



**UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS**



ESCOLA DE DESIGN

Programa de Pós Graduação em Design (PPGD)
MESTRADO EM DESIGN

MUITO COM POUCO NO DESIGN BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE GEMAS E JOIAS

Projeto de Dissertação de Mestrado

PEDRO HENRIQUE PEREIRA NASCIMENTO

Belo Horizonte

2013

PEDRO HENRIQUE PEREIRA NASCIMENTO

**MUITO COM POUCO NO DESIGN BRASILEIRO:
ESTUDO DE CASO NO SETOR DE GEMAS E JOIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Design, na área de concentração em Design, Cultura e Sociedade.

Orientador:
Prof. Dijon Moraes Jr, Dr.
(UEMG)

Coorientador:
Prof.^a Maria Regina Álvares Correia Dias, Dr.^a
(UEMG)

**Belo Horizonte
2013**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho,
por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo
e pesquisa, desde que citada a fonte.

N244m Nascimento, Pedro Henrique Pereira.

Muito com pouco no design brasileiro: estudo de caso no setor de gemas e jóias [manuscrito] / Pedro Henrique Pereira Nascimento . – 2013.

99 f. il. color. tabs. grafs. maps. fots.; 31 cm.

Orientador: Dijon de Moraes

Coorientadora: Maria Regina Álvares Correia Dias

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Minas Gerais.

Programa de Pós-Graduação em Design.

Bibliografia: f. 95-99

1. Desenho Industrial – Lapidação – Pedras Preciosas – Teses. 2. Desenho (Projeto) – Metodologia – Teses. 3. Desenho Industrial – Estudo de Casos – Joias – Brasil – Teses. 4. Ergonomia – Lapidação – Gemas (Mineralogia) – Teses. I. Moraes, Dijon de. II. Dias, Maria Regina Álvares Correia. III. Universidade do Estado de Minas Gerais. Escola de Design. IV. Título.

CDU: 7.05

Ficha Catalográfica: Cileia Gomes Faleiro Ferreira CRB 236/6



UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



ESCOLA DE DESIGN

Programa de Pós-graduação em Design (PPGD)
MESTRADO EM DESIGN

MUITO COM POUCO NO DESIGN BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE EQUIPAMENTOS PARA LAPIDAÇÃO DE GEMAS.

Autor: Pedro Henrique Pereira Nascimento

Esta dissertação foi julgada e aprovada em sua forma final para a obtenção do título de Mestre em Design no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais.

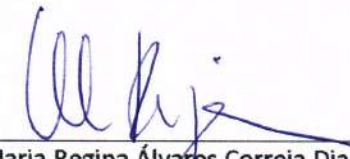
Belo Horizonte, 11 de outubro de 2013.

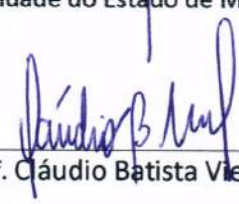

Sebastiana Lana
Coordenação do Mestrado em Design
MASP: 1034263-2
Escola de Design / UEMG

Profª Sebastiana Luiza Bragança Lana, PhD.
Coordenadora do PPGD

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dijon Moraes Júnior, Dr.
Orientador
Universidade do Estado de Minas Gerais


Profª. Maria Regina Álvares Correia Dias, Drª.
Coorientadora
Universidade do Estado de Minas Gerais


Prof. Cláudio Batista Vieira, Dr.
Universidade Federal de Ouro Preto


Prof. Jairo José Drummond Câmara, Dr.
Universidade do Estado de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a minha mãe, quem admiro bastante, pelo eterno apoio em todos os aspectos da vida. Em memória, agradeço também às minhas duas outras mães, tia Ada, tia Lia e vó Suinha, que tanto colaboraram no meu crescimento. Aos meus familiares em todos os graus que também participaram da minha educação com sabedoria, carinho e acolhimento.

Agradeço a todos os professores da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), tanto do Programa de Pós-graduação em Design (PPGD) quanto da graduação por todos os ensinamentos e dedicação.

Agradeço ao professor Dijon Moraes Jr., meu orientador, com imensa admiração pela contínua inspiração. À minha coorientadora, professora Regina Álvares Dias, pelo incentivo, preciosismo, e dedicação. Por tudo que aconteceu durante esses dois anos minha eterna gratidão, admiração e respeito por ambos, principalmente pela paciência e companheirismo. Agradeço também ao Rodrigo que muito apoiou com eficiência na resolução dos trâmites do mestrado.

Aos colegas do Centro de Estudo em Design de Gemas e Joias por todos os momentos de aprendizado, trabalho duro e descontração que muito me fizeram crescer. À professora Bernadete Teixeira e ao professor Adriano Mol pela confiança, disponibilidade, direcionamento e companheirismo diários. À Mayare Maciel, ao Richter Queiroz e equipe Termo D, à equipe da oficina da Escola de Design, ao Paulo César, ao Paulo Henrique e equipe BQZ, ao João Valentin e equipe da Plastiforma e à equipe do NIT/UEMG pelo auxílio, parceria e colaboração durante a jornada desenvolvimento do projeto dos equipamentos de lapidação. Ao CNPq pelo financiamento do Projeto IDEAL – Inovação de equipamentos de lapidação pela inserção do design, ergonomia, novos materiais e processos.

Aos inicialmente professores e que se tornaram amigos que muito me influenciaram, e ainda me influenciam diretamente, colaborando para o meu desenvolvimento como designer e como pessoa durante esses já oito anos de Escola de Design: Romeu Dâmaso (*in memoriam*), Heleno Polisseni, Paulo Miranda, Carlos Miranda e Samantha Cidaley.

Ao suporte cotidiano, conversas inspiradoras e por momentos de descontração que colaboraram para manter o foco proporcionados pelos amigos Luiz Atílio, Andrei França, Daniel Bahia, Artur Mottin, Ricardo Freisleben, Túlio Thales, Vagner Lourenço (*in memoriam*), Wadson Amorim, Felipe Bethonico, Wesley Almeida, Rodrigo Braga, Leonardo Muller, Cláudia Abreu e Denny Ramos.

Aos amigos e colegas de trabalho Maira Paiva, Henrique Lana, Igor Rios, Érico Mineiro, Luiz Ozanan e Mara Guerra pelas grandes ajudas seja na conversa do café ou com apoio direto ao trabalho.

E por fim, aos companheiros de turma do mestrado e amigos para a vida Raquel Canaan, Gilberto Almeida e Orlando Gama pelas ajudas, discussões, risadas e companhia que colaborou para que essa jornada se tornasse mais leve e prazerosa.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

NASCIMENTO, P. H. P. **Muito com pouco no design brasileiro: estudo de caso no setor de gemas e joias**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Design, Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

O processo de caracterização de como o design é feito em um local é influenciado por diversas características e ações. Em alguns dos locais mais influentes quanto ao modo de fazer design essas características são mais vinculadas aos benefícios que o processo do design geram, como a eficiência funcional alemã e a humanização dos escandinavos. No Brasil o design é, na maioria das vezes, vinculado a padrões estéticos que são originários de manifestações culturais locais geralmente relacionadas ao artesanato, que é uma área onde a participação do designer ainda é pequena quando comparada ao setor industrial brasileiro como um todo. Dessa forma, a caracterização do design brasileiro não está de acordo com o campo no qual esse profissional tem maior participação com seu trabalho. Logo, o objetivo principal desse trabalho é entender como o processo do design se dá no contexto local do Brasil, incluindo dificuldades como processos produtivos não tão tecnológicos quanto os de outros países e mesmo assim precisando ser competitivo em um mercado globalizado. Para tal, buscou-se entender como o local influencia na forma de fazer design, qual a característica industrial brasileira relativa ao design e traçar um estudo de caso em um setor onde as exigências são grandes em uma realidade onde a oferta de recursos para cumpri-las é baixa. O estudo de caso foi executado em um segmento do setor de gemas e joias, o de equipamentos para lapidação, que apresentam exigências extremas de segurança, eficiência do produto e conforto ao usuário para que as gemas estejam dentro do padrão de qualidade desejado no produto final, a joia. Em contra partida, o preço de venda desses equipamentos deve ser mais baixo possível para que os lapidários, em sua maioria pequenos artesãos, tenham acesso ao equipamento. Assim, o esperado é que os dados coletados nesse estudo de caso sejam suficientes para resultar em uma conclusão onde o design brasileiro possa ser caracterizado por desenvolver produtos competitivos em uma realidade escassa de recursos para tal.

Palavras-chave: design, joias, gemas, lapidação, indústria.

ABSTRACT

NASCIMENTO, P. H. P. **More with less on brazilian design: case study in gems and jewelry sector**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Design, Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

The characterization process about how local design is made can be influenced by several features and actions. In some of the most influential places, when thinking about how design is made, these characteristics are more attached to the benefits that design process generates, as the German's functional efficiency and the Scandinavian humanization. In Brazil design is, most of the times, attached to aesthetic standards originated from local cultural manifestations usually related to handicrafts, which is an area where the participation of designers is still small compared to the Brazilian's industrial sector as a whole. For that matter, the Brazilian design characterization is not accorded to the field where this professional had a more relevant participation with his work. Therefore, the main goal of this study is understanding how design process is developed in Brazil, including difficulties as how the productive processes that are not that technological as in the other countries and still have to be competitive in a globalized market. For this, the goal was to understand how the location influences how design is made, what is the Brazilian industrial characteristics related to design and delineate an case study inside a sector where the demands are relevant in a reality where the supply of resources to fulfill it is low. This case study was made in the gems and jewelry's sector, on stonecutting equipments, that have extreme demands of safety, product efficiency and comfort to the user, so that the gems are within the desired quality standard in the final product, the jewel. Otherwise, the selling price of these equipment should be as lower as possible so that the stonecutters, most of them artisans, have access to the equipment. Therefore, it is expected that the data collected in this case study become sufficient to reach a conclusion where the Brazilian design can be characterized by developing competitive products in a reality of scarce resources.

Palavras-chave: design, jewelry, gem, lapidary, industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema metodológico do trabalho	8
Figura 2 - Comparativo entre os contextos e as características do design dos locais.....	14
Figura 3 - Quadro comparativo entre produtos da Escandinávia, Alemanha e Japão de diferentes segmentos	15
Figura 4 - Imagem da empresa: reflexo e diferença entre projeto e realidade	24
Figura 5 - Etapas do processo de design	25
Figura 6 - Esquema de análise de empresa	27
Figura 7 - Flexibilidade nas funções de uso, técnicas e simbólicas em um projeto de design	29
Figura 8 - Plataforma MQB da Volkswagen.....	30
Figura 9 - Skate.....	32
Figura 10 - Bicicleta para passeio híbrida entre montanha e asfalto.....	33
Figura 11 - Apple MacBook Pro 13"	34
Figura 12 - Móveis montados por módulos de acordo com a necessidade do usuário	35
Figura 13 - Apple iPhone e iPad	36
Figura 14 - Colar Elos Antique, da designer Maíra Paiva, vencedor no Prêmio IBGM de Design 2010	39
Figura 15 - Cadeia produtiva	40
Figura 16 - Distribuição das empresas mapeadas	44
Figura 17 - Exemplos de gemas brasileiras	45
Figura 18 - Exemplos de lapidações tradicionais.....	46
Figura 19 - Exemplos de lapidações diferenciadas.....	46
Figura 20 - Representação esquemática das fases do processo de lapidação e os equipamentos das etapas	47
Figura 21 - Transformações sofridas pela gema no processo de lapidação	48
Figura 22 - Diferentes modelos de equipamentos analisados	50
Figura 23 - Exemplos de equipamentos importados.....	51
Figura 24 - Exemplos de equipamentos nacionais	52
Figura 25 - Exemplos de equipamentos artesanais.....	52
Figura 26 - Exemplo de patente de equipamento para lapidação	53
Figura 27 - Máquina de lapidação desenvolvida no LBDI.....	54
Figura 28 - Sistema de pontuação para o modelo de análise	58

Figura 29 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Dura-BULL Trim Saw	59
Figura 30 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Lortone TS8-C	60
Figura 31 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento D'Aurum Máquina de Corte.....	60
Figura 32 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Cristorni Serra	61
Figura 33 - Gráfico comparativo de pontuação de equipamentos de corte	62
Figura 34 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Graves Mark 5XL.....	63
Figura 35 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Ultra TEC V2	63
Figura 36 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento D'Aurum.....	64
Figura 37 - Imagem e tabela de pontuação do equipamento Lapidart Facetador	64
Figura 38 - Gráfico comparativo de pontuação de equipamentos de facetamento	65
Figura 39 - Gráfico de posicionamento de produtos segundo a qualidade ofertada.....	67
Figura 40 - Exemplo de problema: dorso inclinado pra frente para acompanhamento visual da tarefa, resultando em postura inadequada de trabalho.....	69
Figura 41 - Exemplos de adaptações realizadas pelos usuários	70
Figura 42 - Mapa mental da relação de problemas entre o ambiente e os equipamentos de lapidação.....	73
Figura 43 - Recife de corais	76
Figura 44 - Jipe Icon Ford Bronco, o conceito semântico para linha de equipamentos.....	77
Figura 45 - Representação esquemática do projeto plataforma dos equipamentos de lapidação.....	78
Figura 46 - Representação esquemática da estrutura básica e posicionamento dos discos nos equipamentos com disco vertical e equipamentos com disco horizontal, respectivamente	80
Figura 47 - Análise ergonômica prévia em modelo volumétrico	82
Figura 48 - Indivíduos utilizados nos testes volumétricos com mock-up	83
Figura 49 - Protótipos em diferentes etapas de construção e avaliação	85
Figura 50 - Protótipos para teste no Laboratório de Lapidação da Escola de Design/UEMG	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número estimado de empresas formais em 2010	40
Tabela 2 - Agrupamento de empresas por setor de atuação	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	2
1.2 PROBLEMA.....	4
1.3 PRESSUPOSTOS.....	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo geral	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	5
1.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	6
1.6.1 Estudo de caso: Projeto IDEAL.....	8
1.7 ESTUTUTA DO DOCUMENTO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 INFLUÊNCIA DO CONTEXTO LOCAL NO DESIGN	12
2.2 DESIGN E INDÚSTRIA BRASILEIRA	16
2.2.1 Consolidação do design no Brasil	17
2.2.2 Micro, pequenas e médias empresas	20
2.3 GESTÃO DO DESIGN.....	22
2.3.1 Prática da gestão do design	22
2.3.2 Gestão do design em micro, pequenas e médias empresas	25
2.4 ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS	28
2.4.1 Projeto plataforma	30
2.4.2 Design para reparabilidade ou manutenção	31
2.4.3 Design para durabilidade e perdurabilidade	31
2.4.4 Design para atualização e adaptabilidade	32
2.4.5 Design por componente	33
2.4.6 Modularidade	34
2.4.7 Multifuncionalidade	35
2.5 SETOR DE GEMAS E JOIAS.....	36
2.5.1 O design de gemas e joias no Brasil.....	37
2.5.2 Cadeia produtiva no Brasil.....	39
2.6 LAPIDAÇÃO DE GEMAS	44
2.6.1 Processo produtivo da lapidação	46
2.6.2 Mercado de equipamentos de lapidação	49
2.6.3 Design e inovação em equipamentos de lapidação	52
2.6.4 Influência do contexto local no design de equipamentos de lapidação.....	55
3. ESTUDO DE CASO: DESIGN DE EQUIPAMENTOS DE LAPIDAÇÃO	57
3.1 ANÁLISE DOS EQUIPAMENTOS.....	57
3.1.1 Análise dos equipamentos de corte	59
3.1.2 Análise dos equipamentos de facetamento	62
3.2 ANÁLISE DOS ASPECTOS DE QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS	66
3.3 ANÁLISE ERGONÔMICA DOS POSTOS DE TRABALHO	67

3.3.1 Análise da atividade	68
3.3.2 Diagnóstico de problemas	69
3.4 Recomendações de melhorias	73
3.5 CONCEITO DO EQUIPAMENTO	75
3.5.1 Sistema de modulação	78
3.5.2 Componentes e subsistemas	80
3.5.3 Modelo de verificação	82
3.5.4 Projeto dos equipamentos	84
3.5.5 Avaliação final do projeto	86
3.6 DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO	88
4. CONCLUSÕES	92
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
4.2 QUESTÕES EM ABERTO	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

1.2 PROBLEMA

1.3 PRESSUPOSTOS

1.4 OBJETIVOS

1.5 RESULTADOS ESPERADOS

1.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O fluxo de mercadorias é uma das formas mais antigas de transmitir a cultura de uma organização social para a outra. Mesmo no tempos mais remotos, existem relatos de grupos que absorvem culturas de outras através da troca de utensílios, armas e outros objetos do dia a dia. Com a globalização, esse processo foi intensificado pelas proporções que esse fluxo tomou graças ao desenvolvimento tecnológico dos meios de transporte e troca de informações, que fortaleceu inclusive o domínio de um território sobre o outro através da imposição, sem guerras, do seu estilo de vida por meio de serviços e produtos.

Já com o rompimento das barreiras produtivas, as características da origem do desenvolvimento dos artefatos industriais passaram a ser baseadas na marca e nos elementos atribuídos do projeto de design. Com isso, a representação das culturas dos países passaram a se dar também por meio desses objetos que, mesmo sendo fabricados a milhares de quilômetros de distância, carregam em seus projetos sua história, cultura, política, economia e inovação.

Quando analisamos produtos de países europeus, dos Estados Unidos e do Japão, por exemplo, é possível perceber as características do país de origem de seu desenvolvimento. Como os produtos alemães, que são conhecidos por sua eficiência e estética baseada no minimalismo no qual a forma segue a função. Esse caminho traçado pelo design tem relação direta com o contexto histórico e social que o país sofreu principalmente com as duas Guerras Mundiais. Essa identidade se tornou forte o suficiente para que produtos de outros países com características minimalistas sejam comparados aos objetos originários da Alemanha.

Sob essa lógica, o design brasileiro não possui uma caracterização forte que identifique como o contexto industrial, econômico, político, social e cultural influenciou e adaptou o processo de desenvolvimento de produtos para a realidade local. Pode-se dizer que não há uma forma brasileira estabelecida de trabalhar o design, assim como ocorre com outros países do mundo, principalmente aqueles que tornaram-se referências na área.

Em algumas situações, o design brasileiro é identificado como algo que expresse em seus produtos a cultura local, geralmente por meio de artesanatos ou produtos que vinculam processos artesanais em sua composição, seja parcial ou total. O exemplo são os Irmãos Campana, nascidos no interior do estado de São Paulo, Fernando e Humberto Campana, respectivamente bacharel em direito e arquiteto, tornaram-se famosos inicialmente por projetos de móveis, principalmente cadeiras, mas já desenvolveram calçados, utensílios domésticos e luminárias.

