utilizado e a funcionalidade eram significativas, porém, após o início do acendimento da câmara, foram detectados problemas semelhantes aos encontrados no primeiro teste. Como a serpentina estava ao redor do duto, a maior área do tubo de alumínio estava exposta ao ar atmosférico, assim como a superfície da tubulação de alumínio estava com pouco contato com o duto de fumaça. As diferentes maneiras de posicionamento da serpentina, ao redor do duto, não modificaram os resultados. O tempo do início do aquecimento da água foi de 27 minutos.

Teste 4 – Sistema com fixação da serpentina em espiral abaixo do assoalho do sistema

A alteração do posicionamento da serpentina no teste 4, reposicionada ao fundo do sistema, foi analisada por constatar-se durante os testes anteriores, que a serpentina é o elemento do conjunto que mantém a temperatura mais alta entre os materiais que constituem o sistema. Este reposicionamento não comprovou a expectativa de eficiência no aquecimento, sendo que a circulação da água teve início após 8 minutos.

Após 30 minutos de atividade do teste, observou-se que a água circulava com certa lentidão, havendo uma demora no aquecimento do recipiente, atestando que a melhor alternativa seria posicionar a serpentina em contato direto com as chamas, e não com a transferência de calor por contato entre os materiais do sistema e serpentina.

Como a proposta do projeto foi desenvolver um sistema integrado de cocção e calefação, detectou-se a necessidade de se apresentar algumas alternativas que proporcionassem o uso facilitado e seguro do sistema, adequando-o aos usuários. Como resultado, partiu-se para a geração de alternativas por meio de materiais descartados e

de possível reuso. Após algumas análises, a estrutura inicialmente escolhida foi o resíduo de um carretel de cabeamento de energia.

O levantamento dos componentes que comporiam a estrutura de apoio e suporte dos objetos utilizados na atividade de cocção, consideraram a relação com o usuário no sentido de atender suas necessidades neste processo, levando em consideração sobretudo, as variáveis de temperatura do entorno. Esta interação pressupõe o uso de diversos artefatos de cozinha, como panelas e acessórios. A base de apoio, inicialmente concebida, caracteriza-se como uma mesa encaixada na estrutura, utilizando-se do próprio peso do tampo de madeira feito a partir do carretel, conforme figura 28 abaixo.

Figura 28– Primeira concepção dos apoiadores utilizando um carretel de madeira.



Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se que as hastes fixadoras das laterais do carretel foram aproveitadas como apoio do tampo após o recorte interno. As mesmas foram adequadas nos recortes ao longo do elemento superior (utilizado a partir de um aro de caminhão)

Em relação à área de manuseio para as tarefas de cocção, o sistema apresentou uma alternativa adequada, porém, em virtude do tampo ser de madeira, optou-se em buscar novas alternativas que não apresentassem riscos de combustão, pois a área de cocção poderia apresentar temperaturas elevadas durante o uso.

Partindo do princípio de ser um ambiente de aquecimento permanente, a alternativa considerada viável foi a de um apoio unicamente metálico, utilizando resíduos de ferro de construção. Após a aquisição de resíduos de ferro de construção em uma das empresas de reciclagem, iniciou-se o processo de dobramento das peças. O

problema encontrado nesta tentativa foi em relação às características plásticas deste material, que não permite realizar dobras com raios pequenos sem aquecimento prévio do mesmo, necessitando de um pequeno corte na parte interna do raio a ser dobrado. Este ‘enfraquecimento’ provocou a quebra, não sendo possível utilizá-lo. Assim, o ferro de construção foi substituído por barras lisas de aço carbono (FIGURA 29), sendo possível então, a dobra e adequação da segunda proposta de apoiadores.

Figura 29 – Desenvolvimento de apoiadores de aço



Fonte: Arquivo pessoal.

O resultado foi testado e aprovado, possibilitando o apoio de diferentes tipos de panelas (ferro fundido) sem alterar as características construtivas dos apoiadores e demonstrando segurança em relação à deslocamentos laterais involuntários. Esta segurança foi possibilitada pelos recortes feitos na estrutura de encaixe do aro de caminhão, que permitiram que os apoiadores se encaixassem e nivelassem horizontalmente os elementos, sem necessidade de fixações permanentes.

Esta configuração de estrutura está fundamentada nas proposições do DFD, sendo que as partes do conjunto foram desenvolvidas adotando o princípio de desmembramento dos elementos, facilitando assim, a montagem e desmontagem dos componentes. A estrutura montada, após a inserção dos apoiadores de aço, encerrou o ciclo de estudos em relação aos elementos constituintes do conjunto. Na figura 30 apresenta-se o conjunto com a indicação de origem das peças.

Figura 30– Conjunto com componentes e suas respectivas origens de reuso.



Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se nas imagens todas as peças que fazem parte do conjunto e os ambientes de pré-reciclagem, onde foram encontrados os componentes, os quais foram reutilizados para a confecção do protótipo.

Teste 5 – Sistema com fixação da serpentina interna com entrada lateral

Após analisar os resultados dos testes de 1 a 4, comprovou-se que a melhor alternativa para aquecimento inicial e fluxo de água, circulando constantemente no sistema, foi a apresentada no teste 2 (fixação da serpentina na parte interna da câmara de queima).

Iniciou-se, então, um estudo de alternativas para que, ao mesmo tempo em que a serpentina fosse adaptada ao sistema, não ocupasse o espaço disponível para o acondicionamento dos utensílios de cocção. O teste foi realizado com a abertura de dois orifícios na lateral da câmara superior, onde a tubulação de entrada e saída da serpentina fossem passadas. A entrada e saída da serpentina, na câmara de queima, foram feitas em níveis/alturas diferentes, possibilitando que a água, em temperatura ambiente, estivesse abaixo da saída da água aquecida. Esta alteração proporcionou o enrolamento da serpentina em forma de espiral ascendente até o orifício de saída. (FIGURA 31)

Figura 31 – Adequação da serpentina interna com acesso lateral.



Fonte: Arquivo pessoal

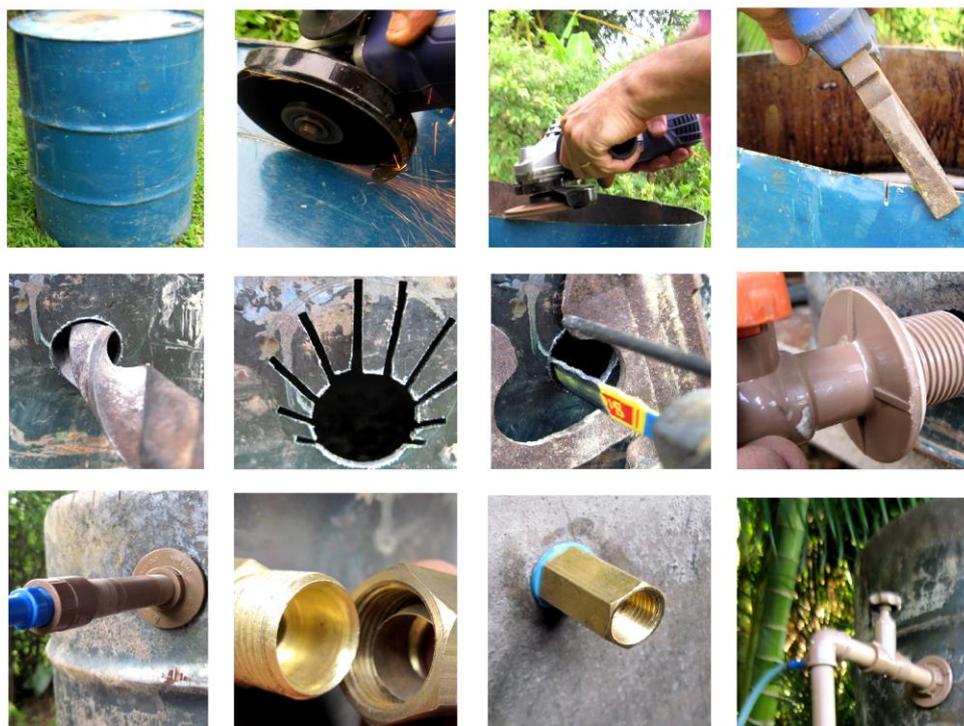
Ao final da montagem, foi colocada uma chapa em cima da estrutura, permitindo que o sistema de aquecimento de água não interferisse no uso do conjunto, tanto para calefação como cocção.