Os seus produtos, que buscam retratar o Brasil por meio de aspectos do artesanato, da diversidade cultural e da realidade social, são considerados por algumas pessoas e mídias relacionadas ao design como “a cara do design brasileiro”, principalmente na mídia especializada a produtos de luxo e exclusivos, possuindo ainda uma relação muito próxima com a arte, o que levanta diversos questionamentos sobre se o trabalho deles é ou não design.

Porém o caso dos Irmãos Campana se enquadra em uma realidade distante da maior parte do mercado brasileiro. O sucesso de seus produtos foi possível graças a grandes empresas internacionais que possuem recursos suficientes para desenvolver meios de adaptar o processo de desenvolvimento artesanal e, em alguns momentos, artístico à produção em escala. O resultado disso são processos produtivos além da capacidade técnica ou financeira da maioria das empresas brasileiras.

Portanto, a prática de design que melhor representa como a atividade é exercida no Brasil deve se enquadrar ao contexto industrial brasileiro mais abrangente e à realidade de consumo do país: fábricas com tecnologias defasadas, uso de materiais mais baratos que se enquadram a limitações tecnológicas e configurações que facilitem o transporte e armazenamento, entre outros aspectos. Tudo focado em diminuir custos produtivos, logísticos e, conseqüentemente, o preço final do produto.

Analisando os produtos desenvolvidos, produzidos e comercializados no Brasil desde a década de 1960 até o início dos anos 2000, podemos verificar que boa parte deles possui aspectos que estão em desvantagem perante os concorrentes e similares com origem em outros países. Essa desvantagem é principalmente caracterizada por processos produtivos mais limitados, quanto ao uso de meios de transformação e aplicação de materiais. Mesmo assim produtos brasileiros são reconhecidamente competitivos e disputam mercados com os

importados originários de países onde o processo de industrialização é mais desenvolvido.

A questão do presente trabalho se centra em: como o design brasileiro se adaptou ao contexto industrial em que ele está inserido para gerar produtos competitivos globalmente?

O objetivo não é traçar uma identidade, mas sim elencar características utilizadas para o desenvolvimento de um projeto de design a partir do contexto brasileiro .

1.2 PROBLEMA

A forma de fazer design que tem maior participação na indústria brasileira não é reconhecida como uma cultura de design nacional. Em contrapartida, o design brasileiro é identificado em sua maioria por seus aspectos culturais, geralmente vinculado a produtos artesanais ou de processos artesanais, em diversos exemplos vinculados ao luxo e à estética. Parte do conhecimento e das características do design brasileiro quanto ao processo de viabilizar produtos, e não tratando dos aspectos estéticos como protagonistas, e que poderiam ser valorizados como parte da cultura nacional de design raramente aparecem como tal. Valorizar esse conhecimento pode ser uma forma de caracterizar o design brasileiro como algo além do artesanato, mas voltado para eficiência.

1.3 PRESSUPOSTOS

A hipótese que guia este trabalho é que a prática do design no contexto industrial mais tradicional no Brasil desenvolveu meios de gerar produtos competitivos globalmente, mesmo que com uma limitação de recursos perante seus concorrentes, podendo ser sintetizada na frase “muito com pouco”.

Os pressupostos desse trabalho podem ser elencados da seguinte maneira:

- O design de um determinado local é diretamente ligado ao contexto dessa região que gera características específicas para a processo de desenvolvimento de produtos;
- As limitações industriais em processos produtivos e aplicação de materiais são compensadas por meio dos projetos de design dos produtos;
- A característica principal do processo de design brasileiro é baseado no paradigma de desenvolver soluções competitivas em um ambiente industrial limitado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Estudar e identificar quais são as características adotadas pelo design brasileiro resultantes da realidade local, incluindo os contextos industriais, econômicos, políticos, sociais e culturais, para o desenvolvimento de produtos competitivos através de um estudo de caso em um setor industrial no contexto de Minas Gerais que apresenta limitações no desenvolvimento de produtos competitivos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Levantar elementos sobre a realidade industrial brasileira;
- Verificar a influência do contexto local no desenvolvimento e no design de produtos;
- Desenvolver estudo de caso em um setor onde a dificuldade em projetar inovações seja relevante, analisando uma experiência de desenvolvimento de equipamentos por meio do design nesse setor. Para tanto, selecionou-se o setor de gemas e joias em Minas Gerais;
- Demonstrar os parâmetros utilizados para o desenvolvimento de produtos competitivos em situações de poucos recursos por meio do estudo de caso apresentado.

1.5 RESULTADOS ESPERADOS

- Estabelecer características projetuais para o design brasileiro como referência para identificá-lo por suas soluções desenvolvidas no contexto do qual faz parte;
- Gerar uma referência para o desenvolvimento de produtos no setor estudado;
- Identificar se o processo de design em um contexto de difícil desenvolvimento de inovação por suas limitações é capaz de gerar produtos competitivos.

1.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Para verificação dos pressupostos do presente estudo, o processo escolhido foi o estudo de casos por se tratar de um trabalho explanatório “onde tanto as variáveis como seu correspondente comportamento estão satisfatoriamente compreendidos, buscando-se então o estabelecimento de relações causa-efeito” (Westin e Coelho, 2011, p. 126). Para Yin (2010), o estudo de caso é o método mais indicado quando se quer definir como ou porque uma situação foi estabelecida em um contexto em que os fatos contemporâneos fazem parte.

Ambos autores defendem que para um estudo de caso relevante o entendimento do contexto deve ser satisfatório, dando ao pesquisador controle suficiente dos eventos comportamentais envolvidos para que os dados sejam analisados consideradas as variáveis pertinentes aos resultados desejados. Segundo Yin (2010, p. 23) “o caminho começa com uma revisão minuciosa da literatura e com a proposição cuidadosa e atenta das questões ou objetivos da pesquisa”, ou seja, a fundamentação teórica faz parte do processo de embasamento do estudo de caso.

Assim sendo, o presente trabalho parte de uma fundamentação teórica baseada em três pilares: design, o mercado de gemas e joias e o processo de lapidação. No primeiro, o foco é em como o design é influenciado pelo contexto local, as relações da atividade com as empresas de um modo geral e práticas que colaboram positivamente no desenvolvimento de projetos. Nesse tópico a base de conhecimento são principalmente livros e artigos que tratam do assunto.

Ao tratar do mercado de gemas e joias o intuito é estabelecer o contexto no qual está inserido o alvo do estudo de casos, os equipamentos para lapidação, uma vez que eles são ferramentas para abastecer esse universo. Aqui as principais fontes de conhecimento são livros, artigos, pesquisas, dados estatísticos e outros que possam dar dimensionamento desse universo.

O processo de lapidação deve ser entendido como um todo, desde o processo de transformação de uma pedra bruta em uma gema lapidada até o levantamento do mercado de equipamentos para formar uma base técnica que possibilita um olhar mais crítico durante o estudo de caso. As referências utilizadas partem de artigos, livros, manuais de

equipamentos para lapidação, sites e outras fontes que tratem do tema.

Com a revisão concluída, passa-se ao estudo de caso. Como a atividade do desenvolvimento de máquinas de lapidação é específico e existem poucos projetos de pesquisa e desenvolvimento nesse setor, optou-se por um estudo de caso único holístico. Tal decisão foi baseada em dois pontos: teste crítico de teoria existente e circunstância rara ou exclusiva.

Segundo Yin (2010), para estabelecer uma crítica rara de uma teoria existente por meio de um caso único, é desejável que esse caso preencha todas as condições para o teste da teoria. Logo, o desenvolvimento de um equipamento de lapidação eficiente deve reunir uma combinação de teorias de diferentes áreas, um projeto que busque desenvolver um produto que atenda ao maior número possível gerando alternativas de soluções que contemplem todas essas áreas se enquadra como qualificado para o estudo de caso. Além disso, o autor ainda argumenta que, quando a circunstância é rara ou peculiar, o estudo de caso único se faz justificável pela falta de outros casos em nível similar de complexidade para comparar. O Projeto IDEAL, que será objeto do estudo de caso deste trabalho e descrito no item 1.7.1, se enquadra nas duas justificativas para estudo de caso único holístico.

No presente trabalho, para melhor entendimento do setor, o estudo de caso foi dividido em quatro etapas: (I) análise dos equipamentos, (II) análise ergonômica dos postos de trabalho, (III) conceito do equipamento e (IV) discussão do estudo de caso.

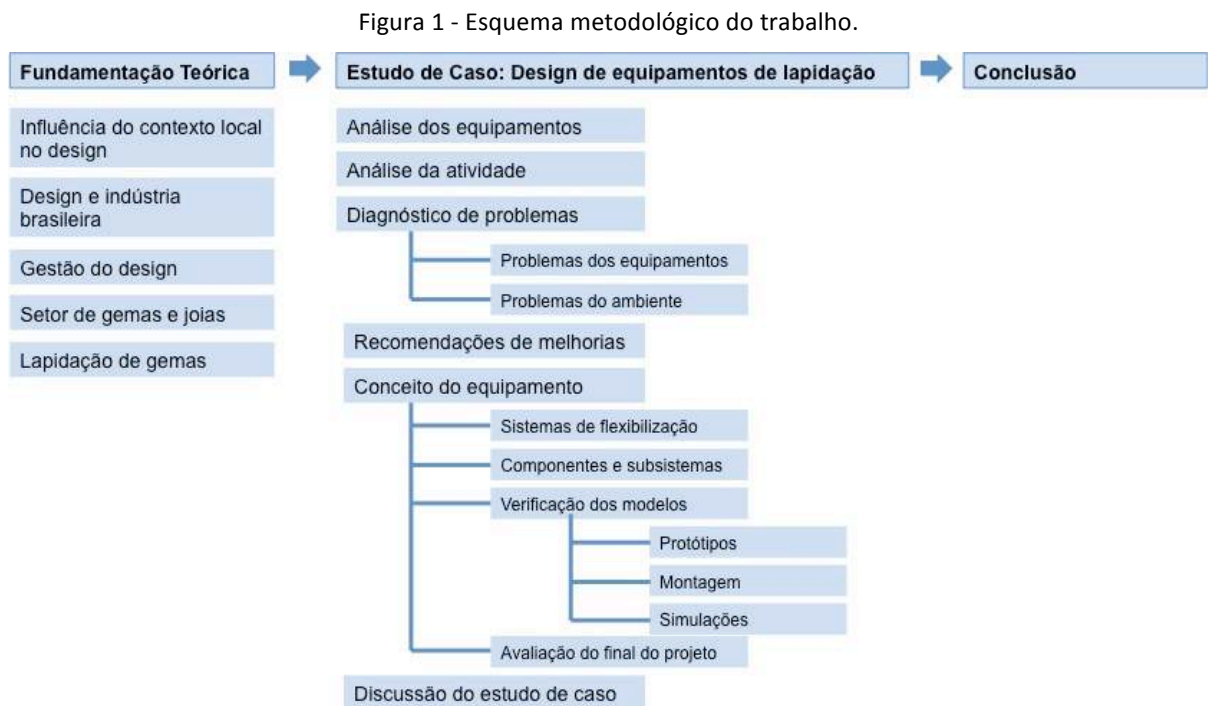
Na análise dos equipamentos, o foco foi entender e compreender a realidade dos mesmos através de contato com as máquinas, pesquisas em catálogos e manuais de empresas, conversas com operadores e observações de adaptações feitas para melhoria da eficiência. Além disso foi estabelecido um método comparativo para referência de qualidade de diferentes equipamentos.

Quanto à análise ergonômica dos postos de trabalho o intuito foi ter uma visão do equipamento de lapidação inserido em seu habitat cotidiano para analisar a atividade, diagnosticar problemas e levantar dados da relação entre o equipamento e o ambiente e como um interfere diretamente nos atributos do outro.

Na etapa do conceito do equipamento, o trabalho foi direcionado em entender o que foi desenvolvido no Projeto IDEAL, bem como descrevê-lo desde o que foi definido com o embasamento completo como recomendações para o desenvolvimento do produto, até o

resultado final passando por aspectos do projeto como desenvolvimento de soluções, análise de modelos e protótipos e avaliação do projeto. A análise crítica do resultado do projeto em relação às diretrizes definidas nas etapas do mesmo foi explanada na discussão do estudo de caso.

A Figura 1 ilustra o esquema do método utilizado no presente trabalho.



Fonte: Do autor (2013)

1.6.1 Estudo de caso: Projeto IDEAL

Segundo Mol (2009), o objetivo do Projeto IDEAL – Inovação de equipamentos de lapidação pela inserção do design, ergonomia, novos materiais e processos – é desenvolver uma linha de máquinas de lapidação por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D) colaborativo focado em aperfeiçoamentos que resultem em equipamentos dentro de padrões de segurança, usabilidade e eficiência tanto no processo da lapidação, quanto no processo produtivo das mesmas.

Utilizando o design como centro aglutinador interdisciplinar para o desenvolvimento do projeto, a equipe do Centro de Estudos em Design de Gemas e Joias – CEDGEM/UEMG trabalhou em conjunto com empresas do setor de equipamentos para lapidação visando o desenvolvimento de uma série de máquinas para as principais etapas do beneficiamento de

gemas.

Como resultado do projeto, foram revizados protótipos para testar as cinco etapas do processo de lapidação detalhadas e adaptadas aos meios produtivos visando a produção e a comercialização por uma das empresas que participaram do desenvolvimento. Além dos equipamentos, o projeto reuniu pesquisadores, profissionais de diferentes áreas de conhecimento e profissionais atuantes no mercado de equipamentos, principalmente fabricantes, em uma área restrita de conhecimento, a lapidação de gemas.

O projeto também resultou em duas patentes de invenção, uma patente de modelo de utilidade e dois registros de desenho industrial, todos em processo junto ao INPI.

O Projeto IDEAL foi fomentado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) tendo como instituição executora o Centro de Estudos em Design de Gemas e Joias (CEDGEM) da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais. Sua realização se deu entre setembro de 2010 e julho de 2013, em parte acontecendo em paralelo ao período de realização dessa pesquisa de dissertação que foi de agosto de 2011 a agosto de 2013.

1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento é dividido em quatro capítulos: introdução, fundamentação teórica, estudo de caso e conclusão.

A fundamentação teórica é composta por subitens que tratam da contextualização quanto à influência do contexto local nas características do design; na sequência serão trabalhadas referências, aspectos do design e da indústria brasileira para embasamento do trabalho desenvolvido, bem como a gestão do design e sua prática também em empreendimentos de menor porte.

Na segunda parte da fundamentação teórica, é exposto um panorama geral do setor de gemas e joias para contextualização, uma vez que o assunto foco do estudo de casos está inserido nesse universo. São tratadas ainda as especificidades do foco do estudo de caso, a lapidação de gemas, para compreensão de como funciona essa atividade.

No terceiro capítulo, o estudo de caso é exposto partindo das análises dos equipamentos disponíveis no mercado com o objetivo de caracterizar os produtos

envolvidos. A análise ergonômica dos postos de trabalho é trabalhada no capítulo seguinte onde é relatada a análise da atividade, o diagnóstico dos problemas dos equipamentos e do ambiente, bem como as recomendações de melhorias.

Também é apresentado no terceiro capítulo o projeto de desenvolvimento de proposta para atender os requisitos levantados anteriormente com a apresentação de conceitos, raciocínios produtivos, verificação das propostas e avaliação do projeto. Por fim, o estudo de caso é discutido e o trabalho é concluído.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INFLUÊNCIA DO CONTEXTO LOCAL NO DESIGN

2.2 DESIGN E INDÚSTRIA BRASILEIRA

2.3 GESTÃO DO DESIGN

2.4 ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS

2.5 SETOR DE GEMAS E JOIAS

2.6 LAPIDAÇÃO DE GEMAS

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por se tratar de uma atividade ampla, a definição de design pode ser compreendida de formas diferentes devido ao contexto inserido, sendo em boa parte das vezes vinculada ao aspecto estético ou físico de um produto. Dias (2004) destaca que a origem latina da palavra design advém de *designo* no sentido de designar, descrever, indicar, representar, marcar, ordenar, dispor, regular.

Nos anos 1950 a atividade de *Industrial Design*, como conhecida internacionalmente, passou a ser denominada no Brasil como Desenho Industrial. Apesar de que no dicionário consta *planejamento* como uma das definições da palavra *desenho*, “essa tradução foi inadequada, pois deturpou o significado original do Design, na medida em que prevaleceu a conotação de habilidade de representar graficamente ao invés de projetar” (DIAS, 2004).

Em outros idiomas a distinção da atividade design é bem estabelecida, como no inglês onde design é projeto e *drawing* significa desenho, e no espanhol que *desing* (projeto) é definido como *diseño* e desenho é *dibujo*.

Segundo o *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID), organização que reúne associações de design de todo o mundo, a definição de design é:

Atividade criativa cujo objetivo é estabelecer as qualidades multifacetadas de objetos, processos, serviços e seus sistemas em ciclos de vida completos. Portanto, o design é fator central da humanização inovadora de tecnologias e o fator crucial do intercâmbio cultural e econômico¹.

Por essa definição é possível estabelecer o design como uma atividade que foca no processo. Logo, pode ser aplicado em variados contextos diferentes a fim de gerar uma solução focada em benefícios para indivíduos, sociedades e ambientes.

2.1 INFLUÊNCIA DO CONTEXTO LOCAL NO DESIGN

Como se formam as características de design em um determinado local? Como é possível projetos de design baseados em uma mesma lógica serem tão diferentes? Como um

¹ Disponível em: <<http://www.icsid.org.br/about/about/articles31.htm>. > Acesso em: 30/10/2013.

valor como o funcionalismo pode ser interpretado de formas diversas no desenvolvimento de produtos?

Quando Papanek (1971) argumenta que a relação com as pessoas é a única importância no design, ele quer dizer que o processo de design é se adaptar para desenvolver produtos de acordo com o contexto onde as pessoas estão inseridas, o que inclui a cultura, formada pelo conhecimento, crenças, organização social e parâmetros de sobrevivência como costumes alimentares e características habitacionais.

Ao verificar como se comportam os projetos de design de diferentes locais, percebemos que cada contexto gera um mesmo produto com características bem particulares. Um mesmo produto pode empregar uma tecnologia similar e seguir um mesmo raciocínio, mas ser projetado de formas completamente diferentes em cada local de origem. Podemos considerar então que o contexto de desenvolvimento é um filtro que estabelece características e soluções para sua realidade, mesmo aplicando raciocínios clássicos que geraram movimentos e estilos na atividade do design, como é o exemplo do *streamline*, minimalismo, *styling* e funcionalismo. Esse último utilizado neste trabalho como referência para analisar de como diferentes contextos geraram características específicas para o design em localidades diversas, como Alemanha, Escandinávia e Japão.

Os três locais foram selecionados por sofreram influência de uma mesma corrente do design, o funcionalismo, e mesmo assim cada um dos locais desenvolveu sua própria versão dessa corrente.

No caso da Alemanha, a adaptação que o design sofreu foi desenvolver projetos que recuperassem a competitividade nos cenários pós Primeira e Segunda Guerras Mundiais para possibilitar às empresas produzir a baixo custo e aos consumidores comprar em um momento de crise completa da sociedade, que passava não apenas pela reconstrução física de um país destruído pela guerra, mas também pela reconstrução de todo o sistema econômico e social.