Os testes realizados repetiram os resultados do segundo teste (com a serpentina posicionada na parte interna) chegando, em algumas cronometragens, a ter fluxo constante em aproximadamente 2 minutos após o início do ciclo de aquecimento. Foram realizadas 5 cronometragens, que levaram aproximadamente 8 minutos para aquecer um recipiente de 15 litros. Uma média de 1,87 minutos/litro (108 segundos/litro).

Teste 6 - Instalação do reservatório de água e funcionamento completo do sistema de aquecimento

Após os testes e a escolha da localização da serpentina, iniciou-se a construção do reservatório. Para o reservatório de água, foi adquirido um tambor de aço em uma empresa de reciclagem de materiais, com capacidade de 200 litros. O mesmo foi cortado na extremidade superior utilizando um disco de corte. Posteriormente foram realizados pequenos cortes de aproximadamente 2 centímetros em toda a extremidade do tambor, em seguida foram dobradas com uma alicate, possibilitando o encaixe da parte recortada anteriormente e aproveitada como tampa do reservatório (FIGURA 32).

Figura 32 - Construção do reservatório de água.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a instalação dos registros de entradas e saídas de água (quente e fria) foram realizados furos com brocas de aço rápido, que possibilitassem a entrada de uma serra tico-tico em locais definidos, de acordo com a necessidade de circulação do sistema, explicados anteriormente na figura 17 dos estudos conceituais. Os elementos que fizeram parte da montagem final do reservatório foram adquiridos em lojas de materiais de construção e empresas do ramo de instalações pneumáticas e hidráulicas.

Para as entradas e saídas de água fria, foram instalados flanges plásticos nos furos recortados do tambor e, posteriormente, encaixados os encanamentos (curvas e tubos de 25 mm). Para o controle de fluxo de água também foram utilizados registros de material plástico sendo que, para uma instalação permanente futura, recomenda-se a instalação de um registro de metal na saída da água quente.

Na entrada de água fria, foi instalada uma bóia de nível. Na entrada de água aquecida, que retorna da serpentina, foi instalada uma luva de latão de ½ polegada, adaptada diretamente no tubo de alumínio que conduz a água até o reservatório. Esta luva de latão se fez necessária em função das altas temperaturas da água que retorna ao reservatório (FIGURA 33).

Figura 33 - Componentes do reservatório de água.



Fonte: Arquivo pessoal.

A partir da conclusão do reservatório o sistema foi montado para o teste do conjunto completo com as funções de cocção, calefação e aquecimento de água (FIGURA 34).

Figura 34 – Teste de funcionamento completo do sistema.



Fonte: Arquivo pessoal.

Nesta etapa, foi cronometrado o tempo de aquecimento da água dentro do reservatório (à esquerda na figura 34) desde o princípio do acendimento, da circulação contínua da água aquecida e da temperatura durante o período de funcionamento do sistema, assim como, os dos componentes e as variações de temperatura da água.

Durante o teste não foram consideradas variáveis de perda de temperatura, ocasionadas pelo ambiente aberto em que o sistema se encontrava. O experimento propõe aplicações reais, nas quais as possibilidades de adequação de ambientes, com isolamento térmico, podem ser nulas ou sem solução. Uma das considerações diz

respeito a grupos de usuários com poucos recursos materiais. Nestas condições, as possibilidades de 'perda' na temperatura do sistema pode ser considerada.

No início do experimento, a temperatura inicial da água no reservatório estava em 26°C (FIGURA 35). Após 2 minutos, do início do acendimento, os dois sistemas iniciaram a circulação provocada pelo aquecimento da água na serpentina, apresentando os mesmos dados iniciais do teste 5.

Figura 35 – Coleta e controle das temperaturas da água.



Fonte: Arquivo pessoal.

Os dados registrados evoluíram de acordo com o período em que o sistema foi estabilizando a temperatura dos componentes. A média de entrada no reservatório foi de 64°C, chegando a registrar picos de 74°C após 30 minutos. A temperatura superficial da água no reservatório ficou em 53°C após 1 hora de funcionamento.

O corpo que constitui a câmara de queima atingiu uma média de temperatura de 125°C e a temperatura média na região dos apoiadores registrou 38°C (FIGURA 36).

Figura 36 – Coleta e controle das temperaturas dos componentes do corpo.



Fonte: Arquivo pessoal.

Após os diferentes testes, adequação e finalização das atividades de validação, foram elaborados relatórios concernentes ao conteúdo, medições, complementos e resultados finais, etapa relacionada à meta 6. Pela análise final dos testes, comprovou-se que os as atividades de cocção e calefação atenderam plenamente suas funções em praticamente todos os testes.

Quanto ao sistema de aquecimento de água, foram realizados diversos testes experimentais para determinar a melhor configuração de montagem para gerar a quantidade suficiente de água pelo sistema (TABELA 5).

Tabela 5 – Resultados dos testes de aquecimento de água.

Teste	Posição da Serpentina	Início do aquecimento*	Tempo de aquecimento*	Volume aquecido
1	Externo / corpo	20 minutos	30 minutos	15 litros
2	Interna/câmara	1 minuto	8 minutos	15 litros
3	Externo / chaminé	27 minutos	40 minutos	15 litros
4	Fundo do sistema	8 minutos	45 minutos	15 litros
5	Interno da câmara	30 segundos	8 minutos	15 litros
6	Teste com reservatório	2 minutos	6 horas	150 litros

Fonte: primária

No final dos testes, as configurações que demonstraram melhor disposição foram consideradas satisfatórias, e os materiais de reuso aplicados na estrutura do sistema forneceram resistência adequada para a finalidade que lhes fora destinado. (FIGURA 36)

4 ANÁLISE ERGONÔMICA

De uma maneira geral, a ergonomia aborda sistemicamente todas as atividades humanas. A origem do termo parte da derivação Grega, *Ergon* (Trabalho) *nomos* (Normas, Regras e Leis). A ergonomia se encontra dividida em três domínios de especialização, que são: Ergonomia Física, Cognitiva e Organizacional; em ambos domínios, a ergonomia trata da interação que existe entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), a ergonomia visa adequar sistemas de trabalho às características das pessoas que nele trabalham tendo em conta a melhoria do desempenho e qualidade de trabalho associados com a segurança.

Na ergonomia física se encontra uma abordagem específica ligada ao desenvolvimento deste trabalho. A preocupação está, basicamente, em analisar as maneiras em que a aplicabilidade da ergonomia, interligada com a norma regulamentadora que estabelece os parâmetros das condições de trabalho (NR-17), poderá contribuir para o desenvolvimento de um produto/dispositivo que venha atender as exigências em relação à saúde do trabalhador/usuário. A ergonomia física está diretamente relacionada à anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica. “Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto do posto de trabalho, segurança e saúde” (ABERGO, 2007).

De maneira geral, a Ergonomia aborda a observação e a intervenção nas estruturas de interação entre os seres humanos e suas atividades cotidianas e profissionais, buscando adaptá-las adequadamente aos usuários. Aplicada ao design, visa estabelecer princípios de usabilidade funcionais, de maneira que as interações entre usuário e objeto não provoquem sensações de conflito funcional ou operacional.

Neste sentido o design de interação traz a usabilidade para dentro do processo de design, propondo o desenvolvimento de produtos que sejam “fáceis de usar, agradáveis de utilizar e eficazes – sempre na perspectiva do usuário”. (PREECE, J. *et all*, 2005, p. 24).

Como meta de usabilidade, considera-se a eficácia no uso, a eficiência no uso e a segurança, fácil de aprender e de lembrar como se usa. As metas decorrentes da experiência do usuário focam na eficiência e produtividade do trabalho, sendo que, assim, o design preocupa-se, cada vez mais, com a concepção de sistemas que sejam satisfatórios, agradáveis, divertidos, interessantes, úteis, motivadores, esteticamente apreciáveis, incentivadores da criatividade, compensadores e emocionalmente adequados (PREECE, J. *et all*, 2005).

No desenvolvimento do sistema de cocção, a interação está relacionada com a manipulação do artefato desde a sua construção até o uso no ambiente doméstico e/ou comercial, considerando que pode ser utilizado em diversas situações, como mostra a figura 37.

Figura 37 –Sistemas de cocção em usos comerciais e residenciais



Fonte: Arquivo pessoal.

As preocupações relativas a ergonomia, permearam todo processo, sendo que o protótipo foi construído pelo pesquisador, utilizando ferramentas manuais e realizando testes de funcionamento do sistema que objetivaram detectar os aspectos relacionados a ergonomia, antropometria e interação do usuário com o objeto de uso.

4.1 A intervenção ergonômica.

De acordo com Moraes (2009), a intervenção ergonomizadora pode se dividir nas seguintes etapas: Apreciação ergonômica; Diagnose Ergonômica; Projetação Ergonômica; Avaliação, validação e/ ou testes ergonômicos; Detalhamento

ergonômico. Na pesquisa desenvolvida, algumas etapas destacadas por Moraes (2009) foram aplicadas no sistema de cocção, como a apreciação e a diagnose ergonômica, as quais foram mapeadas durante o uso, no intuito de detectar as tarefas humanas relacionadas com o manuseio do sistema e os possíveis pontos de interação com os usuários relacionados aos quesitos posturais na manipulação dos elementos funcionais do sistema de cocção e calefação.

Mediante os dados observados foram diagnosticadas as características construtivas do sistema. A intenção, nesta etapa, não foi de validar ou não o sistema, mas observar possíveis alternativas de adaptação dos elementos constituintes do mesmo, instigando possíveis arranjos futuros.

A validação da estrutura ou do teste ergonômico está vinculada aos perfis de usuários que manipulam o objeto, que nesta pesquisa é destacado pelo sistema de cocção. Importante evidenciar que o objetivo desta pesquisa não é abordar fatores ergonômicos de cunho produtivo, e sim, as atividades que compõem o uso do sistema integrado. A partir do mapeamento, foram vistos os quesitos ergonômicos para uma ação corretiva nos pontos que mais representam as necessidades de intervenção. Nesta fase do desenvolvimento, as atenções foram direcionadas para a diagnose ergonômica, empregando-se uma análise macroergonômica e/ou a análise do SHTM²⁵ (MORAES, 2009, p. 80).

A evolução de todas as etapas do desenvolvimento do protótipo foram registradas por meio de fotografias e vídeos complementares (recursos que acompanharam o banco de imagens desde o início do projeto).

A observação explorou as habilidades do usuário nas diferentes tarefas que cercam o uso de um objeto. Neste caso, as análises exploram os espaços dimensionais e posturais do sistema de cocção e calefação desenvolvido, principalmente a superfície de trabalho²⁶.

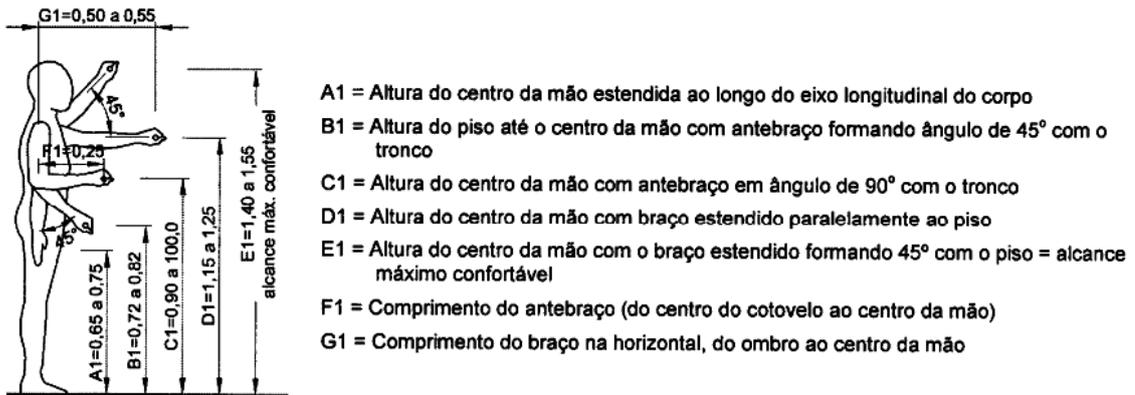
Para a análise postural do sistema, foram utilizadas as referências da ABNT NBR 9050 - Acessibilidade a espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos (FIGURA 38).

A critério de informação, todas as representações métricas (ergonômicas ou antropométricas) nas figuras estão em centímetros.

²⁵ SHTM – Sistema - Homem –Tarefa - Máquina

²⁶ Superfície de Trabalho: Área para melhor manipulação, empunhadura e controle de objetos (ABNT NBR 9050/Definições/Item 3.39).

Figura 38 – Alcance manual frontal – Pessoa em pé.

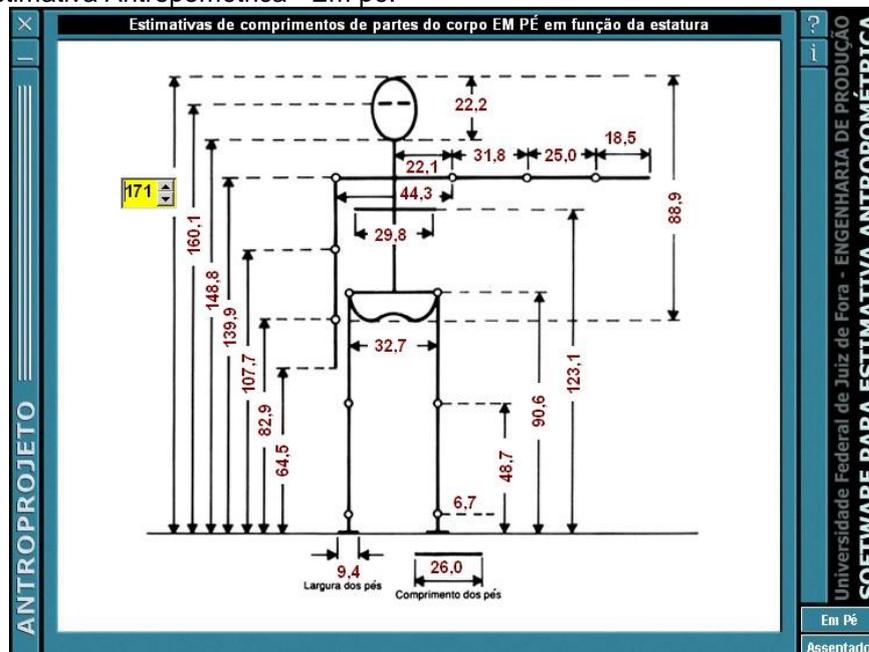


Fonte: ABNT NBR-9050 - Acessibilidade a espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos.

Esta norma visa estabelecer critérios e parâmetros técnicos a serem observados no projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade.

Para as atividades em que não são realizadas pesquisas investigativas na população usuária dos ambientes, podem ser utilizados softwares de predição de medidas do corpo baseadas na estatura do indivíduo (FIGURA 39).

Figura 39 - Estimativa Antropométrica - Em pé.