Para os escandinavos, usar da melhor maneira possível os recursos disponíveis com limitações climáticas e geográficas para o bem estar geral da sociedade gerou um modo de desenvolver produtos onde o design é fator para equilibrar nos objetos a preocupação com a sobrevivência coletiva da população. Com isso, eles desenvolveram soluções onde a relação do homem com os produtos de que ele necessita é baseada na racionalidade do não

desperdício e adaptação ao que é necessário. Essa lógica que acompanha as populações dessa região desde o tempo dos *vikings* é perceptível também no design.

O que aconteceu no Japão se aproxima da realidade alemã, pois foi devido a uma necessidade de reconstrução após a Segunda Guerra que o país se industrializou. Porém o salto de desenvolvimento que ocorreu no Japão em um curto espaço de tempo criou uma realidade onde a transição de um país feudal para um industrializado de forma gradativa e completa não ocorreu, gerando um país híbrido de alta tecnologia que convive com tradições milenares em seu cotidiano.

Figura 2 - Comparativo entre os contextos e as características do design dos locais.

Local	Contexto	Características do design
Escandinávia	Escassez de recursos em parte do ano; Baixa diversidade de recursos; Inverno rigoroso.	Uso responsável dos recursos disponíveis; Desenvolvimento de técnicas para melhor aproveitamento de materiais; Relação homem/produto como foco.
Alemanha	País destruído após as guerras; Empresas com baixa capacidade produtiva; População sem poder de compra (desvalorização da moeda).	Forma segue função e valores meramente estéticos descartados; Produtos de baixo custo produtivo e preços acessíveis; Produto feito para durar.
Japão	Reconstrução após a segunda guerra; Rápida transição do feudal para o industrial: tradição e moderno juntos; Fornecedor industrial para os EUA.	Aplicação da tecnologia rapidamente desenvolvida através da educação; Influência parcial de produtos dos EUA (principal mercado importador).

Fonte: Do autor (2012)

Nos casos do Japão e da Escandinávia, ainda vale ressaltar como as crenças e a cultura vinculada tradicional dessas duas localidades foram de importante aporte para o caminho por eles seguido. Para os japoneses pela mudança drástica, e para os escandinavos por uma antiga cultura de bem estar coletivo já enraizada na população. A Figura 2 mostra alguns exemplos do contexto de consolidação do design de cada uma das três localidades analisadas e as características geradas no design de cada uma delas.

A Figura 3 mostra um comparativo entre produtos escandinavos, japoneses e alemães de segmentos variados para a percepção de como os produtos apresentam semelhança como um todo, mas cada um com características próprias que os diferenciam.

Fazendo uma análise dos produtos apresentados na Figura 3, é possível perceber como cada um dos locais analisados possui uma aplicação estética bem característica,

mesmo em setores diferentes: nos escandinavos o uso de materiais em processos diferenciados para chegar em um produto simples e humano, nos alemães a aplicação do contraste de materiais e formas retas que passam a ideia de bom funcionamento e nos japoneses o equilíbrio sutil que transmite eficiência com a melhor tecnologia disponível no momento.

Figura 3 - Quadro comparativo entre produtos da Escandinávia, Alemanha e Japão de diferentes segmentos.

PRODUTOS\LOCAIS	Escandinávia	Alemanha	Japão
Automóveis			
Móveis			
Utensílios (Pimenteiro)			
Brinquedos			

Fonte: Do autor (2012)

Entre os setores exemplificados na figura, cabe um destaque nos brinquedos que reúnem diversos aspectos dos designs desses locais. No caso do conjunto do trem em madeira da IKEA, o design escandinavo está bem representado pelo uso do material de forma diferenciada e lúdica, trazendo um objeto que normalmente é pesado, o próprio trem, de uma forma leve ao universo infantil, além do sistema desmontável de trilhos de fácil manipulação, seguindo bem o foco da boa relação entre o homem e o objeto do design escandinavo.

Já o Playmobil é um caso de sucesso da indústria alemã que na época da crise do petróleo diminuiu a quantidade de material do produto e gerou uma série de acessórios que variando as cores e alguns detalhes combinados aos bonecos criando assim diferentes universos para a criança brincar, seguindo a filosofia do “menos é mais”.

O brinquedo japonês do policial de moto apresenta uma característica estética clássica, pois é fabricado em metal e com a pintura bem detalhada, mas possui um sistema de funcionamento à pilha, que era uma tecnologia avançada para a década de 1960, época de seu lançamento. Detalhe: o policial é branco e possui olhos azuis, seguindo bem a influência americana sobre o Japão durante a época após a Segunda Guerra Mundial.

Portanto, por mais que existam alguns padrões de design que seguem uma lógica própria, mesmo aqueles que trilham um caminho mais racional como é o caso do funcionalismo, eles sofrem variações significativas de acordo com o contexto e a cultura histórica ao ponto de criar perfis bem específicos e que se tornam referência justamente por suas particularidades.

2.2 DESIGN E INDÚSTRIA BRASILEIRA

A manufatura de objetos no Brasil existia antes da chegada dos portugueses. Segundo Dias (2004, p. 19) “na época do descobrimento do Brasil, habitavam nosso país cerca de cinco milhões de índios; assim, a produção de bens materiais brasileiros tem origem no artesanato indígena, que produziam suas casas, objetos utilitários do cotidiano, utensílios de caça-pesca, armas, instrumentos musicais, peças de vestuário e adereços pessoais”.

Porém, mesmo com a chegada dos europeus, o crescimento industrial no país foi limitado por séculos inicialmente pela condição de colônia que enviava matéria-prima e recebia produtos industrializados e posteriormente pelo domínio de países mais desenvolvidos em tecnologias produtivas. De acordo com Iglésias (1993, p. 7) a industrialização brasileira “começou com os índios e a colonização portuguesa, embora só em período recente tenha conhecido impulso maior, até obter definitivo lugar na economia, na sociedade e na política”.

Antes dessa consolidação, os artefatos brasileiros eram, em sua maioria, objetos de baixo valor para uso cotidiano e que demandavam grandes volumes que dificultavam a

importação, como roupas para escravos na época do Brasil-colônia, tecidos dos uniformes das tropas, utensílios domésticos simples, cestarias, calçados, entre outros. O cenário mudou efetivamente na primeira metade do século XX devido às duas Guerras Mundiais e à crise de 1929 que resultou no corte de exportações dos países fornecedores ao mercado brasileiro, seja por direcionar recursos para a guerra ou pelo estado de crise econômica. Com isso, indústrias locais surgiram para atender à demanda, outrora suprida por produtos importados. Iglésias (1993) destaca que, no Segundo Censo Industrial Brasileiro, em 1907, foi levantada a existência de cerca de 3.000 empresas; já em 1920 eram aproximadamente 13.000, sendo que cerca de 6.000 delas foram criadas durante a Primeira Guerra Mundial.

2.2.1 Consolidação do design no Brasil

Com o surgimento das primeiras indústrias no Brasil, surgiu também a necessidade do desenvolvimento de projetos. Mesmo assim esse movimento foi inicialmente modesto e dirigido à adaptação dos produtos importados à tecnologia existente no país. Somente na década de 1950 o design começa o seu processo de consolidação devido a um período de rápida industrialização, crescimento urbano e fortalecimento da economia que dura até o fim da década de 1970.

Nesse período ocorreram significativos investimentos na indústria de base, programas nacionais de expansão industrial e aberturas ao capital estrangeiro de indústrias de bens de consumo duráveis. Vale destacar também o Programa Estratégico de Desenvolvimento, de 1967, estabelecido pelo Governo Militar que assumiu o poder em 1964. Moraes (2006, p. 82) coloca que “o plano de ação do governo militar procurava propiciar, na verdade, as estruturas bases para o assentamento de novos parques produtivos, visando uma forte e rápida industrialização no Brasil”. O autor destaca que esse programa de industrialização era similar à política de substituição de importações iniciada na década anterior pelo governo democrático.

Em meio a esse cenário, a atividade do designer era exercida por profissionais de áreas próximas, como arquitetos, ilustradores, artistas plásticos e engenheiros. Eles buscavam suprir uma demanda por um profissional que ainda não era comum no país, o que incentivou a formação de escolas de design. Segundo Fernandez e Bonsiepe (2008), ações de ensino do design aconteceram desde a década de 1950, como o Instituto de Arte

Contemporânea (IAC) que buscou estabelecer relações entre a indústria e os estudantes no período de 1951 e 1953, funcionando dentro do Museu de Arte de São Paulo, o MASP.

Nos anos seguintes, duas das principais instituições de ensino do design dos dias de hoje são fundadas. Segundo Dias (2004), a Fundação Mineira de Artes (FUMA) foi fundada em 1954 como uma instituição de ensino do design em nível técnico e obteve o reconhecimento como curso superior em 1964. Incorporada em 1990, a FUMA atualmente faz parte da Universidade do Estado de Minas Gerais denominada como Escola de Design.

Já a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI) foi a primeira instituição de ensino superior do design a se firmar no Brasil. Em 1963 a ESDI deu início a suas atividades de formação e capacitação de profissionais da área do design adotando o modelo funcionalista da escola alemã de Ulm.

De acordo com Bomfim (1995, p. 128), “o governo privilegiou a pesquisa e o ensino nas áreas tecnológicas e essa política acabou provocando um ‘boom’ de cursos de design: entre 1971 e 1975 foram criados 13 novos cursos de graduação em desenho industrial”, mesmo a maioria sendo apenas uma adaptação de antigos cursos de Belas Artes. Nessa época ainda surgiram outras instituições para incentivar o crescimento da profissão, como a Associação Brasileira de Desenho Industrial, a ABDI, em 1963 e a Associação Profissional de Desenhistas Industriais, já em 1978.

Assim como a ascensão econômica entre 1950 e 1979 colaborou para o crescimento da profissão dentro da indústria, a crise da década seguinte fez com que a oferta de empregos caísse, forçando os designers a encontrar alternativas, como o modelo de auto produção ou produção em série limitada. Moraes (2006) destaca que essa prática foi interrompida durante os anos 1960 pela expectativa de produzir em larga escala no modelo industrial brasileiro da época.

O desenvolvimento de móveis e objetos de decoração retratava a situação econômica. A classe alta brasileira enriqueceu e aumentou o nível de sofisticação demandando produtos caros que valorizavam aspectos culturais e baseados nos padrões italianos. Em contrapartida a classe média brasileira cada dia mais empobrecida demandava produtos simples onde o foco era baixar o preço a todo custo.

Em caminho contrário aos demais segmentos do mercado na década de 1980, o

design aplicado ao *business to business* ganhou força, principalmente no campo de tecnologias e suportes para sistemas bancários, multinacionais diversas e setor da educação. De acordo com Fernandez e Bonsiepe (2008), empresas de informática que davam aporte a diversos setores da economia brasileira, principalmente aos bancos com a automação de serviços através de computadores para uso de funcionários e em caixas eletrônicos de autosserviço demandaram serviços de design.

A década seguinte começa com um importante marco para a economia brasileira: a abertura dos portos para a importação de produtos industrializados, em 1990. Produtos nacionais, antes protegidos por reserva de mercado e altos impostos, passaram a disputar mercado com os originários de outros países e com notória melhor qualidade graças a parques industriais mais sofisticados.

O processo de globalização somado à massificação do fluxo de informações, principalmente com a popularização da internet do fim da década de 1990 em diante, fez com que surgisse, segundo Fernandez e Bonsiepe (2008), um perfil de profissional chamado de “designer internacional” que trabalha desde projetos para empresas multinacionais até pequenas empresas que atuam em mercados locais.

Esse perfil do designer internacional é consequência direta da organização econômica global que se aplica em dois lados opostos, pois “a informação e o consumo se globalizam através da fácil e rápida comercialização em nível mundial; paradoxalmente, sabemos que, por outro lado, a produção tende a se localizar, de acordo com os interesses estratégicos das Empresas Transnacionais (ETNs) e das vantagens que lhes são oferecidas num ou noutro país” (Moraes, 2006, p. 205). A década de 1990 foi marcada também pelo processo de privatização de estatais brasileiras, logo serviços que antes eram de responsabilidade governamental passaram para a iniciativa privada. Por outro lado, cresce o número de ações políticas para os incentivos a pequenos negócios locais.

Fernandez e Bonsiepe (2008) destacam programas como os do SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) que promovem o trabalho de designers como consultores para o desenvolvimento de empreendimentos sem recursos para investir em design, financiando totalmente ou parte das horas de trabalho desses profissionais, objetivando o aumento da competitividade em um mercado de produtos globais sem perder como valor a origem do produto.

Já nos anos 2000 o empreendedorismo de produtos pelos próprios designers se torna uma alternativa. Diferente de anos anteriores onde o foco era local, a evolução da internet e das redes sociais somada ao processo de terceirização da produção com preços mais acessíveis devido à evolução tecnológica possibilitam aos designers desenvolver produtos e comercializá-los globalmente. Vale destacar a ampliação das vendas via internet, graças a sites de comercialização como Amazon.com e eBay, além de novos meios de pagamentos seguros, como o PayPal.

Tais recursos proporcionam o alcance de um possível cliente independente de sua posição geográfica, só dependendo do acesso à internet, eliminando atravessadores e estabelecendo relação direta com o consumidor de forma mais rápida, barata e direta.

Todo esse contexto mostra que o processo industrial brasileiro foi por saltos, o que influencia diretamente como o design brasileiro se desenvolveu. Esse entendimento, segundo Moraes (2006, p. 72), é “não somente considerar a nossa imperfeição de percurso rumo à modernidade, mas, de forma ainda mais complexa, reconhecer os vários ‘espaços vazios e incompletos’ no nosso percurso formativo de industrialização e, como sua consequência, de estabelecimento do nosso design”. Ou seja, como o design está diretamente ligado ao fluxo da cadeia de bens de consumo, principalmente às indústrias, é necessário um cenário bem definido para que possam ser estabelecidos os alicerces de uma cultura de design própria.

2.2.2 Micro, pequenas e médias empresas

Dentro do universo industrial brasileiro, o grupo de empresas de menor porte tem importante participação no desenvolvimento social e no econômico. De acordo com IBGE (2001), os pequenos empreendimentos respondiam por 20% do PIB brasileiro e 60% dos empregos formais do país, sendo que a oferta de novas vagas subiu 80% em 2012, segundo o SEBRAE (2012).

Segundo Dâmaso (2000), elas são importantes não apenas pela geração de empregos, mas também por gerarem divisas, proporem inovações, diminuir as diferenças regionais de desenvolvimento e distribuírem renda socialmente e, geograficamente, colaborando para a economia em pequenas cidades e regiões mais afastadas das grandes metrópoles.

Se por um lado empresas de maior porte têm mais recursos financeiros para investimentos e mercados maiores para vender seus produtos, as empresas de menor porte são mais flexíveis e ágeis para adaptação a novas necessidades por sua estrutura mais enxuta e com fluxo mais rápido de comunicação. Por isso nas pequenas empresas existem oportunidades para desenvolvimento de novos produtos, inclusive exigindo soluções mais interessantes por parte dos designers para que esse produto seja competitivo frente aos de empresas maiores com mais investimentos tecnológicos.

A definição do porte de um empreendimento não é equivalente em diversos países. No Reino Unido, por exemplo, são usadas pelo menos três definições. Bruce, Cooper e Vazquez (1999) destacam que, em uma dessas definições, o tamanho das empresas está vinculado ao setor a que elas se enquadram, logo o que é pequena empresa para um setor pode não ser para outro, mesmo que os dados de referência sejam idênticos.

No Brasil são adotadas duas definições do porte desses empreendimentos. A Lei Geral da Micro e Pequena Empresa, sancionada em dezembro de 2006 e adotada pelo SEBRAE, define o porte de acordo com a receita bruta anual, sendo que até R\$360.000,00 para microempresas e entre R\$360.000,01 e R\$3.600.000,00 para pequena empresa. Já para a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) o tamanho da empresa é dado pelo número de empregados, estabelecendo que até 9 empregados caracteriza uma microempresa, de 10 a 99 pequena empresa, de 100 a 499 média empresa e acima disso já é considerada uma grande empresa.

Além da Lei Geral da Micro e Pequena Empresa, ações em prol de empreendimentos de pequeno porte existem desde a Constituição de 1988 tanto para o surgimento, quanto para a manutenção. Incentivos posteriores são estabelecidos, como o Simples Federal, de 1996, para simplificar o recolhimento de tributos e contribuições, o Estatuto Federal da MPE que institui benefícios no âmbito nacional em 1999 e a criação do Microempreendedor Individual em 2008, entre outros.

Em primeiro de abril de 2013 foi publicada no Diário Oficial da União a lei sancionada pela presidente Dilma Rousseff que cria a Secretaria da Micro e Pequena Empresa. O órgão possui peso de Ministério e tem como missão assessorar a presidência na formulação e implementação de políticas voltadas para as micro e pequenas empresas com o objetivo de apoiar e incentivar esses empreendimentos.

Comparada a de outros países, a política brasileira de incentivos aos empreendimentos de menor porte é uma das mais relevantes e ativas. Além do Brasil, só a Índia possui um ministério focado nessas empresas, segundo a Revista Exame (2013). Porém, mesmo o ministério lá existindo há mais de 50 anos, o empresário indiano é um dos que mais sofre com burocracia. Ainda segundo a publicação, em outros países os programas de incentivos fazem parte de órgãos não exclusivos, como na Alemanha em que as iniciativas ficam dentro do Ministério de Economia e Tecnologia e no Reino Unido a responsabilidade é do Departamento de Negócios, Inovação e Técnica.

Para Bruce, Cooper e Vazquez (1999), uma característica recorrente em empreendimentos de menor porte é a personalização da empresa por meio do reflexo do proprietário que age como gerente e onde as soluções são dadas em um contexto prático conforme as demandas vão surgindo e não seguindo um planejamento a longo prazo para a empresa, o que é mais indicado.

Além de tornar a empresa mais dependente de um indivíduo, nesse aspecto é que existe uma diferença considerável de gestão entre os empreendimentos menores e os maiores. Nas empresas maiores o papel de gestão e a estrutura são trabalhadas de forma que a personalidade aplicada é a da empresa e não do proprietário, que delega o gerenciamento a um funcionário capacitado, em alguns casos também com a participação de um conselho diretor.

2.3 GESTÃO DO DESIGN

2.3.1 Prática da gestão do design

A gestão do design é definida por Mozota (2011, p. 95) como sendo a “implementação do design como um programa formal de atividades dentro de uma corporação por meio da comunicação da relevância do design para as metas corporativas de longo prazo e da coordenação dos recursos de design em todos os níveis da atividade corporativa para atingir os seus objetivos”.