Fonte: Software ANTRPROJETO (Universidade Federal de Juiz de Fora)

Como base de referência para a determinação dos valores utilizados nesta pesquisa utilizou-se, além software ANTRPROJETO, as medidas antropométricas,

levando em consideração o percentil 95% para os homens com altura 183,5 cm, o percentil 5% com 160 cm e o percentil 50% com 171 cm, segundo Couto (1995, p.184).

De acordo com o desenvolvedor do ANTROPROJETO, esse *software* permite ao usuário determinar, a partir do conhecimento da estatura de um indivíduo, suas demais dimensões corporais. Duas condições posturais são consideradas: indivíduo "em pé" e "sentado". As estimativas dimensionais são baseadas nos trabalhos de Contini e Drillis (1966).

Para determinar as análises do sistema foram inseridos os dados de referência em relação à estatura de uma pessoa com 171 cm. As medidas de referência para a determinação das dimensões da bancada foram adotadas utilizando uma média em relação de referências. A nova proposta deve levar em consideração os dados antropométricos da tabela 6.

Tabela 6 - Regulagens dos percentis utilizados no sistema.

MEDIDA	Média (50%)	5%	95%
Altura	171 cm	160 cm	183,5 cm
Xifóide	123,1 cm	115,2 cm	132,1 cm
Cotovelo	107,7 cm	100,8 cm	115,6 cm
Púbis	90,6 cm	84,8 cm	97,26 cm

Fonte: Primária

4.2 A importância da ergonomia no manuseio de objetos

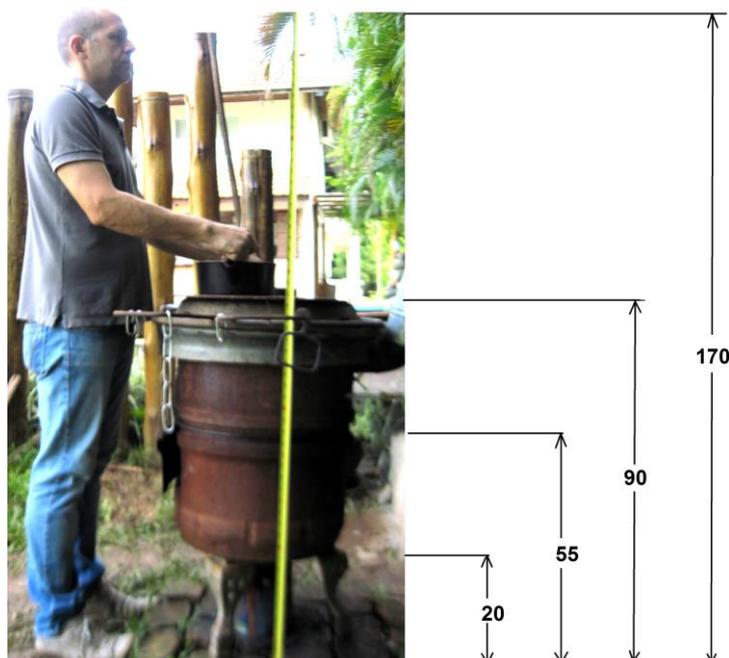
As relações entre a postura, conforto e qualidade nas atividades constituem algumas das características que definem as dimensões dos objetos que são fabricados, seja para uma simples tarefa rápida ou atividades realizadas por determinados períodos de tempo como dirigir um veículo, cortar gramas, cozinhar, assistir TV, etc.

“Ergonomia é o estudo científico, da relação entre o homem, seus meios, métodos e espaços de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar em uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida”. Conceito da International Ergonomics Association (IEA). (Marelli, Web, 2015)

Tratando-se especificamente do uso de sistemas de cocção, foram consideradas as características relacionadas ao uso de mobiliário e suas delimitações de espaço. De acordo com Grandjean (1998), em trabalhos essencialmente manuais de pé, as alturas recomendadas são de 5 a 10 centímetros abaixo da altura dos cotovelos. A altura dos cotovelos deve ser medida do chão até a parte inferior do cotovelo com o braço na posição vertical.

Na figura 40 a seguir, são destacadas as posturas de uso comum do sistema e a altura da superfície de trabalho em que as principais atividades serão exercidas. Esta altura em especial, é resultado da montagem dos elementos integrantes do conjunto, que ficou com aproximadamente 90 centímetros do piso até a superfície de trabalho.

Figura 40 – Análise postural do sistema.



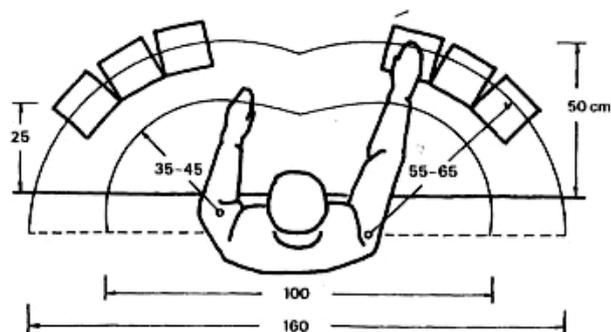
Fonte: Arquivo pessoal.

As dimensões da estrutura podem ter variações de medidas, pois dependerá sempre dos elementos a serem utilizados no conjunto ou do fabricante dos componentes do produto principal²⁷.

Em relação ao campo de atividade na superfície de trabalho, foram analisadas as dimensões do raio de manuseio dos utensílios.

²⁷ Produto principal: Elemento utilizado na montagem do corpo e que caracteriza a câmara de queima do sistema.

Figura 41 – Espaço de prensão horizontal nas superfícies de trabalho.



Fonte: Grandjean (1998, p.59).

Quanto ao uso funcional da superfície de trabalho, percebe-se na figura 42, que não existem desvios significativos da postura de trabalho em pé, permanecendo o tronco reto, com uma leve inclinação de pescoço para o acompanhamento visual da atividade.

Figura 42 – Espaço de prensão horizontal nas superfícies de cocção.



Fonte: Arquivo pessoal.

Em relação ao espaço de prensão, nota-se que as atividades registradas atendem ao indicado, proporcionando a movimentação dos membros superiores sem barreiras que impeçam o usuário de realizar suas tarefas. As medidas indicadas na figura 42 estão em centímetros.

De acordo com os testes ergonômicos, a estrutura do sistema apresentou dimensões satisfatórias no que diz respeito às posturas e possibilidades de uso dos elementos. O objetivo dos registros ergonômicos foi expor por meio de imagens um paralelo das citações referenciadas por MORAES.

RELATÓRIO CONCLUSIVO

A pesquisa de Mestrado Profissional em Design intitulada '**Desenvolvimento de produtos a partir do reuso de materiais metálicos descartados**' investigou, identificou e desenvolveu um protótipo de um sistema de cocção, calefação e aquecimento de água, a partir da reutilização de materiais metálicos descartados.

No decorrer da pesquisa foram levantados os tipos de resíduos e suas características, a fim de selecionar um componente que apresentasse condições passíveis de reuso para a construção de um protótipo. Além da investigação dos materiais, foram levantados os processos construtivos passíveis de reutilização, assim como a viabilidade técnica.

Apoiado nas referências teóricas e metodológicas relacionadas à sustentabilidade e design, desenvolveu-se um estudo conceitual do sistema com uma proposta que demonstrasse à pesquisadores e estudantes das áreas do Design, possibilidades e alternativas ambientalmente amigáveis possíveis de serem realizadas utilizando o reaproveitamento de resíduos.

A investigação resultou no desenvolvimento do protótipo de um sistema de cocção, calefação e aquecimento de água por meio de combustão que, após ser submetido a inúmeros testes experimentais, gerou resultados positivos. Estes resultados foram disponibilizados em forma de memorial descritivo de fabricação à pesquisadores e comunidade em geral por meio de publicações e no *blog* (<http://meureuso.blogspot.com.br/>).