De acordo com o Centro Português de Design (1997, p. 14), é papel da gestão de design “ocupar-se de gerir recursos humanos e materiais, desde o nascimento de uma ideia até ao seu lançamento no mercado”. Ainda segundo CPD, a gestão do design busca no plano

empresarial proporcionar organização e clima favoráveis para o nascimento de novos produtos através de condições e meios adequados.

A gestão do design trata todo o contexto da empresa como um projeto maior e integrado a produtos, serviços, formas de comunicação, produção, entre outros elementos. Por isso, entender o produto como algo bem superior a um simples objeto e como parte de um sistema de comunicação e identificação da empresa é o caminho para fazer gestão de design. Quarante (1992, p. 37) destaca que “os produtos são suporte de informação e nos proporcionam dados sobre sua existência, seu uso, sua procedência e sua qualidade. Contudo, nesse sistema, o produto também pode ser considerado como simples vetor de um supersistema que é o da própria empresa e sua dinâmica”.

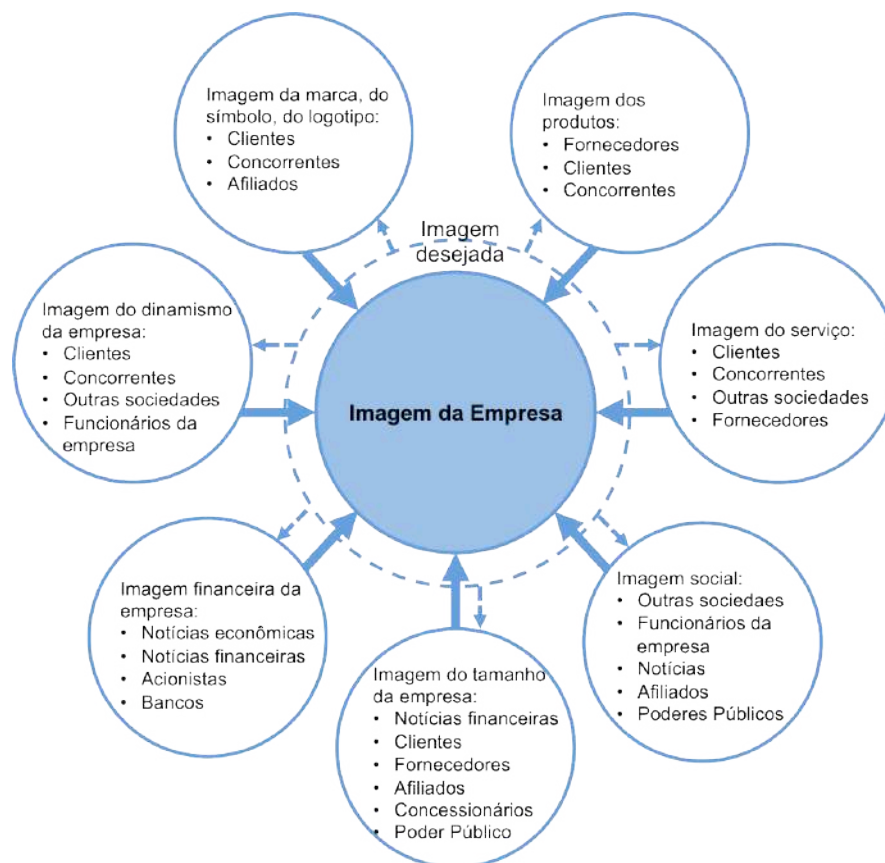
Dessa forma, o design dos produtos é um elemento que faz parte de um conjunto de ações da empresa que caracterizam sua mensagem que é transmitida no mercado. Outros exemplos de elementos que compõe esse conjunto de ações são estratégia comunicacional, gestão de processos e desenvolvimento de outras áreas, como as engenharias envolvidas.

Quarante (1992) destaca também que em algumas empresas existe uma confusão entre o “ser” e o “parecer”. Em momentos de divulgação de um produto específico ou de uma modificação, como uma atualização da marca da empresa, é feito um trabalho promocional em que os valores do produto podem se confundir com os valores de toda a empresa, o que nem sempre é o fato. Por exemplo, se uma empresa de veículos lança um novo modelo esportivo e adequa toda a comunicação da empresa para esse segmento, os veículos com outros propósitos, como os familiares ou os para uso profissional, podem sofrer por não estarem de acordo com o novo plano comunicacional empregado.

Quarante (1992) ainda defende que as mudanças adotadas pelas empresas para manter uma coerência entre estratégia e tudo o que pode ser interpretado como uma manifestação da empresa só começaram a ser adotadas com mais força após casos de empresas como Braun e Olivetti. Essas manifestações são interpretadas como a imagem apresentada, que é dividida pelo autor como imagem de marca e de empresa. A imagem de marca é aquela que formamos mentalmente quando lemos, ouvimos ou falamos uma marca, já a imagem de empresa é a que faz operativa a imagem de marca. É aquela que pode controlar através das ações da empresa como a imagem de marca é percebida: “no melhor dos casos, ela deveria resultar em uma adequação e uma concordância entre a

estratégia da imagem de empresa e o resultado percebido pelo público quando se pensa na marca” (QUARANTE, 1992, p. 43).

Figura 4 - Imagem da empresa: reflexo e diferença entre projeto e realidade.



Fonte: Quarante (1992, p. 43)

Na Figura 4, a autora faz um paralelo da relação entre a imagem projetada da empresa e a imagem que a empresa obtém. Nela é possível perceber que para cada tipo de imagem existem diferentes atores que influenciam em como cada aspecto da empresa é visto e que a soma de todos é a real imagem que a empresa obtém. Por isso a gestão de design é pensada em um processo completo da empresa e não em aspectos pontuais.

A gestão de projeto e processo de concepção é aplicável, segundo Quarante (1994, p. 59), em “qualquer tentativa de concepção industrial e qualquer processo de design só estarão justificados quando existir uma necessidade”. Entre a necessidade e o produto final é estabelecido um processo de gestão para o entendimento do contexto onde o projeto será aplicado e assim adaptar o processo de concepção para o desenvolvimento da melhor solução possível. Durante todo o processo de design, são estabelecidas etapas que Quarante (1992) exemplifica conforme a Figura 5.

Figura 5 - Etapas do processo de design.



Fonte: Quarante (1992, p. 73)

De um modo geral, o processo é composto por etapas que se completam e proporcionam que o projeto se desenvolva da maneira mais interessante de acordo com o contexto. O início se dá na fase de identificação do problema, onde ele será entendido e transformado em um caminho para que a necessidade seja atendida através de um resultado de um processo de design. A segunda etapa é a análise de todo o contexto envolvido para que sejam traçados os aspectos do projeto e definida a sua factibilidade.

Caso a factibilidade seja confirmada, são iniciados os estudos para direcionamento do desenvolvimento a partir de ideias preliminares onde as mais relevantes serão desenvolvidas em uma etapa mais detalhada. Nessa etapa incluem-se os primeiros modelos físicos, desde o mais simples até os mais elaborados para uma avaliação de como o produto se comporta no espaço real.

Após a avaliação dos modelos, os ajustes necessários são revizados e o produto pode ser encaminhado para a etapa de desenvolvimento da pré-série, que busca identificar como aquele produto já desenvolvido e com suas funcionalidades testadas em modelos reais próximos do produto final se comporta em uma linha de produção. Após a pré-série, são realizados os ajustes e as modificações para a adaptação à produção final e o lançamento do produto.

2.3.2 Gestão do design em micro, pequenas e médias empresas (MPMEs)

Segundo Bruce, Cooper e Vazquez (1999) a forma como as pequenas empresas investem em conhecimentos de design para desenvolvimento de novos produtos e identidades que comuniquem seus serviços é pouco compreendida. Por mais que alguns empresários tenham investido em design por meio da terceirização e percebido retorno positivo graças à atividade, a maioria das empresas tem receio em contratar designers pela falta de certeza do resultado do investimento de acordo com pesquisa conduzidas pelas autoras.

Para Dias, Mineiro e Matos (2012), essas empresas “não somente têm dificuldade em incorporar a cultura da inovação, mas também em entender os benefícios do design”. Ainda segundo os autores, falta de recursos para contratações qualificadas ou acesso a conhecimentos avançados, gestão limitada, falta de cultura de cooperação e experiência com parcerias, falta de experiência em trabalhar informações mercadológicas e tecnológicas e acesso financeiro limitado são características internas dessas empresas.

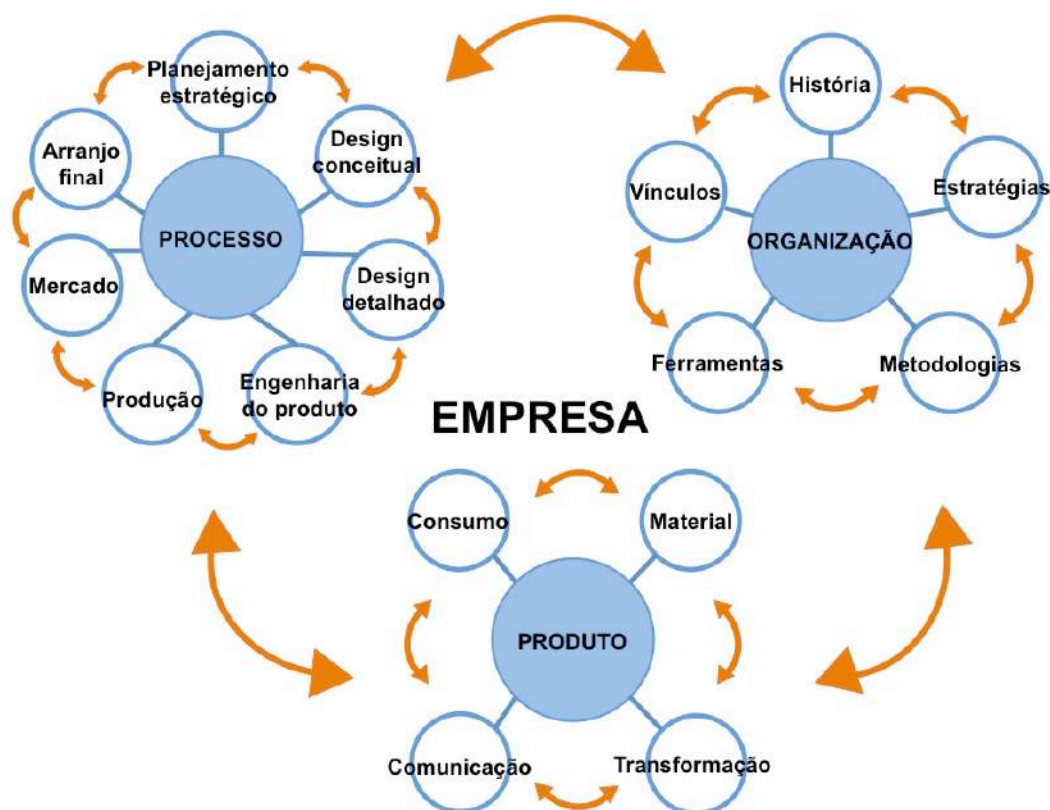
Porém, vale ressaltar que as medidas de apoio para o desenvolvimento desses empreendimentos não tem o impacto esperado por problemas como o pouco conhecimento da dinâmica das MPEs, medidas genéricas sem entendimento das reais necessidades das empresas de diferentes realidades e a falta de uma avaliação dos resultados de cada ação (MACULAN, 2008).

Dessa forma, sem analisar as empresas caso a caso, programas de inserção do design voltado para a gestão em MPEs, promovido por órgãos governamentais e outras instituições, não podem ser considerados relevantes por não impactar estruturalmente a forma como a empresa age, mas apenas alterando o raciocínio para o projeto vinculado ao programa, tornando esse projeto uma ação pontual que na maioria dos casos não dialoga com os demais projetos inseridos na empresa.

Visando melhorar essa relação, instituições de promoção do design trabalham em ações onde a gestão do design busca, de forma estratégica, colaborar para o desenvolvimento de empreendimentos de menor porte. Próximo ao Brasil, podemos destacar um trabalho publicado pelo Centro Metropolitano de Diseño (CMD) de Buenos Aires, capital da Argentina. No documento *En torno al producto – Diseño estratégico e innovación PYME en la Ciudad de Buenos Aires*, de 2005, os aspectos das pequenas e médias empresas são tratados de forma específica em cada caso, fazendo assim com que sejam desenvolvidas as áreas da empresa buscando um crescimento equilibrado e melhorando a competitividade do produto ou serviço oferecido.

No Programa de Design de Buenos Aires, segundo Ariza e Ramírez (2007), as análises e intervenções são consideradas seguindo três grupos internos e interligados das empresas: organização, processo e produto. Cada grupo possui setores que colaboram para a estrutura da empresa, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Esquema de análise de empresa.



Fonte: Ariza e Ramírez (2007, p. 1)

Essa estrutura proposta para analisar as empresas é uma opção para a compreensão do empreendimento como um todo, uma vez que negócios de pequeno porte tendem a ter uma personalização na estrutura e na gestão, conforme já foi citado anteriormente.

As autoras destacam que o reflexo dessa personalização muitas vezes é a dificuldade de levantar um número de informações necessárias para o desenvolvimento de um bom projeto de design. Os designers precisam ter informações do mercado-alvo, concorrentes, preço foco, detalhes de modos de produção e planejamento de implementação para evitar desperdício de recursos por problemas inesperados. Esse tipo de informação que pode ser difícil de ser levantado em empresas onde as ações são tomadas de acordo com demanda e sem planejamento, o que é uma característica de empreendimentos de menor porte.

Para uma eficaz aplicação da gestão de design em empresas de menor porte, existe a necessidade de conscientização e capacitação das empresas para entender e avaliar como o design pode ser aplicado em sua realidade gerando retorno e assim a atividade ganhe espaço entre as pequenas empresas.

2.4 ESTRATÉGIA PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS

Dentre os aspectos da gestão do design, trabalhar os projetos pensando em todo o contexto do produto dentro da empresa é importante para o aumento da eficiência em todos os setores possíveis. Dessa forma, uma visão geral de como podem ser adicionados benefícios, seja para o funcionário da empresa ou para o usuário final. Para tal, diversas estratégias foram desenvolvidas, sendo que elas se enquadram em um conceito de flexibilização. Segundo Guedes (2008), flexibilização é a facilidade de adaptação a diferentes contextos que sistemas ou componentes têm por meio de modificações e rearranjos. A ideia é que esses sistemas ou componentes trabalhem situações diferentes das quais eles foram projetados com mudanças mais simples possível. Para Marlet (2005), esse raciocínio possibilita o aumento da vida útil dos produtos, bem como maior identificação dos usuários com os mesmos, uma vez que o produto é adaptável também à necessidade desses usuários.

Rios (2012) defende que existem diversos tipos de flexibilidade. Segundo ele, outros autores, como Galfetti (1997) e Manzini e Vezzoli (2008), tratam basicamente da flexibilidade em dois tipos. O primeiro durante o processo de concepção, como na compra de um automóvel onde é possível escolher cor, acessórios e algumas configurações, e o segundo que permite a modificação do produto a longo prazo, permitindo assim que o usuário adapte o produto de acordo com sua necessidade durante o uso. Rios (2012, p. 82) argumenta que “nessa categoria percebe-se uma visão do design de forma mais sistêmica: o produto não se limita às transformações anteriores à compra, mas também seu potencial de mutabilidade durante todo ciclo de vida”.

Rios (2012) cita como uma alternativa a essa visão ambígua a sugestão de Zacar (2010) para a aplicação da flexibilidade na análise das dimensões funcionais dos produtos classificadas por Lobach (2001), que divide em funções de uso, funções técnicas e funções simbólicas. Dessa forma, Rios (2012) sintetiza essa ideia conforme a Figura 7.

Segundo o autor, as funções de uso permitem explorar a flexibilidade por meio de indefinição e/ou simplificação das funções, tornando-se alternativas viáveis no desenvolvimento de produtos mais abertos a alterações e mais duráveis. Já as funções técnicas permitem adaptação e atualização tecnológica visando o prolongamento da vida útil do produto frente às inovações tecnológicas. No campo das funções simbólicas é

possível adaptar o produto a valores subjetivos do comportamento humano, como motivações psicológicas, sistemas de valores e referências socioculturais.

Figura 7 - Flexibilidade nas funções de uso, técnicas e simbólicas em um projeto de design.

Flexibilidade	Estratégias de design
Nas funções de uso	Baixa especialização, multifuncionalidade indefinida e simplicidade
Nas funções técnicas	Atualização tecnológica, modularização e transparência
Nas funções simbólicas	Atualização estética e exploração da estética local; Materiais que sofram alterações estéticas positivas ao longo do tempo; Customização, personalização e alteridade

Fonte: Rios (2012)

Dessa forma, o produto que possuir o maior número de adaptações possíveis aumenta as chances de ser inserido em mais contextos diferentes.

Recursos para estabelecer a flexibilização em um projeto, processos e ações foram desenvolvidas ao longo do processo de evolução da indústria. Para chegar a melhorias do projeto como um todo, o desenvolvimento de soluções passou a atuar em níveis pontuais onde é possível estabelecer benefícios que combinados atuam de forma panorâmica em todo o produto.

Para o presente trabalho serão consideradas estratégias pertinentes de aplicação no desenvolvimento de equipamentos de lapidação considerando principalmente aspectos que facilitam processos de montagem, manutenção e adaptação do produto a necessidades variadas, sendo eles:

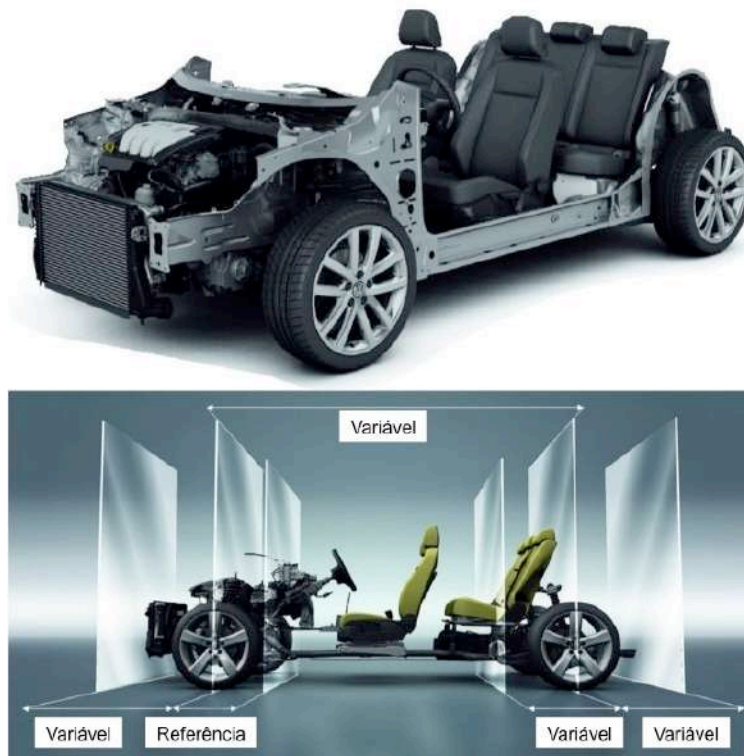
- projeto plataforma;
- design para reparabilidade ou manutenção;
- design para durabilidade ou perdurabilidade adequada;
- design para atualização ou adaptabilidade;
- design por componente;
- modularidade;
- multifuncionalidade.