Na confecção do protótipo foram utilizadas ferramentas, máquinas e equipamentos de uso portátil. A intenção foi possibilitar a construção do sistema por qualquer pessoa que tivesse acesso às ferramentas e máquinas de uso doméstico, ou confeccionado por profissionais de pequenas oficinas mecânicas e metalúrgicas, sem necessitar de contratação de uma empresa especializada. Poucos componentes tiveram necessidade de intervenções de soldagem. O conjunto pôde ser produzido com uso de furadeiras manuais, serras, martelos, lixadeiras, etc.

A opção pelo desenvolvimento do protótipo em um ambiente distante de um panorama industrial, justificou-se pela intenção de inseri-lo o mais próximo possível das condições em que o sistema poderia ser utilizado, ou seja, locais com pouco

acesso às tecnologias ou com recursos escassos de abastecimento de gás e eletricidade, necessitando de soluções de baixo impacto ambiental com o mínimo de investimento, porém oferecendo conforto e qualidade de vida.

Durante a realização da pesquisa, foi relevante o apoio de algumas empresas contatadas, sobretudo quando tomaram ciência do objetivo de desenvolver um produto a partir do reuso de materiais metálicos descartados. Após a apresentação dos objetivos, as mesmas se propuseram a apoiar, caso seus resíduos de materiais gerados em seus parques fabris fossem escolhidos para a investigação e desenvolvimento de algum produto.

Como o produto escolhido para a proposta foi o tambor de freio, a empresa Transtusa S.A colocou-se à disposição, por meio da gerencia de manutenção, em doar os elementos necessários e solicitados para a pesquisa (ANEXO1). As empresas de classificação e reciclagem de materiais justificaram que seus ramos de negócios não ofereciam 'margens' para doações de materiais, sendo necessária, por parte do pesquisador, a compra de todos os resíduos que foram utilizados na pesquisa.

Os materiais complementares, como tubulação de alumínio, conectores, acessórios hidráulicos e demais consumíveis utilizados, foram elementos de fácil localização e de fácil aquisição em ambientes de comércio, salvo, as conexões de latão utilizadas para a circulação de água quente. Os acessórios encontrados comercialmente são utilizados para circuitos pneumáticos e hidráulicos de indústrias, não existindo uma linha específica de materiais metálicos para tubulações de água quente, necessitando assim de adequações para a montagem do sistema hidráulico da circulação de água do protótipo construído.

Nas intervenções práticas, foram registrados e documentados os testes funcionais, cuja atenção esteve voltada principalmente, ao sistema de aquecimento de água, cuja finalidade é complementar à cocção e calefação. As premissas que antecederam ao funcionamento da rede hidráulica por densidade, partiu do princípio que a água quente só iria circular no sistema se o processo de combustão e geração de calor na câmara de queima fosse suficiente para aquecer a serpentina posicionada junto à mesma, assim, atingindo a temperatura para desenvolver as atividades de cocção (cozimento de alimentos) e calefação.

Posteriormente foi desenvolvida a estrutura que envolve a interação do sistema com o usuário, considerando as relações de uso na atividade de cocção, em que se utiliza diversos objetos e utensílios. Foram concebidos apoiadores de panelas, porta objetos, reservatório de água, coletor de cinzas. Foram consideradas as premissas ergonômicas e a segurança operacional do sistema.

Conclui-se que criação de novos artefatos para solução de problemas, a partir do reuso de materiais descartados, é uma possibilidade clara e necessária. A consciência sustentável pode transformar os ambientes melhores de viver. Este projeto alavanca diferentes olhares em relação aos conceitos de sustentabilidade, provocando novas pesquisas e aprofundamentos na área. Acredita-se que será possível, em uma próxima intervenção, analisar a eficiência do sistema comparando os diferentes recursos e diferentes fontes de energia, além de realizar uma imersão com os usuários para validar a usabilidade e níveis de interação, a fim de aprimorar aspectos de uso e montagem.

O manual construtivo será disponibilizado posteriormente na internet e divulgado em eventos científicos, visando o compartilhamento e aprimoramento do sistema.

Figura 43 – Montagem final do conjunto.



Fonte: Arquivo pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE, Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3256.pdf>. Acesso em 16 11 2014.

ABERGO - Disponível em:

http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia Acesso em 03 02 2015

AMARAL, Daniel Capaldo... [et al.] – **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo. Saraiva, 2006.

ANTROPROJETO - Software para estimativas antropométricas - Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2003.

Associação Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI). Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/abdi/publicacao/engin>>. Acesso em 17 10 2006.

BAXTER. Mike Projeto de Produto – **Guia Prático Para o Design de Novos Produtos** – Blucher, 2000

BONSIEPE, Gui. **Design como prática de projeto**. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. Disponível em: - <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2013/08/politica-nacional-de-residuos-solidos-completa-3-anos> acesso em 07 06 14.

BRIAN, Edwards. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Gráficas 92, 2005.

CALLISTER Jr., Willian D., 1940 – **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**; tradução Sérgio Murilo Stamine Soares – Rio de Janeiro: LTC; 2008.

CARROCERIAS PALMEIRA - Disponível em: <http://www.carropalmeira.com.br/>. Acesso em 15 02 2015

CELESC - Companhia de Eletricidade de Santa Catarina - Disponível em: <http://novoportal.celesc.com.br/portal/index.php/noticias/1137-banho-de-energia-no-globo-rural>. Acesso em 16 11 2014.

CENTRO RUI BIANCHI - - Disponível em: http://www.centroruibianchi.sp.gov.br/usr/share/documents/ABNTNBR9050_2004Vc_2005.pdf. Acesso em 08 02 2015.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica - Processos de Fabricação e Tratamento**. 8ª ed. São Paulo: Pearson - Prentice Hall, 2000.

CONSUMO SUSTENTÁVEL. Disponível em: http://www.consumosustentavel.gov.br/wp-content/uploads/A-evolu%C3%BE%C3%92o-do-consumo-no-Brasil-e-o-CS_artigo-Coleciona.pdf. Acesso em 09 11 2014

CORETRANS – Disponível em: <http://www.coretrans.com.br/prod.html>. Acesso em 13 06 2014

COSTA JÚNIOR, J. 2007. Design sustentável e mercado de consumo. Revista Eco 21. Rio de Janeiro, n.130, set. 2007.

DURAMETAL. Disponível em: <http://www.durametal.com.br/index.php?lang=ptbr>. Acesso em 20 02 2014

ECO 21 - Disponível em: In:<<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1617>>, Acesso em 02 03 2013.

ESTADOS E CAPITAIS DO BRASIL. Disponível em: <http://www.estadosecapitaisdobrasil.com/regiao-sul.php>. Acesso em 09 08 2014
FURGÕES JOINVILLE, Disponível em: <http://www.furgoesjoinville.com.br/>. Acesso em 15 02 2015.

G1 – Disponível em: <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/11/323-dos-municipios-brasileiros-tem-coleta-seletiva-de-lixo-diz-ibge.html>. Acesso em 17 02 2015

GERDAU. Disponível em: <http://www.gerdau.com.br/>. Acesso em 13 04 2014
GRANDJEAN, Etienne. Manual de **Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

IBGE | Séries Estatísticas & Séries Históricas. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=PD232>. Acesso em 06 02 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – Frota do Brasil. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php>. Acesso em 31/07/2014
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – O relevo brasileiro. Disponível em: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/relevo-e-clima>. Acesso em 16 11 2014

KASPER, Christian Pierre, 2009. Além da função, o uso. Revista ARCOS DESIGN. Rio de Janeiro, n. 5, dez. 2009

LESKO, Jim. Design industrial: Materiais e Processos de Fabricação. São Paulo: E. Blucher, 2004.

MANZINI, E.; Vezzoli, C. 2010. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: EDUSP.