2.4.1 Projeto plataforma

Consiste no uso de uma plataforma comum que pode dar origem a diversos produtos com a combinação de diferentes componentes aplicados a essa plataforma. Segundo Meyer (1997), tal estratégia possibilita a diminuição de custos através da produção de um menor número de componentes, pois é a combinação que proporciona a diversidade. Esse sistema é muito utilizado por diferentes setores industriais, sendo o mais famoso no setor automotivo. Existem plataformas que são compartilhadas entre veículos de uma mesma família de produtos ou mesmo de diferentes marcas quando pertencem a um mesmo grupo empresarial.

A Figura 8 apresenta o esquema da plataforma *Modularer Querbaukasten* (MQB), ou Matriz Modular Transversal, que é utilizada pela Volkswagen em diversos veículos de sua linha, como o Golf VII, Polo, Fusca, Scirocco, Jetta, Tiguan, Touran, Sharan, Passat, Touareg e CC. A plataforma também é compartilhada nos veículos derivados desses modelos que pertencem ao portfólio de outras marcas do grupo, como Audi, Skoda, Seat, Porsche e Lamborghini.

Figura 8 - Plataforma MQB da Volkswagen.



Fonte: Motordream (2012)

2.4.2 Design para reparabilidade ou manutenção

Segundo Rios (2012, p. 90), essa modalidade “objetiva facilitar o acesso e a troca de peças e componentes, tanto em relação aos procedimentos técnico-operacionais no ato da substituição, quanto em termos de disponibilidade e distribuição de peças de reposição avulsas no mercado”. Tal estratégia de projeto colabora para uma vida útil contínua do produto, uma vez que ela pode ser prolongada com a substituição tanto de componentes que sofrem desgastes com o uso, quanto de componentes mais duráveis que sofrem avarias não esperadas. Dessa forma, apenas uma parte do produto é substituída e eliminada, colaborando também para aspectos de sustentabilidade por gerar menos resíduo em caso de algum problema comparado a um produto em que a manutenção não é considerada no seu projeto.

2.4.3 Design para durabilidade e perdurabilidade

O mesmo raciocínio da estratégia anterior também colabora para a durabilidade e perdurabilidade, uma vez que essa visa aplicar materiais para que o produto mantenha-se funcional conforme a passagem do tempo, sendo que a equalização desse tempo de uso é importante. Ou seja, se relacionarmos a durabilidade e a perdurabilidade com a reparabilidade e a manutenção, teremos uma espécie de equação onde os componentes que sofrem desgaste de uso são dimensionados para o seu tempo, bem como os mais duráveis são dimensionados para tal. Dessa forma, o projeto leva em consideração os aspectos de eficiência para que os produtos e seus componentes tenham uma vida útil coerente com o uso, caso contrário essa discrepância resultaria em um desperdício, como enfatizam Manzini e Vezzoli (2008).

O *skate* (Figura 9) é um exemplo de produto onde podem ser identificados esses raciocínios. Cada peça é confeccionada em um material que permite o melhor desempenho para sua função e está de acordo com a sua vida útil. A prancha, fabricada principalmente de madeira laminada e resina, é substituída com frequência, enquanto os eixos, rodas e outros componentes possuem vida útil maior, mas ainda sim em diferentes tempos. Porém, a montagem, desmontagem e substituição de cada peça é simples e existe a disponibilidade dos componentes avulsos no mercado em larga escala. Com isso, permite inclusive a substituição de subcomponentes, como os amortecedores de polímero dos eixos e a lixa

para aumento do atrito que é colada na prancha, mas pode se desgastar mais rápido.

Figura 9 - Skate.



Fonte: Skateware House (2012)

2.4.4 Design para a atualização e adaptabilidade

Com o propósito de aumentar a vida útil de um produto como visto nas estratégias da reparabilidade ou manutenção, durabilidade e perdurabilidade, o design para atualização e adaptabilidade é aplicado principalmente quando o produto está diretamente ligado a aspectos tecnológicos e suas variações. Através dessa estratégia um produto pode acompanhar evoluções tecnológicas e mudanças de comportamento de uso por meio de adaptação pontual daquilo que é necessário. Dessa forma, oferecer recursos que possam substituir recursos insatisfatórios ou adicionar mais recursos aos produtos é uma estratégia inteligente para aumento da vida útil de um produto, bem como torná-lo mais adaptável a novas condições de aplicação, como a evolução técnica do usuário.

Um exemplo de produto onde esse conceito é aplicado são as bicicletas (Figura 10). Elas podem variar, desde modelos mais simples para passeio, até modelos mais sofisticados para atletas profissionais. Porém, mesmo com essa discrepância de uso, o padrão de montagem dos componentes é bem similar, permitindo assim que uma bicicleta, inicialmente mais simples, possa ser equipada e, conseqüentemente, atualizada e adaptada para novos usos. Em alguns casos, os usuários misturam características aplicadas para diferentes terrenos em uma mesma bicicleta configurando-a como híbrida.

Figura 10 - Bicicleta para passeio híbrida entre montanha e asfalto.



Fonte: S2ndr (2000)

As três estratégias apresentadas a seguir tratam do desenvolvimento de soluções para o produto por partes que compõem o mesmo. Logo, podem ser consideradas também como meios para viabilizar as quatro estratégias apresentadas anteriormente. No entanto, isso não quer dizer que elas sempre serão aplicadas em conjunto ou que essa aplicação combinada seria a mais eficiente. Esse ponto foi ressaltado porque mesmo as estratégias possuindo características próprias, em alguns momentos, elas podem parecer iguais pelo fato de solucionarem determinado problema de forma bem similar.

2.4.5 Design por componente

Trata-se do desenvolvimento partindo de componentes vinculados aos aspectos funcionais do produto. Rios (2012, p. 89) ressalta que “o processo de projeto começa com a análise de objetos desmontados, pertencentes à mesma tipologia, utilizando-se conceitos associados à engenharia reversa”.

O autor ainda destaca que relações entre os componentes, leis físico-mecânicas e as tecnologias de produção devem ser levadas em conta para que sejam traçadas estratégias de agrupamento desses componentes. O design por componente (Figura 11) permite um processo de terceirização da produção que é largamente utilizada por indústrias de diversos setores, de vestuário a automóveis. Essa estratégia possibilita a produção de cada parte do produto em uma empresa terceirizada diferente de acordo com a expertise de cada uma; na sequência elas são enviadas para um lugar onde é feita a montagem, que pode ser também terceirizada ou diretamente ligada à empresa da marca que comercializa o produto.

Figura 11 - Apple MacBook Pro 13".



Fonte: iFixit (2010)

2.4.6 Modularidade

Trata-se da combinação de um conjunto de elementos padrão em formas diversificadas para atender a demandas pessoais, espaciais e temporais (RIOS, 2012). Esse recurso se torna mais eficiente quando apresenta facilidade de modificação por meio do usuário de forma ágil para que ele usufrua das possibilidades, com frequência, caso necessite ou deseje.

Um exemplo desse tipo de produto são os módulos em madeira da Block Work como mostra a Figura 12. A lógica da empresa é formar diferentes móveis partindo de um mesmo conjunto básico de módulos. Dessa forma o usuário tem a possibilidade de modificar o produto que tem em casa de acordo com a necessidade apenas recombinação dos módulos. Com isso, o usuário tem uma grande variação de tamanhos, funções e combinações de mesas, cadeiras, sofás, escrivaninhas, estantes, prateleiras e outros móveis sem precisar comprar um produto completo novo, apenas adicionando ou modificando a montagem dos módulos que ele já tem.

Figura 12 - Móveis montados por módulos de acordo com a necessidade do usuário.



Fonte: Block Works (2013)

2.4.7 Multifuncionalidade

Quanto à multifuncionalidade o principal benefício é diminuir fisicamente a quantidade de produtos concentrando em um só com diversas funções. Rios (2012) destaca que essa estratégia avança em sentido contrário à proliferação de produtos que a cada dia se tornam mais específicos para determinados usos. Nesse âmbito, é inegável que a evolução da tecnologia proporcionou a desmaterialização desses produtos por meio da convergência digital nas telas sensíveis ao toque e sua adaptação aos diferentes usos por meio de *softwares* que são capazes, quando combinados aos *hardwares* de dispositivos como *smartphones* e *tablets*, exercerem as mais variadas funções.

Em um artigo para o jornal estadunidense The Huffington Post, Smith (2011) aponta nove produtos que os *smartphones* tornaram obsoletos, sendo eles gravador de voz, despertador, tocadores de música em arquivo digital, telefones fixos, filmadoras, câmeras fotográficas, relógios de pulso, lanterna e aparelhos de posicionamento global via satélite

(GPS). Mas a lista de aplicações que podem ser adicionadas a um *smartphone* ou *tablet* não para por aí, desde bloco de notas, agendas de compromissos e lista contatos, até controles financeiros, transações bancárias e medidores de pressão e batimentos cardíacos; esses produtos substituem também videogames portáteis, televisões de bolso e edições de música e vídeo em tempo real para apostar na internet. Para Rios (2012, p. 91) “a multifuncionalidade requer pensar mais profundamente no processo que no produto”.

Como destaque nesse segmento, vale ressaltar *smartphones* e *tablets* de modo geral, mas os dispositivos da Apple, o iPhone e o iPad (Figura 13), merecem destaque pela aproximação em massa dessa tecnologia às pessoas.

Figura 13 - Apple iPhone e iPad.



Fonte: Apple (2013)

2.5 SETOR DE GEMAS E JOIAS

O design aplicado ao setor de gemas e joias vai além do desenvolvimento e representação gráfica de peças de joalheria, envolvendo projetar, viabilizar, selecionar materiais, definir processos e planejar produção. O designer também pode atuar em projetos que aumentem a competitividade do produto no mercado, por meio do desenvolvimento de identidades gráficas, embalagens, catálogos, espaços para comercialização e divulgação, entre outros.

Além de atuar em projetos mais próximos da ponta final da cadeia, o design contribui com o setor de joias no desenvolvimento dos equipamentos e ferramentas que são utilizados na extração, beneficiamento e transformação das matérias-primas em produtos finais.

2.5.1 O design de gemas e joias no Brasil

Adornos pessoais existem no continente americano, incluindo o Brasil, desde a era Pré-Colombiana. Esses adornos eram utilizados pelas civilizações que aqui habitavam antes da chegada dos europeus principalmente envolvendo rituais e cerimônias, fazendo parte da identidade desses povos. Segundo Gola (2008, p. 78), “as culturas indígenas mostram-se identificáveis nos vários objetos encontrados, nas tradições e nos adornos”. Como as extensões territoriais proporcionavam uma diversidade de recursos, sendo alguns específicos de cada região, as diferentes tribos utilizavam diferentes matérias-primas para confeccionar os adornos que referenciavam diferentes simbolismos.

Retirados da natureza, a lista dos materiais utilizados por essas sociedades é composta por sementes, pedaços de madeira, minerais diversos, conchas, ossos, dentes de animais e penas de aves. Gola (2008) destaca que o valor de uma pulseira de penas para os indígenas pode ser equiparado ao valor de uma pulseira de diamantes para os europeus, sendo que ele é proporcional ao quão raro é o pássaro de origem.

Apesar da chegada dos portugueses ao Brasil ter ocorrido em 1500 e o processo de colonização ter se iniciado no início do século XVI, a criação artística brasileira de joias no padrão europeu se deu com consistência apenas no início do século XVII, principalmente em na região de Minas Gerais onde se concentravam as riquezas da produção de ouro.

Até esse momento, as joias que existiam no Brasil eram de origem portuguesa e chegavam à colônia como objetos pessoais de seus donos, não com o intuito específico de comercialização. O desenvolvimento local de peças ocorreu em oficinas e mestres de diferentes culturas que utilizavam os materiais disponíveis na região, o que proporcionou diferenciação em relação às joias importadas (GOLA, 2008). Essas joias eram utilizadas por famílias dos senhores de engenho abastados, burgueses enriquecidos, adorno de imagens santas em procissões e joias destinadas aos escravos para desfilarem em festas, ostentando assim a riqueza de seus senhores. Além desses adornos, era muito comum na colônia,

principalmente em São Paulo, utensílios domésticos em prata, como talheres, jarros, bandejas e outros objetos como sinos de mão para chamar criados. Não era difícil encontrar também selas de cavalo com estribos em prata.

Ao fim do século XVI, a produção de ouro tomou proporções que justificaram a instalação em 1619 de uma Casa de Fundição, em São Vicente, São Paulo. Com isso, a Coroa passa a controlar a produção obrigando que todo ouro extraído fosse fundido e marcado para a cobrança do Quinto, imposto cobrado sobre a produção do ouro que mais tarde seria motivo para a Inconfidência Mineira.

Essa decisão de Portugal influencia diretamente o setor joalheiro no Brasil, pois os artesãos deveriam registrar suas marcas e, assim como na matriz, não poderiam vender suas peças sem marcação. Mas pelas grandes distâncias da colônia que resultavam em dificuldades de comunicação, os ourives não seguiam essa obrigatoriedade e mantinham a atividade em clandestino (GOLA, 2008).

A não-marcação era uma atitude não só para burlar impostos, mas também para não identificar quem fez por motivos de cópia. A cópia continuou como uma característica desse setor, apesar da existência de mestres que utilizavam de suas raízes, principalmente negras e indígenas, para criar peças bem brasileiras, incluindo objetos bem específicos de culturas locais, como cocos, balangandãs, cuias, bombas de chimarrão e outros. Característica que manteve a indústria joalheira brasileira em uma patamar de categoria inferior perante o mundo até os anos 1980, porém essa percepção da inferioridade das peças brasileiras na hora da compra durou até o fim da década de 1990, segundo Gola (2008).

Os produtos das empresas daqui se caracterizavam como cópias de peças que já eram consagradas em outros países. Além disso, as peças não tinham qualidade no processo produtivo, pois mesmo estando tecnologicamente no mesmo patamar das grandes empresas dos países de Primeiro Mundo, a técnica dos profissionais não era suficiente para operar os equipamentos. Esses operários eram caracterizados pela baixa escolaridade e pelo processo de aprendizagem profissional ser, em sua maioria, formada dentro da própria indústria, passada por gerações anteriores da família ou treinada para uma parte específica da produção.

A abertura dos portos brasileiros para as importações em 1990 que afetou o mercado como um todo foi decisiva também na indústria joalheira. A discrepância entre o produto

importado e o nacional ficou evidente, forçando o setor não apenas a evoluir tecnologicamente e tecnicamente, como também desenvolver um diferencial próprio baseado em uma identidade autêntica.

No final dos anos 1990 os designers buscam inserir aspectos locais culturais, geográficos, naturais e sociais para gerar diferenciação nas joias comerciais. É a busca pela brasilidade que viu nas joias artesanais e nas joias para concurso um caminho para expor a criatividade de formas e uso de materiais com características locais.

Segundo Gola (2008), os concursos iniciados no fim dos anos 1980 foram importantes impulsos para mostrar a competência dos profissionais brasileiros que são finalistas com certa frequência, inclusive atualmente, apresentando trabalhos criativos que representam a habilidade técnica do uso de recursos e a alta qualidade alcançadas.

Figura 14 – Colar Elos Antique, da designer Maíra Paiva, vencedor no Prêmio IBGM de Design 2010.



Fonte: IBGM (2010)

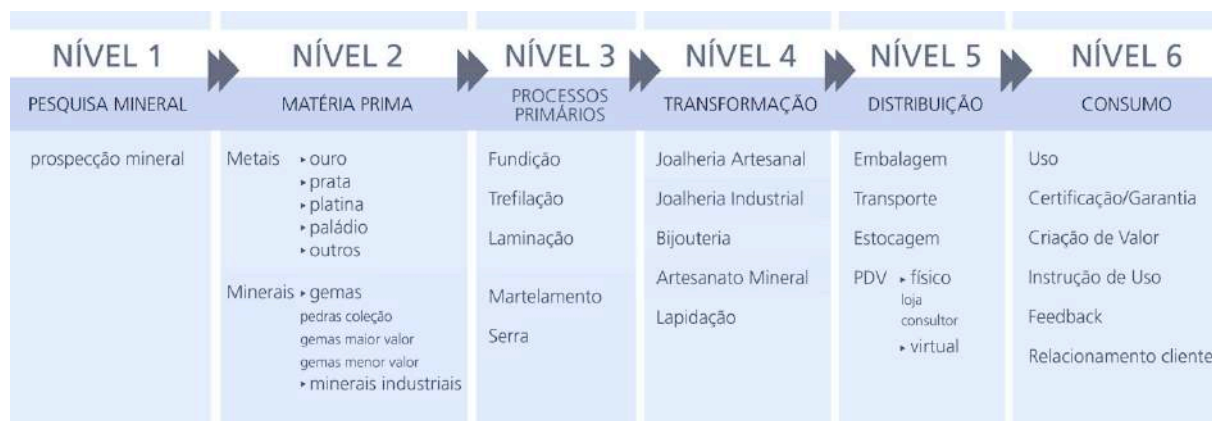
2.5.2 Cadeia produtiva no Brasil²

Para dimensionamento da cadeia produtiva, nesta seção são apresentadas considerações gerais sobre os setores industriais relacionados à atividade de beneficiamento

² O texto desse item faz parte de um artigo escrito pelo autor deste trabalho junto a outros autores que trabalharam no Projeto IDEAL. Artigo: NASCIMENTO, P. H. P.; MACIEL, M. S. M. M.; TEIXEIRA, M. B. S.; MOL, A. A. *Aspectos de mercado relevantes para o projeto de equipamentos para lapidação no Brasil*. In: 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012.

de gemas e sua distribuição no País. Serão apresentados dados sobre a cadeia produtiva de gemas e joias que compreende a extração mineral, a indústria de lapidação e artefatos de pedras, a indústria joalheira, de folheados, bijuterias, os comerciantes em atacado e varejo.

Figura 15 - Cadeia produtiva.



Fonte: Canaan (2013, p. 56)

Embora os dados sejam conflitantes, estima-se que existam, atualmente, cerca de 3.500 indústrias de lapidação, de joalheria, de artefatos de pedras e de folheados de metais preciosos, além de um grande número de empresas informais e artesãos à margem do mercado, tanto na produção quanto na comercialização de seus produtos (IBGM, 2010). A tabela 1 apresenta a distribuição de empresas por ramo de atividade no setor.

Tabela 1 - Número estimado de empresas formais em 2010.

Indústria	Lapidação/ Obras de Pedras	450
	Joalheria ouro e prata	900
	Folheados e Bijuterias	2.150
	Total Indústria	3.500
Varejo		12.000

Fonte: IBGM (2010)

Os principais polos produtivos e suas características básicas são apresentados a seguir.

O Polo de Gemas, Joias e Artesanato Mineral do Estado da Bahia tem sua indústria de lapidação e artefatos de pedras concentrada nas cidades de Salvador e Campo Formoso, apesar da grande diversificação da produção mineral do Estado, considerado o segundo maior produtor de gemas coradas do País. Relata-se a existência de 320 empresas de extração de gemas e 3500 lapidários no Estado (IBGM, 2005).

O *Polo de Gemas e Joias do Estado do Ceará* tem três cidades-polo: Juazeiro do Norte, com produção de folheados com 40 empresas formais e 250 informais; Quixeramobim, com 2 indústrias de porte, cada uma com 20 empregados nas atividades de lapidação e joias em prata; e Fortaleza, com 10 empresas de produção e comércio de joias em ouro e gemas (IBGM, 2005 e SEBRAE, 2007).

Em Minas Gerais encontram-se registros de 39 empresas mineradoras de gemas, 412 empresas de lapidação, 527 empresas de fabricação de artefatos de joalheria e ourivesaria e 1.430 na fabricação de bijuterias (JUCEMG, 2011). As principais cidades do *Polo de Gemas e Joias do Estado de Minas Gerais* são: Belo Horizonte (RMBH), com destaque nas atividades de lapidação e fabricação de joias (IEL, 2009); Teófilo Otoni, com 2 empresas de extração de gemas, cerca de 2.000 lapidários informais e 38 empresas de lapidação (GEA / IEL, 2005 e CAMPOS, 2008); Governador Valadares com 1 mineradora de gemas, 700 lapidários e 216 lapidações (IEL, 2009 e IBGM, 2005); Corinto e Curvelo, com cerca de 3.000 garimpeiros e 21 empresas formais em Corinto e 20 em Curvelo engajadas na lavra e beneficiamento de cristais (IBGM, 2005).

O *Polo de Gemas e Joias do Estado do Pará* abriga a província mineral mais representativa do país registrando a ocorrência de diversas gemas. Em 2000, um estudo constatou a distribuição das unidades produtivas no Estado (IBGM, 2005); Belém apresentou 52, Marabá 9, Itaituba 23 e Parauapebas 30 estabelecimentos produtores de gemas e joias. Em 2005, tinham apoio do Estado cerca de 50 lapidários de artesanato mineral de Floresta do Araguaia (IBGM, 2005). Ainda segundo o IBGM (2005), o Pará contava à época com 6 fundições instaladas.

O *Polo de Gemas e Joias do Estado do Piauí* tem como principal cidade Pedro II, reconhecida pela produção de opala e de joias de prata com opala. O município possui cerca de 15 lapidações, 35 empresas de joalheria e 30 empresas de mineração de gemas. Estima-se ainda que existam em torno de 300 trabalhadores que vivem exclusivamente da garimpagem, além de cerca de 400 que trabalham sazonalmente no garimpo (SEDET, 2011 e G1 Economia, 2011).

O *Arranjo Produtivo Local de Joias do Estado do Rio de Janeiro* constitui o principal centro exportador do País. As indústrias de lapidação, folheados e de joalheria do Rio de Janeiro congregam cerca de 80 empresas formais. A maioria está localizada na Grande Rio

de Janeiro e conta com uma rede de distribuição em torno de mil estabelecimentos comerciais. Isso faz com que a cidade ocupe o segundo lugar em mercado consumidor e terceiro em produção de joias no país (IBGM, 2005 e SEBRAE, 2007).

Os Arranjos Produtivos de Gemas e Joias do Estado do Rio Grande do Sul concentram as maiores jazidas mundiais de ágata e ametista, sendo constituídos pelas cidades de Lajeado, Soledade, Ametista do Sul e Guaporé e integrado por mais de 600 empresas de pequeno porte. Em Guaporé, são 130 micro, pequenas e médias indústrias que trabalham no segmento de folheados e de joias em prata e ouro. Em Lajeado e redondezas, existem cerca de 250 micro e pequenas indústrias no segmento de lapidação e artefatos de pedras. Soledade caracteriza-se como principal centro de comercialização de pedras do Estado e possui cerca de 45 empresas de lapidação (IBGM, 2005 e COSTENARO, 2005).

Os Arranjos Produtivos do Estado de São Paulo são compostos pelas cidades de Limeira - atualmente, principal polo de joias folheadas do país reunindo 279 empresas formais, sendo 234 microempresas, 44 de pequeno porte e 1 média, além de cerca de 200 microempresas informais; e São José do Rio Preto - o segundo maior polo joalheiro do Estado de São Paulo, com 88 indústrias formais, sendo 80 micro empresas e 8 de pequeno porte, além de 50 outras informais (IBGM, 2005 e CEPAM/GTIC/SEDE-SP, 2009).

Os dados agrupados da distribuição de empresas, formais e informais, podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Agrupamento de empresas por setor de atuação.

Estado	Municípios	Lapidações**	Lapidários**	Indústrias	Escolas
MG	Belo Horizonte	15	-	110	4
	Teófilo Otoni	38	2.000	-	1
	Gov. Valadares	216	700	-	1
	Corinto/Curvelo	21/20	-	-	-
	*Estado	412	-	527	4
RS	Lajeado	250	-	2	1
	Guaporé	23	-	130	1
	Soledade	45	-	8	1
	Ametista do Sul	12	-	28	-
	*Estado	-	-	-	3
SP	Limeira	-	-	479	1
	São José do Rio Preto	-	-	148	-
	*Estado	14	-	-	3
RJ	Rio de Janeiro	10	-	80	-
	*Estado	-	-	-	-
MT	Cuiabá	-	-	-	1
	Poxoréo	7	39	-	1
	*Estado	-	-	-	-
GO	Goiânia	4	-	-	1
	Cristalina	120	-	-	-
	*Estado	-	4	-	2
BA	Salvador	-	-	130	1
	Campo Formoso	-	600	-	1
	*Estado	30	3.500	-	40
PI	Pedro II	15	-	35	1
	*Estado	-	-	-	-
AM	Manaus	-	-	11	-
	*Estado	1	-	-	-
CE	Juazeiro do Norte	-	-	50	-
	Quixeramobim	2	-	2	-
	Fortaleza	-	-	10	-
	*Estado	-	-	-	-
PA	Belém	-	3	52	2
	Itaituba	-	-	23	1
	Marabá	-	-	9	1
	Parauapebas	-	-	30	1
	Floresta do Araguaia	-	50	-	-
	*Estado	-	-	6	4
DF	*Estado	4	-	17	6

Fonte: Maciel (2011)

* Informações obtidas em fontes que citam o estado como unidade de referência muitas vezes são discrepantes com os dados obtidos por municípios.

** Informações contidas sob a classificação de lapidação referem-se a empresas formalmente constituídas. Já a classificação de lapidário refere-se a trabalhadores informais.

Pelo agrupamento de informações, pode-se concluir que existem no Brasil cerca de 847 empresas de lapidação, 6.896 lapidários e 1.881 fábricas de joias, além de 68 escolas de lapidação e artesanato mineral, distribuídas nos estados marcados no mapa da Figura 16.

Figura 16 – Distribuição das empresas mapeadas.



Fonte: Do autor (2013)

2.6 LAPIDAÇÃO DE GEMAS

É possível definir gema, de um modo geral, como substância natural ou sintética, em sua maioria inorgânicas, que possuem características de dureza, brilho, cor, transparência e efeitos ópticos que geram valores perceptivos e econômicos diferenciados e que podem ser usados em adornos (WEBSTER, 2001; SVISERO e FRANCO, 1991; GUERRA, 2008; MME, 2008; NADUR, 2009; SCHULTZ, 2009). Essas substâncias, geralmente inorgânicas, inicialmente irregulares e ásperas, passam por processo de transformação pelo ser humano para se tornarem objetos atrativos, o que chamamos de processo de lapidação.

No universo da joalheria, Mol (2009, p. 9) define lapidação de gemas como “o conjunto de técnicas de corte e polimento que tem como objetivo ressaltar as características ópticas das gemas e permitir sua utilização em objetos de adorno”.

Como o interesse por adornos por parte do ser humano datado de cerca de 40 mil anos atrás, o processo de lapidação pode ter sua origem nos períodos Paleolítico Médio a Superior e Neolítico (40.000 a.C. a 5.000 d.C.). Nessa época, segundo Nadur (2009), também conhecida como Idade da Pedra Lascada, os homens friccionavam uma pedra bruta na outra

com o intuito de transformá-las em armas e ferramentas. Webster (2002) destaca que esse processo alterou não apenas formalmente as pedras, mas também alterava as superfícies conferindo a elas brilho. Essa característica colaborou para o uso também como adorno, somando a outros elementos que já eram utilizados para esse fim, como ossos, dentes de animais, conchas, pedras brutas e pérolas.

Figura 17 - Exemplos de gemas brasileiras.

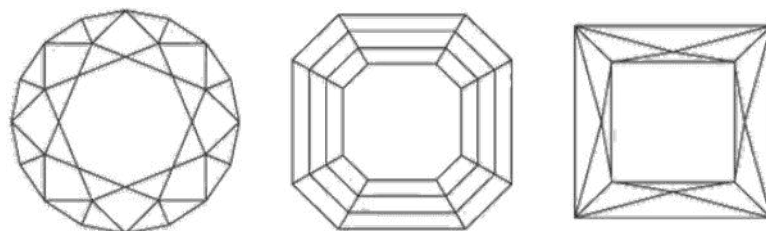


Fonte: Canaan (2013, p. 64)

Conforme a evolução da humanidade foi ocorrendo e, com ela, as técnicas de transformação, incluindo as eras dos metais, padrões foram estabelecidos para lapidação. Hoje podemos dividir em dois os tipos de lapidação aplicadas às gemas: lapidações tradicionais e lapidações diferenciadas.

As lapidações tradicionais são aquelas que estão dentro de padrões estabelecidos pela evolução histórica da lapidação e possuem características de simetria entre as facetas. Nela é possível dividir a pedra em partes que se repetem de forma ordenada se completando, inclusive quando são espelhadas em relação ao plano de corte. Segundo Mol (2009), até a disseminação da lapidação contemporânea, nos anos 1980, os principais modelos utilizados eram os facetados derivados de variações de cortes de brilhantes e esmeralda, cabochões e pequenas esculturas como os camafeus. Esses modelos tradicionais de lapidação estão ilustrados na Figura 18.

Figura 18 - Exemplos de lapidações tradicionais.



Fonte: Mol (2009).

Mol (2009) ressalta que esses modelos já não são mais suficientes para atender uma demanda de consumidores que querem uma joia mais jovem e com o maior apelo do design. Em resumo, “as lapidações diferenciadas são aquelas que extrapolam os limites da lapidação tradicional. Com inovações técnicas e de design, esses modelos produzem formas, texturas e brilho extraordinários” (MOL, 2009, p. 9).

Figura 19 - Exemplos de lapidações diferenciadas.



Fonte: Adaptado de Mol (2009)

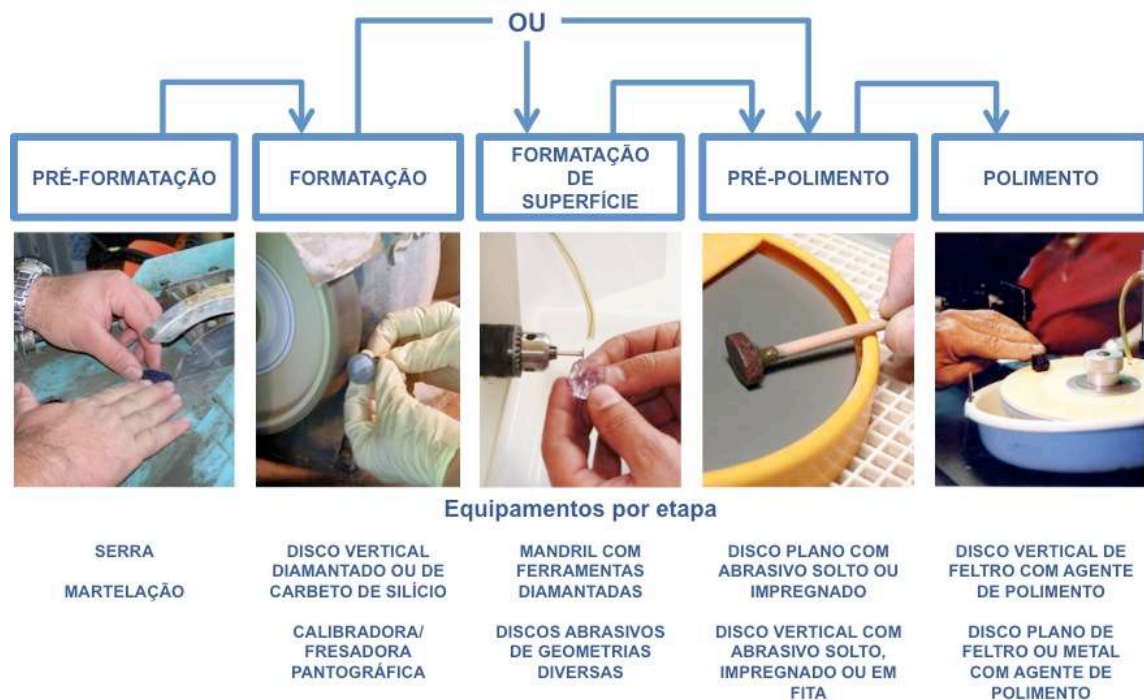
2.6.1 Processo produtivo da lapidação

O processo de lapidação de gemas pode ser considerado uma atividade tecnologicamente simples, que envolve combinações variadas dos processos mecânicos de serra, fresamento, retificação, lixamento, lapidação e polimento, com diminuição progressiva de rugosidade de superfície das gemas e uso de uma série de equipamentos diversos, como máquinas de serra, formatação, corte fino e polimento.

Apesar de uma divisão explícita em etapas, não possui uma definição oficial quanto a essas etapas. Em alguns casos ela é dividida em formatação, onde a pedra tem suas dimensões finais aproximadas trabalhadas, e facetamento, etapa na qual as dimensões finais são refinadas e as faces recebem o acabamento final; em outros casos o processo é dividido

em etapas de acordo com o tipo de equipamento utilizado, por mais que o objetivo final do uso de diferentes equipamentos seja o mesmo.

Figura 20 - Representação esquemática das fases do processo de lapidação e os equipamentos das etapas.



Fonte: Do autor (2013)

Para ajudar na definição do processo de lapidação desde trabalho, foram definidas etapas de acordo com o objetivo e vinculada ao tipo de equipamento utilizado, como na Figura 20.

De modo geral, o sistema das máquinas de lapidação utilizadas nas diversas fases do processo é muito similar e consiste basicamente em um motor que gira uma ferramenta geralmente em forma de disco. Entretanto, cada etapa possui características produtivas próprias com funcionalidades específicas, fazendo com que as máquinas possuam um pacote de atributos para suprir essas necessidades.

O processo de lapidação começa na seleção de qual parte da pedra bruta conforme é retirada na mineração será lapidada e no corte dessas partes em blocos próximos das dimensões da pedra. Essa primeira etapa foi definida como Pré-Formatação e pode ser feita por meio de serragem ou por quebra com martelo, isso dependendo do tipo da pedra, pois o objetivo dessa etapa é diminuir as dimensões para o trabalho nas próximas etapas, não necessariamente formata-la de acordo com sua configuração final.

Já na etapa seguinte, a Formatação, o objetivo é deixar a pedra bem próxima ao formato final desejado já com as faces que receberão o acabamento final pré-definidas. Os equipamentos utilizados na Formatação são equipados com discos abrasivos onde as pedras são desbastadas na superfície da lateral do disco. Por esse motivo, os discos utilizados têm espessuras de dezenas de milímetros. Para aumentar a produtividade dos formatos de pedra mais comuns do mercado, também são utilizadas copiadoras pantográficas onde uma pedra já lapidada é utilizada como gabarito para copiar nas demais pedras que são encaixadas na máquina.

Figura 21 - Transformações sofridas pela gema no processo de lapidação.



Fonte: Do autor (2013)

Quando existe algum trabalho específico escultural na pedra, após passar pela Formatação, a pedra vai para a Formatação de Superfície, onde são utilizadas brocas diamantadas, pequenos discos de corte e outras ferramentas de esculpir por meio de trabalhos manuais. Se no modelo final não existe um trabalho escultural específico, a pedra vai direto da Formatação para as etapas finais de acabamento superficial.

A primeira etapa de acabamento superficial é o Pré-Polimento. Nela a rugosidade das superfícies formadas nas etapas anteriores é diminuída com o uso de discos que desbastam com mais suavidade, devido aos abrasivos que são utilizados. Esses abrasivos podem ser impregnados diretamente nos discos, colados por fitas ou mesmo utilizados soltos em pó, ou misturados à água, formando uma consistência pastosa.

Para finalizar o processo, a pedra passa pelo Polimento das faces. Nessa etapa são utilizados discos menos abrasivos, como feltro e resina somados a agentes químicos de polimento. Ao fim dessa etapa, as pedras estão em condições de uso para a joalheria, objetos decorativos e outros mercados que utilizem pedras em seus produtos.

2.6.2 Mercado de equipamentos de lapidação

Com o objetivo de obter um levantamento de atributos para os equipamentos, o mapeamento geral das máquinas disponíveis no mercado, desde as mais simples chegando às mais complexas, foi feito focando na relevância projetual para o mercado pretendido. Com isso, a revisão bibliográfica desse tópico foi baseada em manuais de máquinas, catálogos de produtos de empresas e outros materiais promocionais que envolvem os equipamentos disponíveis no mercado, além de pesquisas em sites, fóruns, grupos de discussão e outros meios de *feedback* da internet.

Apesar de existirem empresas com capacidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento para projetar máquinas de lapidação, o mercado brasileiro se caracteriza pelo projeto e produção de máquinas de maneira artesanal e incorporação de melhorias técnicas através do método de tentativa e erro. O que ocorre com frequência, no processo de formação de produtores do setor, são serralheiros que se tornaram fabricantes de máquinas baseados somente na experiência de fabricar adquirida na construção de elementos em metal, sem o prévio conhecimento do processo de lapidação.

Essas máquinas, que em sua maioria apresentam problemas construtivos para a boa eficiência no processo de lapidação, se encontram presentes no mercado pelo baixo preço de venda e facilidade de manutenção. Isso se justifica porque, conforme foi descrito anteriormente, 73% dos possíveis clientes dessas máquinas são pequenas empresas encontradas no interior do Brasil, segundo dados do SEBRAE/WGC/IBGM de 1997. Com isso, o acesso a equipamentos de melhor qualidade, seja pela falta de informação, dificuldade da aquisição ou falta de recursos para adquirí-los é muito grande.

Figura 22 – Diferentes modelos de equipamentos analisados.



Fonte: Do autor (2013)

Os produtores de gemas lapidadas podem ser encontrados em todas as regiões anteriormente descritas, em diferentes níveis de organização e competitividade. Alguns polos tem tradição secular no beneficiamento de gemas e outros tem sido meros

fornecedores de matéria prima bruta.