MARELLI. Disponível em: <http://www.marelli.com.br/ergonomia>. Acesso em 25 05 15

MEDEIROS, E. N. Uma Proposta de Metodologia para o Desenvolvimento de Projeto de Produto. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, Tese de Mestrado, 1981.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – Responsabilidade Social. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/publicacoes/responsabilidade-socioambiental/category/90-producao-e-consumosustentaveis?download=937:plano-de-acao-para-producao-e-consumo-sustentaveis-volume-ii>. Acesso em 10 11 2014

MORAES, Anamaria e. – ERGONOMIA – Conceitos e Aplicações. Anamaria de Moraes, Cláudia Mont’Alvão – Rio de Janeiro, 2009.

MORRIS, Richard. Fundamentos de Design de Produto. Porto Alegre: Bookman, 2010.

PLANALTO. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 07 06 14.

PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – Versão Preliminar para Consulta Pública – Ministério do Meio Ambiente. Acesso em setembro, 2011.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. *Design de interação: além da interação homem-computador.* Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

SENADO – Do ecodesenvolvimento ao conceito de desenvolvimento. Disponível em :<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/temas-em-discussao-na-rio20/ecodesenvolvimento-conceito-desenvolvimento-sustentavel-relatorio-brundtland-onu-crecimento-economico-pobreza-consumo-energia-recursos-ambientais-poluicao.aspx>. Acesso em 16 11 2014

SENAI - Disponível em:http://www.senai.br/portal/br/institucional/snai_his.aspx acesso em 03 03 2014.

WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem. **Soldagem: Processos e Metalurgia.** 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

WIKIPEDIA. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Joinville>. Acesso em 04/07/2014

Referências das imagens utilizadas na análise morfológica:

<http://gallery.oldholden.com/Afreakin+Sam/album267/3/>, Acesso em 11 03 2014

<http://jerrystoys.wordpress.com/2012/03/07/barrel-brake-drum-portable-forge/>. Acesso em 11 03 2014

<http://mbecovilas.files.wordpress.com/2011/06/manual-aquecedor-asbc.pdf> . Acesso em 11 03 2014

<http://www.4wdaction.com.au/forum/viewtopic.php?f=39&t=115150&p=1430619>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.daubstuff.com/tag/brake-drum-stove/>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.ebay.com.au/itm/pot-belly-wood-heater-shed-outdoor-truck-brake-drum/271418636986>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.garagejournal.com/forum/showthread.php?t=224963&showall=1>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.marlinowners.com/forum/wilderness-living-survivalists-making-do/25646-dutch-oven-question.html>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.tradingpost.com.au/House-and-Garden/Outdoors/BBQ-and-Outdoor-Cooking-/Outdoor-Pot-Belly-Wood-Heater/Hoppers-Crossing/VIC/AdNumber=TP005488806>, Acesso em 11 03 2014

<http://www.treehugger.com/gadgets/build-mini-rocket-stove-upcycled-tin-cans.html>, Acesso em 21/03/2014
<http://www.firespeaking.com/>, Acesso em 21/03/2014

ANEXOS

ANEXO A – Termo de doação de sucatas – Transtusa.

ITEM Nº		DESCRIÇÃO DO MATERIAL	MATERIAL RETORNADO		
ITEM Nº	DATA	RECEBIDO POR			
1		→ 5 sacos madeira (sucata)	1		
		→ 5 tambores de feio (sucata)	2		
2			3		
3			4		
4			5		
5			6		
6					

Transtusa
 DE: Almoxarifado PARA: SEGURANÇA DATA: 09, 05, 14

SAÍDA COM RETORNO
 SAÍDA SEM RETORNO

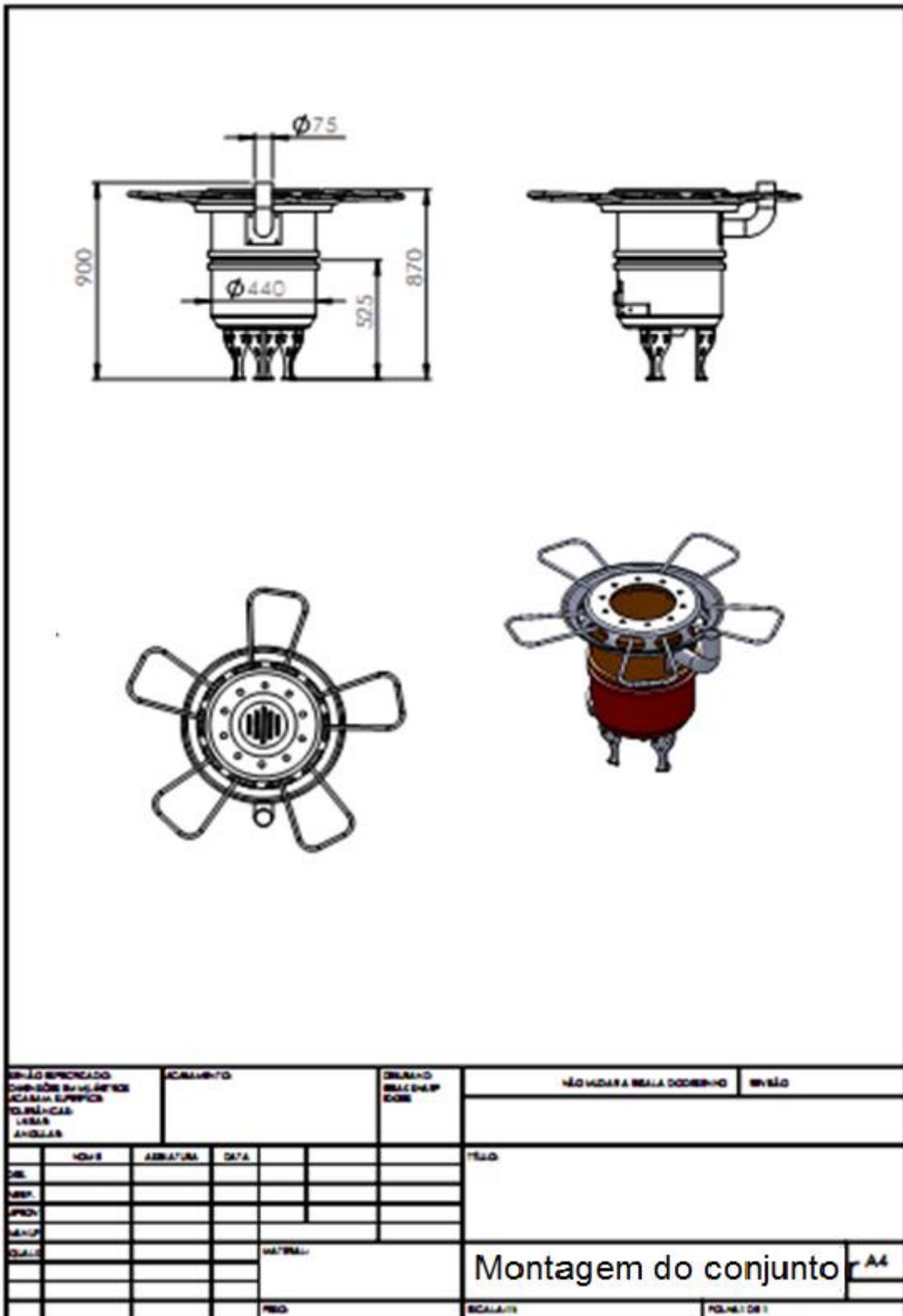
AUTORIZO A SAÍDA DE ITENS ACIMA
 RELACIONADOS PARA: Doação Univille
 AUTORIZADO POR: _____