Existem também equipamentos automatizados de lapidação, conforme apresenta Nadur (2009), mas por ainda serem tecnologias incipientes e atenderem a um restrito nicho de produção, não foram considerados nesse estudo.

O levantamento realizado mostra que o mercado pode ser segmentado em 3 classes de equipamentos: (1) máquinas importadas de tradição e alto custo; (2) máquinas nacionais de diversos tipos; e (3) máquinas improvisadas, adaptadas pelo próprio lapidário ou feitas por serralheiros, com ênfase no menor custo.

Nos equipamentos importados destacam-se o acabamento do produto final, a qualidade dos processos produtivos, soluções de manutenção e de segurança para o usuário. São produtos mais refinados e versáteis, com oferta de peças, acessórios e dispositivos para manutenção e adaptação dos equipamentos de acordo com a necessidade do usuário.

Figura 23 – Exemplos de equipamentos importados.



Fonte: Do autor (2013)

Os equipamentos nacionais cumprem satisfatoriamente as etapas produtivas do processo, e muitas vezes não contemplam outros aspectos, tais como conforto e segurança para o usuário, menor consumo de energia e controle de resíduos, eficiência e precisão para o melhor desempenho produtivo. Algumas empresas nacionais ensejam o desenvolvimento de equipamentos com maior refinamento de projeto, apurando a percepção que o equipamento passa ao usuário.

Figura 24 – Exemplos de equipamentos nacionais.



Fonte: Do autor (2013)

A terceira classe de equipamentos resulta da busca pelo menor custo possível na produção de máquinas. De construção artesanal, são feitas por serralheiros ou lapidários e a sua existência e relativo sucesso no mercado estão ligados à baixa capacidade de investimento pela maior parte dos lapidários, que são um elo fragilizado da cadeia, principalmente pela falta de informação.

Figura 25 – Exemplos de equipamentos artesanais.



Fonte: Do autor (2013)

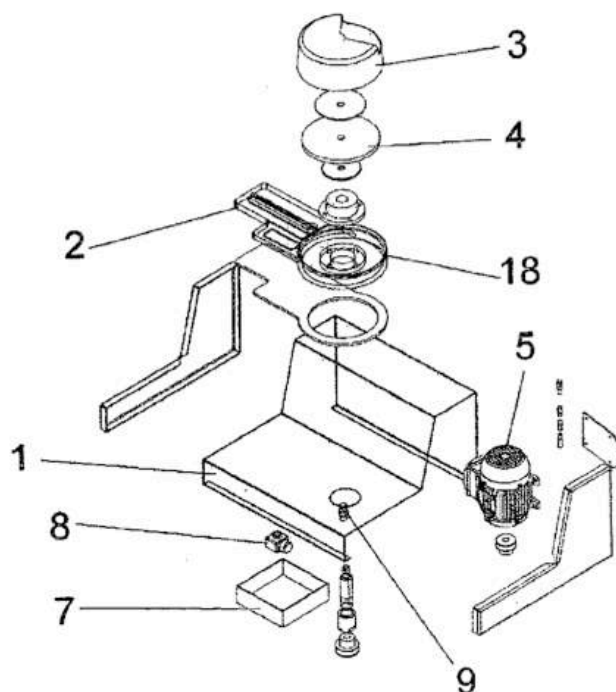
2.6.3 Design e inovação em equipamentos de lapidação

Os projetos que buscam desenvolvimento e inovação em equipamentos de lapidação, de maneira geral, buscam desenvolver novas tecnologias ou aplicações inovadoras em modelos de máquinas que não são as mais utilizadas no mercado brasileiro. Uma das referências que pode ser tomada como balizador para a aplicação de inovação nesse setor é o número de registros de patentes e desenhos industriais em órgãos como o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI).

Uma pesquisa dos registros intelectuais no universo da lapidação de gemas foi executada, compilando dezenas de pedidos concedidos, arquivados ou negados, indicando assim que existem pessoas desenvolvendo soluções para problemas identificados por elas no processo.

Porém, quando analisamos os registros, percebemos que o foco dessas inovações são melhorias no desempenho ou em um modo diferente de executar a etapa, não sendo contemplados aspectos de usabilidade visando melhorias ergonômicas para o usuário, seja no momento de lapidar, dar manutenção ou reparar o equipamento.

Figura 26 - Exemplo de patente de equipamento para lapidação.



Fonte: INPI (2010)

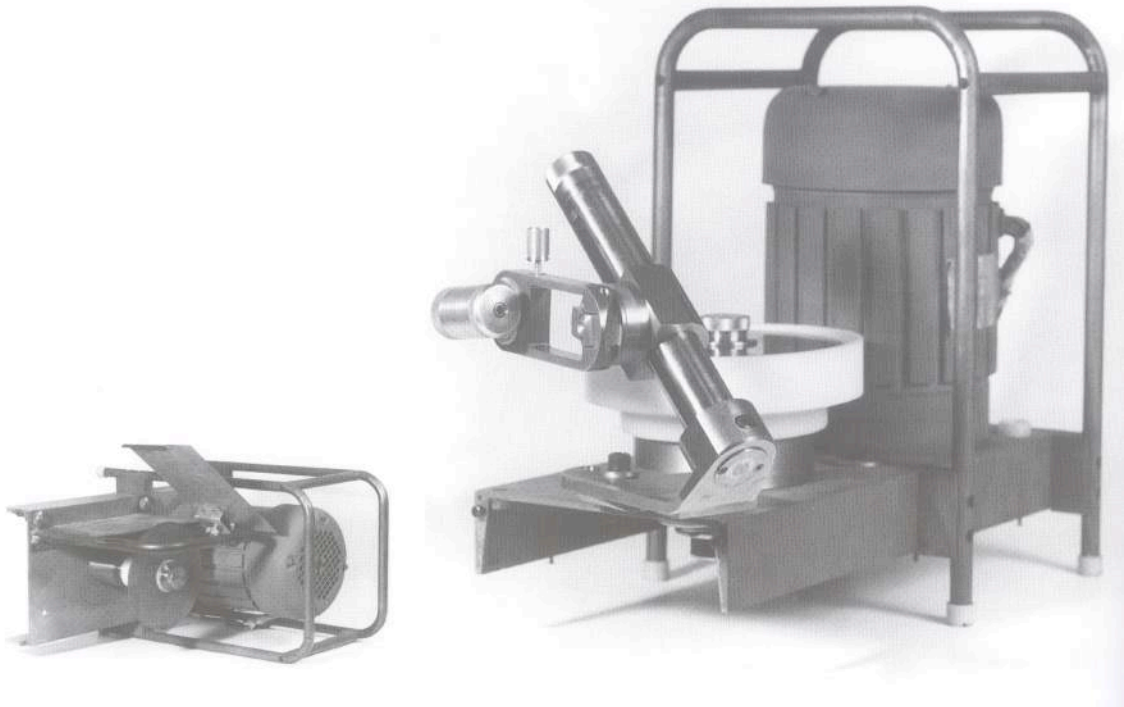
Por uma outra perspectiva, a inovação em equipamentos para lapidação no mercado internacional tem sido desenvolvida continuamente em máquinas onde o processo é controlado por computador. Essas máquinas desenvolvidas para esse processo são totalmente automatizadas, demandando alta tecnologia, conhecimentos técnicos especializados e são direcionadas para empresas que trabalham a lapidação em larga escala para fornecer gemas em abrangência global. Por essa escala de produção, as gemas trabalhadas nesse processo são as sintéticas ou que possuem abundância no mercado, caracterizando-se por pedras de baixo valor agregado e usadas, em sua maioria, em bijuterias.

Os tipos de equipamentos em que existem maior incidência de inovação e design não são comuns aos tipos utilizados no mercado nacional, seja pela forma diferente de beneficiar as gemas, ou pela alta carga tecnológica empregada que resulta em máquinas que não estão

dentro da realidade dos lapidários brasileiros por fatores financeiros ou por necessidade de auto conhecimento específico.

Entretanto, vale destacar um projeto de máquina de lapidação desenvolvido em 1983 pelo Laboratório Associado de Desenvolvimento de Produto/Desenho Industrial (LBDI) sediado em Santa Catarina. Segundo Bonsiepe (2012), o foco do trabalho foi o desenvolvimento de uma pequena e econômica máquina com um motor onde as diferentes ferramentas utilizadas no processo da lapidação fossem acopladas possibilitando o beneficiamento completo das gemas.

Figura 27 – Máquina de lapidação desenvolvida no LBDI.



Fonte: Bonsiepe (2012, p. 162)

Esse direcionamento vinculou o produto a um contexto de multifuncionalidade e o resultado foi um equipamento compacto (Figura 27) que a utilização de disco na posição vertical ou horizontal pode ser modificada de acordo com o posicionamento da máquina em relação à superfície de apoio na qual ela está colocada.

2.6.4 A influência do contexto local no design de equipamentos de lapidação

Considerando os dados levantados nos tópicos anteriores, verificou-se que o contexto local gerou uma realidade complexa para o design de equipamentos de lapidação. O primeiro aspecto intrigante é o contraste entre a realidade do processo de lapidação de gemas e o setor de joias, principal foco do processo.

Quando tratamos da joia, de maneira geral, o universo que a envolve tem uma relação simbólica forte, muitas vezes ligada a algo especial e luxuoso. Desde o início da civilização, joias são usadas para diferenciar e aferir poder a nobres, clérigos, líderes militares e outros indivíduos em diferentes relações hierárquicas. Também usada como ostentação financeira e símbolo de relacionamentos, como casamentos, as joias tendem a gerar uma ideia de um contexto especial de uso, para festejar ou como um marco.

Em contrapartida, um dos elementos mais utilizados como meio para diferenciação de uma joia, a gema lapidada tem como característica produtiva um ambiente rudimentar e completamente oposto do seu uso em um produto final.

Por mais que o contexto para o desenvolvimento de peças de joalheria tenha evoluído e desde o fim dos anos 1990, o Brasil se tornou um polo de produtos de qualidade. A lapidação permanece em um contexto onde as condições de trabalho não são adequadas de forma geral e os produtos relacionados com o processo utilizados na realidade brasileira deixam muito a desejar. Esses produtos são resultados, principalmente, de lapidações em equipamentos com o desenvolvimento baseado em tentativas e erros por profissionais sem qualificação necessária para desenvolver um produto satisfatório.

O resultado disso é um contexto local com realidades díspares, mas que convivem diretamente. O bom desenvolvimento do processo de lapidação no Brasil pode gerar, conseqüentemente, melhorias no desenvolvimento de joias, tanto pelo aumento da qualidade das gemas lapidadas ofertadas no mercado, quanto por ampliar os horizontes por meio de novos modelos desenvolvidos pelos designers, aumentando as chances de diferenciação e o aumento de competitividade no mercado global.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO: DESIGN DE EQUIPAMENTOS DE LAPIDAÇÃO

3.1 ANÁLISE DOS EQUIPAMENTOS

3.2 ANÁLISE DOS ASPECTOS DA QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS

3.3 ANÁLISE ERGONÔMICA DOS POSTOS DE TRABALHO

3.4 RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS

3.5 ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETO DE EQUIPAMENTO DE LAPIDAÇÃO

3.6 CONCEITO DO EQUIPAMENTO

3.7 DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO: DESIGN DE EQUIPAMENTOS DE LAPIDAÇÃO

A amplitude do setor de gemas e joias está muito além da criação e produção de peças que vão figurar em vitrines de joalherias e enfeitar pessoas. Se pensarmos na cadeia produtiva como um todo, existem muitos processos para que o material saia de seu estado bruto até se transformar em um desejo de consumo.

Conforme citado anteriormente, existe uma discrepância entre o produto final e os processos dos componentes desse produto em sua fabricação. Enquanto a joia está cercada de simbolismo e, muitas vezes, luxo, os componentes são fabricados por processos rudimentares em ambientes que na maioria das vezes não atendem às necessidades de trabalhadores. No processo de desenvolvimento dos equipamentos para a transformação do material bruto em componentes para joias, o esforço baixo comparado ao desenvolvimento das joias, pelo menos nas máquinas que disputam mercado por preço, são as mais utilizadas no mercado brasileiro.

O Projeto IDEAL, objeto do estudo de caso deste trabalho, desenvolveu equipamentos de lapidação para esse mercado focado na disputa por preço seguindo processos metodológicos de design para que o resultado seja uma máquina bem projetada. Os requisitos das máquinas foram: evitar o desperdício de pedras, ser segura ao usuário e proporcionar condições para que o resultado final da lapidação seja bom, influenciando de forma positiva o desenvolvimento e a produção das joias que utilizam gemas.

3. 1 ANÁLISE DOS EQUIPAMENTOS

Após o entendimento do processo de lapidação como um todo, o primeiro passo foi levantar o estado da arte do mercado.

Uma pesquisa qualitativa foi realizada por meio de entrevistas com um grupo de controle composto por 3 lapidários, 2 empresários do setor de lapidação e 1 professor de lapidação com o objetivo de entender a percepção de valor de equipamentos de lapidação.

Os principais dados apontados pela pesquisa qualitativa foram:

- preferência na especialização produtiva, com uma ou duas funções por equipamento (66%);
- os atributos mais desejados nos produtos são produtividade, custo-benefício e robustez dos equipamentos;
- os principais problemas dos equipamentos encontrados no mercado são a falta de padronização, fragilidade e baixo custo-benefício.

Para a análise do diferencial dos equipamentos a serem projetados, foi proposta a adaptação de um método de identificação da oferta de benefícios que classifica os produtos de acordo com o tipo de qualidade oferecida (NASCIMENTO et al, 2011).

Para essa análise, cada máquina foi inicialmente pontuada seguindo um método adaptado das técnicas de análises comparativas de Morales (2005). Os atributos importantes para o produto em questão são divididos em quatro grandes áreas: tecnologia, “ergonomia”, produção e comercial, explicadas na Figura 28.

A partir dessa pesquisa, inferiu-se que a abundância de soluções de baixo custo, provavelmente, deriva da falta de percepção de valor dos equipamentos mais refinados e de custo médio pelos lapidários brasileiros.

O método consiste em pontuar arbitrariamente de 1 a 5, sendo o 5 é a melhor nota. Os atributos dos equipamentos selecionados para a representação gráfica do seu posicionamento em relação aos demais, permite a comparação entre a oferta de benefícios e o tipo de qualidade oferecida.

Figura 28 - Sistema de pontuação para o modelo de análise.

Tecnologia	Custos	Pontuação de acordo com preço e benefício ofertado
	Processos	Diferenciação de processos, bem como utilização dos tradicionais
	Materiais	Diferenciação de materiais, bem como utilização dos tradicionais
Ergonomia	Segurança	Dispositivos e sistemas que favorecem a segurança do usuário
	Conforto	Dispositivos e sistemas que proporcionem conforto no uso
Produção	Precisão	Nível de precisão oferecido pela máquina e/ou dispositivos
	Produtividade	Produção em relação ao tempo
	Suporte	Acessórios ou recursos que ampliam os benefícios da máquina
Comercial	Expectativas	Produto que transmite os benefícios por meio da estética
	Vendas	Acesso aos equipamentos, acessórios, peças sobressalentes, etc.

Fonte: Do autor (2013)

Para uma comparação em que o resultado dos atributos não fosse influenciado pelo tipo de máquina, os equipamentos foram agrupados por modelos de mesma função. Nesse trabalho é apresentada a aplicação desse método em dois tipos de equipamentos: máquinas de corte circular vertical, conhecidas como serra, e máquinas de facetamento.

3.1.1 Análise dos equipamentos de corte

A análise dos equipamentos de corte será feita em quatro modelos que apresentam características diferentes para que o entendimento de diferentes realidades de máquinas seja maior durante o comparativo. Nesse grupo, foram selecionados dois equipamentos importados e dois nacionais.

a) Equipamento 1: Dura-BULL Trim Saw

O equipamento Dura-Bull Trim Saw para serras de diâmetro com 4” ou 5” é fabricada nos Estados Unidos. Desenvolvido para ser utilizado sobre uma bancada, possui carcaça em polietileno de alta resistência que evita o processo de oxidação e facilita a limpeza dos resíduos da lapidação.

Figura 29 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Dura-BULL Trim Saw.



Tecnologia	Custos			4	
	Processos				5
	Materiais		3		
Ergonomia	Segurança			4	
	Conforto	2			
Produção	Precisão		3		
	Produtividade		3		
	Suporte	2			
Comercial	Expectativas			4	
	Vendas			4	

Fonte: Do autor (2013)

Na tabela de pontuação do equipamento Dura-BULL Trim, é possível destacar como ponto positivo a aplicação do processo de injeção de polímeros que proporcionou uma carcaça com a geometria que engloba espaço para o motor, proteção do sistema motriz e recipiente integrado, simplificando a montagem e a manutenção do equipamento. Em contra partida, esse componente se torna uma caixa de ressonância do ruído interno do equipamento. Um aspecto negativo é que seu tamanho compacto interfere no conforto de uso para corte de peças de maior porte.

b) Equipamento 2: Lortone TS8-C

O Lortone TS8-C é um equipamento robusto de bancada confeccionado em aço e com mesa espaçosa para iniciar o corte em peças maiores. Também fabricado nos Estados Unidos, o modelo TS8-C pode ser utilizado com serra de até 8" de diâmetro e possui protetor e capa de limpeza da serra.

Figura 30 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Lortone TS8-C.



2

Tecnologia	Custos	2			
	Processos			4	
	Materiais			4	
Ergonomia	Segurança			4	
	Conforto		3		
Produção	Precisão		3		
	Produtividade		3		
	Suporte	2			
Comercial	Expectativas		3		
	Vendas		3		

Fonte: Do autor (2013)

A pontuação do equipamento da Lortone apresenta um equilíbrio em suas características gerais. Apesar de não possuir uma nota máxima em nenhum dos itens da tabela, ele possui notas boas em processos, materiais e segurança além de notas regulares em conforto, precisão e produtividade. Essa pontuação caracteriza o produto como equilibrado e confiável para a produção de gemas lapidadas.

c) Equipamento 3: D'Aurum Máquina de Corte

O equipamento D'Aurum Máquina de Corte é fabricado no Brasil e já possui bancada integrada. Fabricada em aço, pode ser utilizada com serras de diâmetro de 5" a 8" e possui iluminação integrada e protetor da serra.

Figura 31 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento D'Aurum Máquina de Corte.