OBS: Doação

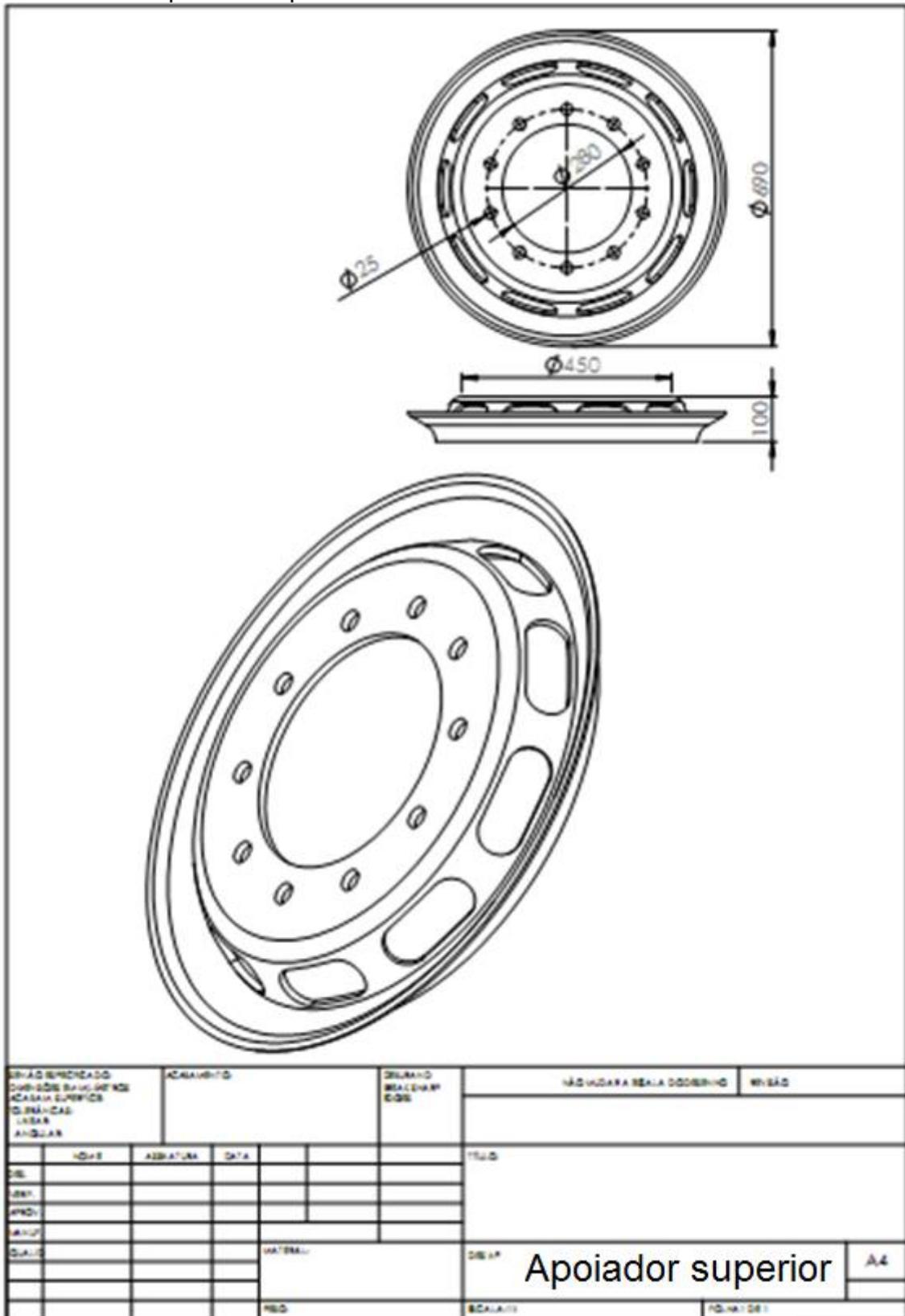
10 bis 2x50 WSI - Work (47) 3441-8000 - 11/2012 - Cód. 50181

APÊNDICES

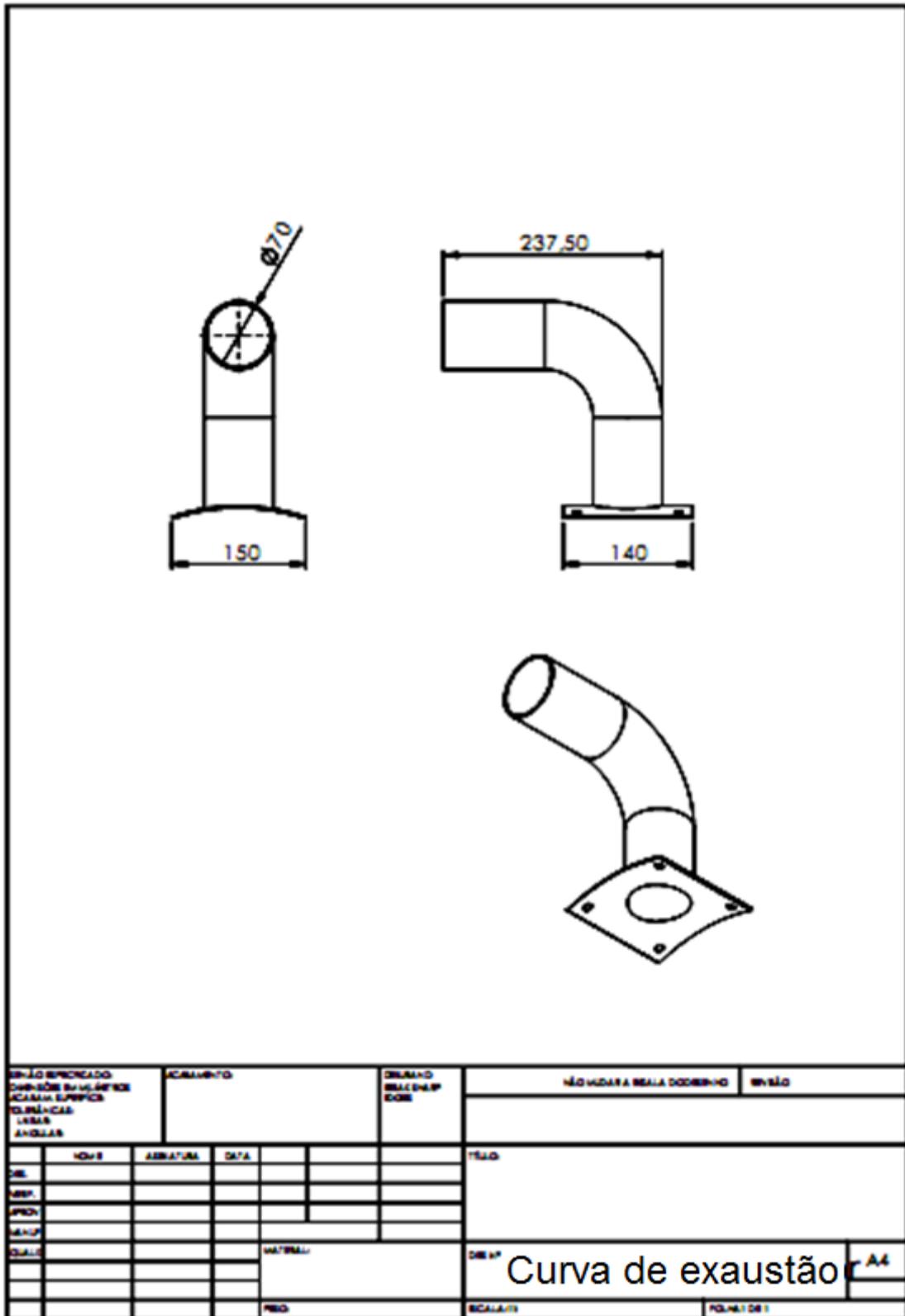
APÊNDICE A – Dimensões principais do conjunto.



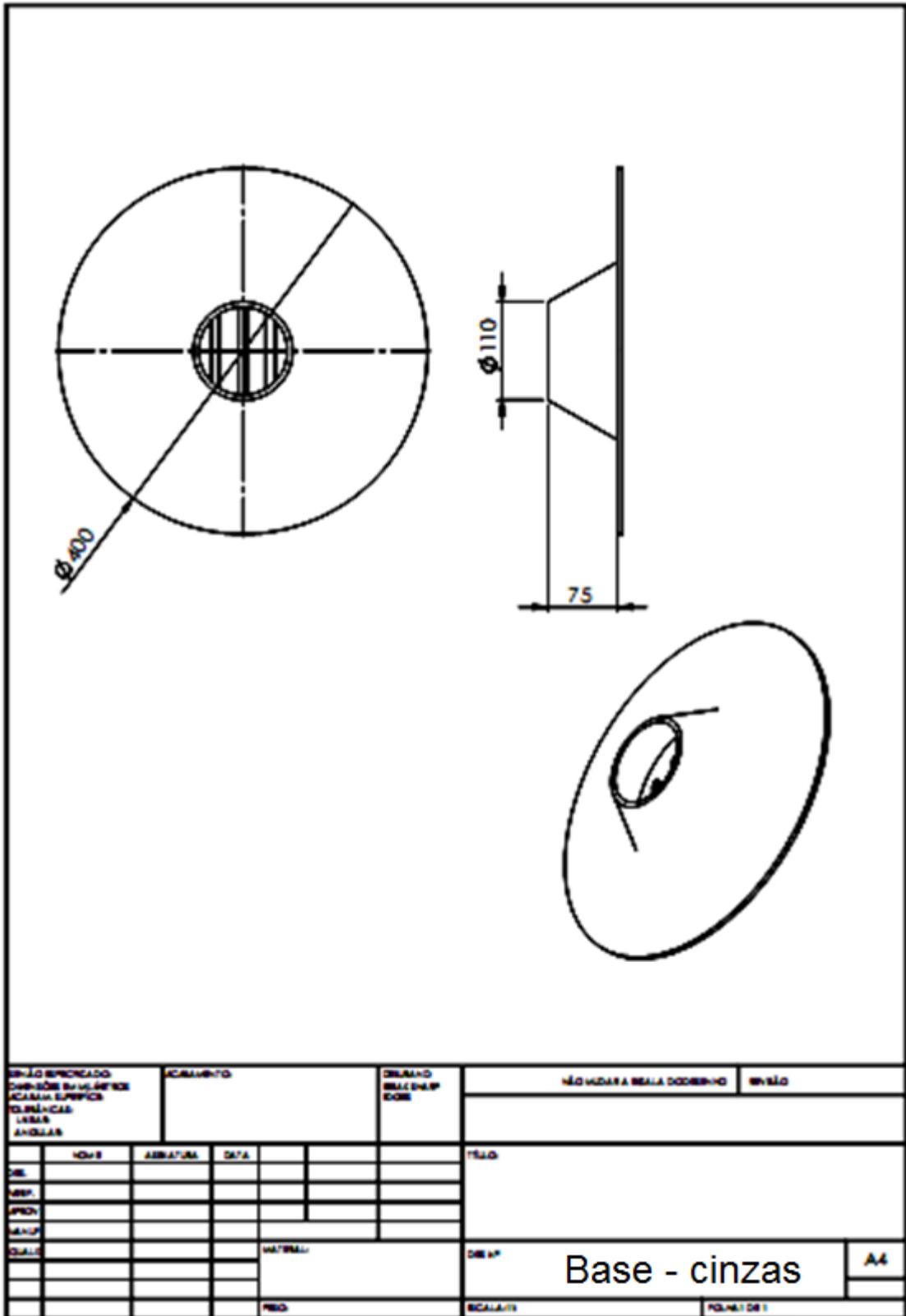
APÊNDICE B – Apoiador superior.



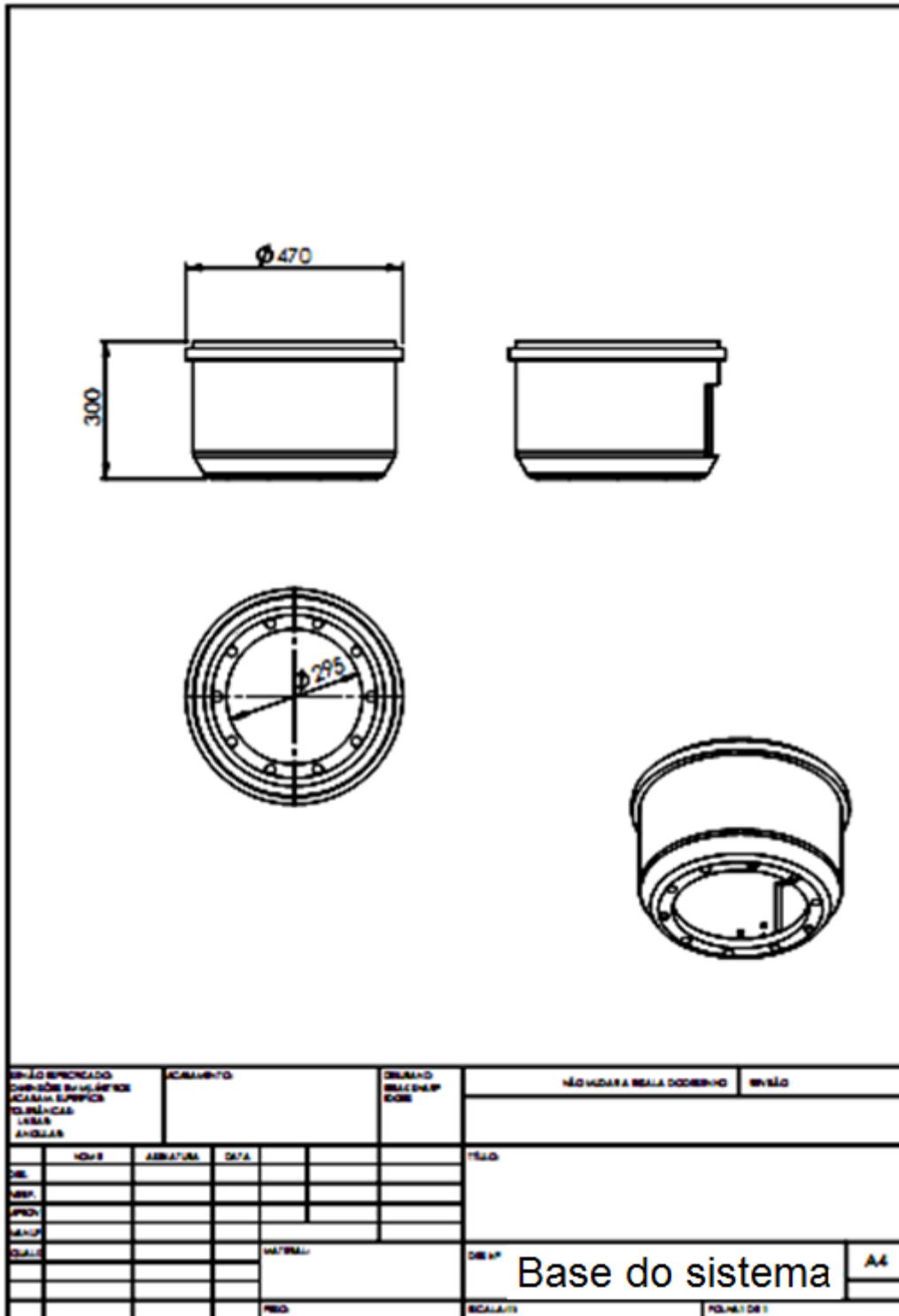
APÊNDICE C – Exaustor



APÊNDICE D – Base coletora de cinzas



APÊNDICE E – Base da câmara de combustão.



AUTORIZAÇÃO

Nome do autor: **Sidnei Luiz Zamberlan**

RG: 3046791863

Título da Dissertação: **“Desenvolvimento de Produtos a partir do Reuso de Materiais Metálicos Descartados”**.

Autorizo a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, através da Biblioteca Universitária, disponibilizar cópias da dissertação de minha autoria.

Joinville, 28/05/2015.



Sidnei Luiz Zamberlan