3

Tecnologia	Custos			4	
	Processos	2			
	Materiais	2			
Ergonomia	Segurança		3		
	Conforto	1			
Produção	Precisão		3		
	Produtividade		3		
	Suporte	2			
Comercial	Expectativas	1			
	Vendas		3		

Fonte: Do autor (2013)

O custo é o ponto positivo da Máquina de Corte da D'Aurum, principalmente para competir no mercado brasileiro. Porém, aspectos que colaboram para esse ponto positivo também colaboram para que outros itens da tabela recebam uma pontuação pequena. É o caso do conforto que, devido à área pequena e à superfície vazada, interferem no modo como o lapidário vai utilizar o equipamento, principalmente pela falta de apoio, tanto para as pedras que serão cortadas, quanto para outros itens utilizados durante o processo.

d) Equipamento 4: Cristorni Serra

Originário do Brasil, o equipamento Cristorni Serra é fabricado em aço e possui bancada integrada. Pode ser utilizado com discos de até 12" e em plataforma de apoio de corte removível.

Figura 32 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Cristorni Serra.



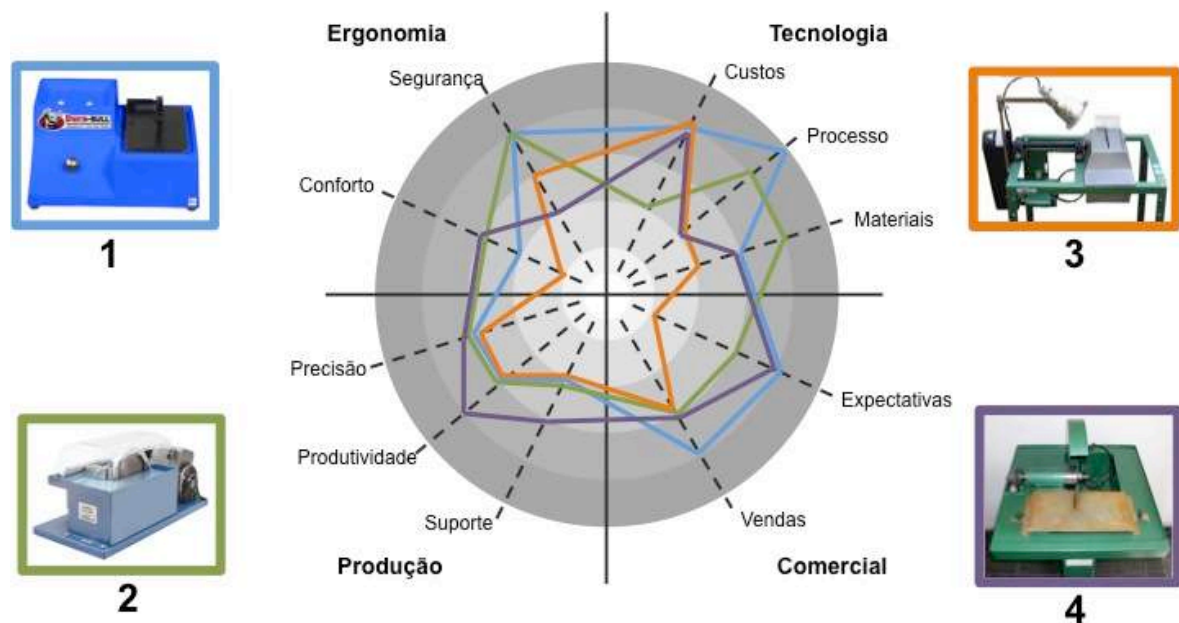
Tecnologia	Custos			4	
	Processos	2			
	Materiais		3		
Ergonomia	Segurança	2			
	Conforto		3		
Produção	Precisão		3		
	Produtividade			4	
	Suporte		3		
Comercial	Expectativas			4	
	Vendas		3		

Fonte: Do autor (2013)

A Serra da Cristorni se torna um produto competitivo no mercado por receber boa pontuação em custos e produtividade. Mesmo recebendo, principalmente, notas regulares nos demais itens, custo e produtividade são aspectos valorizados pelos lapidários e importantes elementos da decisão de compra.

Os dados das tabelas anteriores, apresentadas nas Figuras 29 a 32 dos quatro equipamentos, foram agrupados no gráfico comparativo (Figura 33) para visualização geral das características dos equipamentos analisados.

Figura 33 – Gráfico comparativo de pontuação de equipamentos de corte.



Fonte: Do autor (2013)

Analisando o gráfico, percebe-se que os equipamentos importados (1 e 2) possuem a combinação de processos e materiais que os destacam. Fica claro, que mesmo com uma produtividade menor que os concorrentes, os equipamentos importados se mostram mais versáteis e possuem acessórios que possibilitam maior segurança, como proteções que acompanham a borda da serra no local não utilizado sem comprometer o acesso à ferramenta. Nos equipamentos nacionais (3 e 4), o foco está na produtividade e redução de custos de produção.

3.1.2 Análise dos equipamentos de facetamento

Seguindo o mesmo método aplicado nos equipamentos de corte, foram analisados quatro equipamentos com características diferentes, sendo dois deles importados e dois nacionais.

a) Equipamento 1: Graves Mark 5XL

Fabricado nos Estados Unidos, o Graves Mark 5XL destaca-se pela qualidade de materiais e processos. Montado em bancada, possui iluminação integrada e sistema automatizado eletrônico de medição do quanto a pedra é desbastada, garantindo precisão.

Figura 34 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Graves Mark 5XL



Tecnologia	Custos		3	
	Processos			5
	Materiais			5
Ergonomia	Segurança			5
	Conforto		4	
Produção	Precisão			5
	Produtividade		4	
	Suporte		4	
Comercial	Expectativas			5
	Vendas		3	

Fonte: Do autor (2013)

Com notas altas em quase todos os itens da tabela, o equipamento Graves Mark 5XL perde pontos apenas devido aos custos e às vendas, principalmente quando levada em conta a realidade do mercado nacional, tanto pelo valor de venda do produto, quanto pela exigência de conhecimento de uso.

b) Equipamento 2: Ultra TEC V2

Também de bancada, o equipamento Ultra TEC V2 destaca-se pelo uso de materiais e processos, assim como o Graves Mark 5XL, porém ele possui uma área de trabalho maior gerando mais conforto ao operador. Originário dos Estados Unidos, o equipamento possui iluminação integrada e sistema automatizado de medição do desbaste das facetas.

Figura 35 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Ultra TEC V2.



Tecnologia	Custos		3	
	Processos			5
	Materiais			5
Ergonomia	Segurança			5
	Conforto			5
Produção	Precisão			5
	Produtividade		4	
	Suporte		4	
Comercial	Expectativas			5
	Vendas		4	

Fonte: Do autor (2013)

Na tabela de pontuação, é perceptível o alto padrão do equipamento por suas notas altas em todos os itens, exceto nos custos, justamente pelo refinamento que o equipamento tem como um todo.

c) Equipamento 3: D'Aurum Facetadora

Fabricado no Brasil, o equipamento de facetamento D'Aurum possui regulagem métrica de desbaste mecânico e bancada integrada.

Figura 36 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento D'Aurum.



Tecnologia	Custos		3		
	Processos			4	
	Materiais			4	
Ergonomia	Segurança				5
	Conforto			4	
Produção	Precisão			4	
	Produtividade	2			
	Suporte		3		
Comercial	Expectativas			4	
	Vendas		3		

Fonte: Do autor (2013)

Pela pontuação da tabela, pode-se concluir que o equipamento de facetamento da D'Aurum possui um desempenho bom, principalmente devido às notas de processo, materiais, segurança, conforto e precisão. Pela área de trabalho pequena e o sistema de medição mecânico, a produtividade pode ser afetada dependendo da habilidade do operador.

d) Equipamento 04: Lapidart Lapidador

O equipamento de facetamento da Lapidart é fabricado no Brasil e possui bancada integrada. Possui materiais e processos diferentes em seus componentes com o intuito de oferecer melhor desempenho, além de iluminação integrada e sistema de medida de desbaste mecânico.

Figura 37 – Imagem e tabela de pontuação do equipamento Lapidart Facetador.



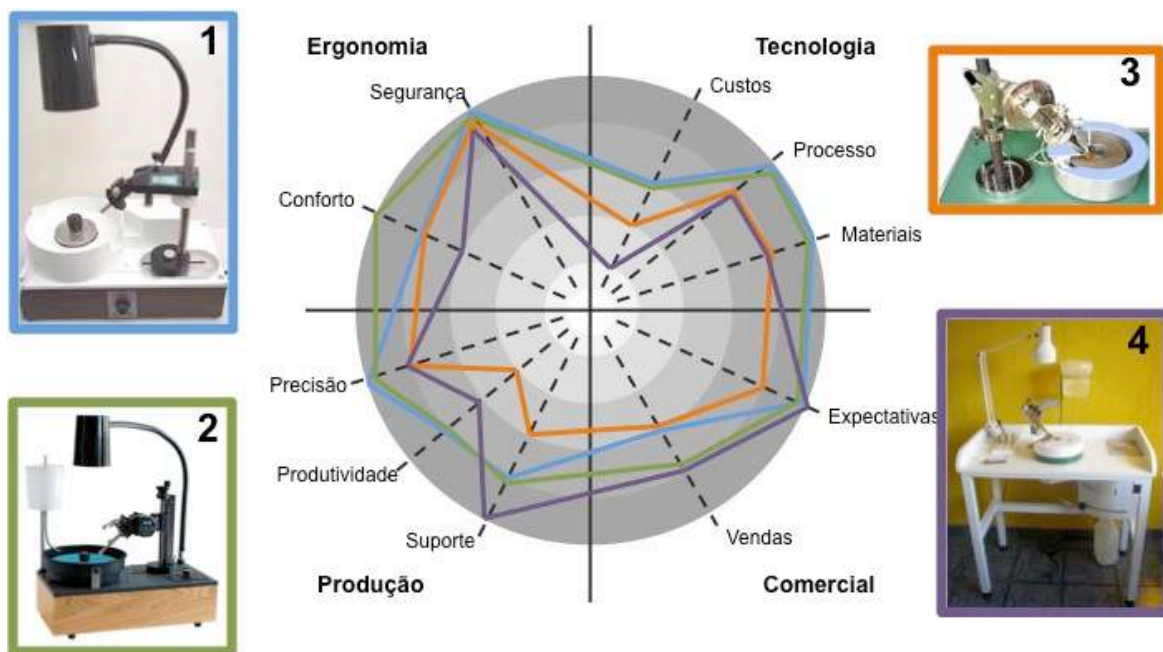
Tecnologia	Custos	1			
	Processos			4	
	Materiais			4	
Ergonomia	Segurança				5
	Conforto		3		
Produção	Precisão			4	
	Produtividade		3		
	Suporte				5
Comercial	Expectativas			4	
	Vendas			4	

Fonte: Do autor (2013)

Pela pontuação da tabela, pode-se concluir que o desempenho do equipamento da Lapidart é bom, com destaque para as notas de processos, materiais e precisão. Porém o alto valor final e venda do produto estão além da realidade dos lapidários brasileiros.

A análise comparativa permite concluir que, de modo geral, os equipamentos de facetamento possuem um nível mais elevado de segurança para o operador. Isso porque, nesse tipo de equipamento, as gemas são fixadas em uma haste para serem lapidadas; dessa forma o operador mantém as mãos em uma distância segura da ferramenta durante o processo. Pode-se destacar nos equipamentos importados (1 e 2) maior precisão devido ao uso de sistemas de posicionamento digitais que avisam ao usuário quando a retirada de material alcançou o nível desejado. Já os equipamentos nacionais (3 e 4) apresentam materiais e processos produtivos inferiores, mas têm melhor desempenho nas vendas por seu menor custo. Cabe destacar que, no caso de alguns equipamentos específicos, a relação custo-benefício é desfavorável, quando o preço de venda é similar ao importado, porém com menor qualidade.

Figura 38 – Gráfico comparativo de pontuação de equipamentos de facetamento



Fonte: Do autor (2013)

3.2 ANÁLISE DOS ASPECTOS DA QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Para a visualização do posicionamento do produto em relação aos seus concorrentes, foi proposta uma segunda forma de análise, voltada a evidenciar aspectos de qualidade distinguidos em três grupos: qualidade de produto, qualidade de processo e qualidade de imagem.

A qualidade de produto é referente à eficiência que o produto apresenta para sua função essencial, por exemplo, serrar ou desbastar. A qualidade de processo diz respeito à capacidade da empresa manter um nível de repetição do produto conservando a mesma qualidade em todo o lote. Na qualidade de imagem, destacam-se os equipamentos que oferecem mais do que a sua função essencial, mas também toda uma relação de identidade da empresa transmitindo aspectos como qualidade, confiabilidade e precisão.

O ideal é que a evolução do equipamento, nesses termos de qualidade aqui analisados, seja de forma gradativa a partir da qualidade de produto, para a qualidade de processo e finalmente para a qualidade de imagem (NASCIMENTO et al, 2011). Porém, existem casos em que a evolução da qualidade do equipamento não segue essa ordem, resultando em equipamentos que, por exemplo, possuem qualidade de imagem, sem apresentar respectiva qualidade de produto ou de processo.

Para essa segunda análise, foi elaborado um método adaptado das classificações de qualidade de produto, de processo e de imagem de Kotler (1991). O gráfico em níveis possui faixas horizontais que representam de forma crescente a percepção positiva em uma primeira relação por parte do lapidário. Em cada faixa os produtos são posicionados em referência ao eixo XY de acordo com a produtividade e precisão, respectivamente.

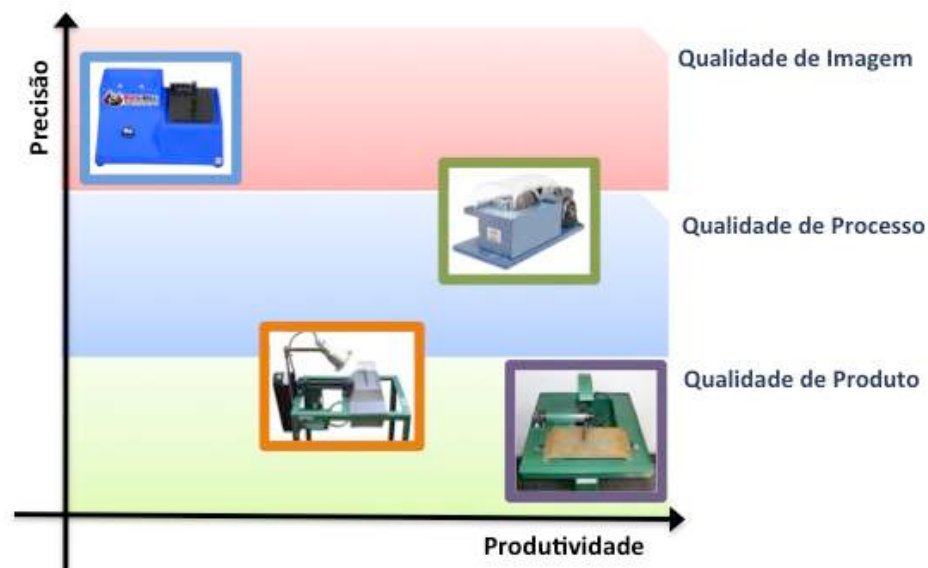
Segundo Nascimento et al (2011):

com essa lógica, é possível segmentar por camadas como cada máquina se comporta nos parâmetros de qualidade estabelecidos para esse projeto, fazendo uma referência à empresa, bem como sua eficiência durante o processo de lapidação para a etapa que foi especificada e comparada às demais (NASCIMENTO et al 2011, p. 12)

A Figura 33 ilustra a análise de máquinas de corte e permite observar que um dos equipamentos se destaca entre os demais, pois apresenta uma solução formal de rápida

identificação com a empresa produtora, que o coloca no nível mais alto de qualidade de imagem. Em contrapartida, este equipamento pontua pouco em aspectos como conforto e produtividade, ficando assim com baixa qualidade em relação aos demais que, por sua vez, têm níveis inferiores de comunicação da qualidade.

Figura 39 - Gráfico de posicionamento de produtos segundo a qualidade ofertada.



Fonte: Do autor (2013)

Pelo exposto, acredita-se que existe espaço para o desenvolvimento de equipamentos de lapidação de maior qualidade, que terão melhor desempenho do que os que têm sido feitos de modo tradicional. Essa é a grande contribuição do design: sua visão sistêmica, que envolve parâmetros para a sustentabilidade dos produtos em três pilares: econômico, social e ambiental (NASCIMENTO et al, 2011).

3.3 ANÁLISE ERGONÔMICA DOS POSTOS DE TRABALHO

Entende-se por posto de trabalho a configuração física do sistema humano-máquina-ambiente tornando-se uma unidade produtiva envolvendo um operador e o equipamento que ele utiliza para realizar o trabalho inserido em um ambiente produtivo. Para tal, são estudados os movimentos corporais e forças aplicadas para realizar os trabalhos e as medidas da anatomia humana, respectivamente biomecânica e antropometria, segundo o autor.

Partindo dessas premissas, a análise ergonômica do processo de lapidação compreenderá de forma integrada o sistema humano-máquina-ambiente, uma vez que um influencia diretamente no outro com os benefícios e malefícios relacionados, configurando assim o posto de trabalho, como definido por Lida (2005).

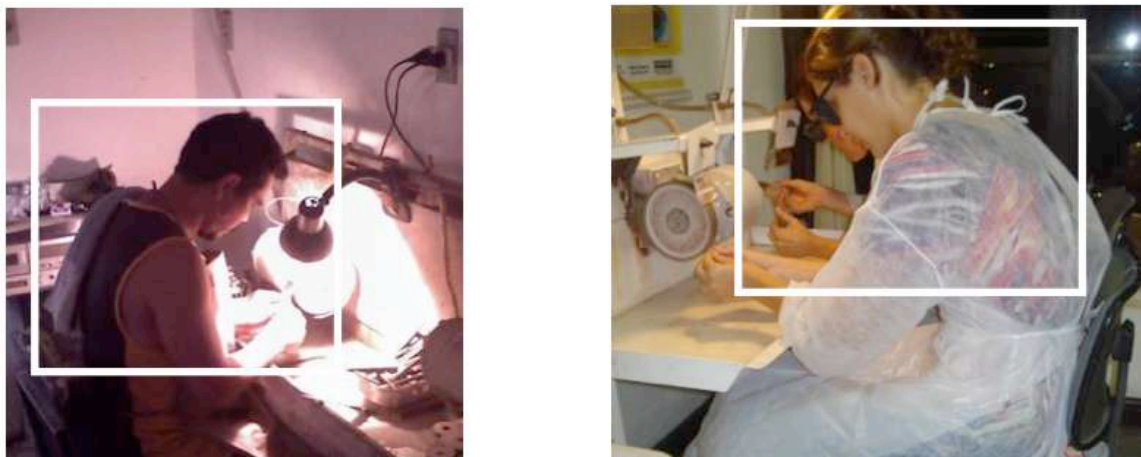
3.3.1 Análise da atividade

No processo de lapidação, o trabalho consiste na retirada de material para alcançar o efeito final desejado na pedra, através de corte e desbaste, seja ele para formatar a pedra ou para acabamento da superfície. Durante a atividade, o lapidário trabalha diretamente com equipamentos que podem oferecer risco para a integridade dele, caso não seja manuseado corretamente ou apresente alguma falha. Além disso, o trabalho delicado exige do operador desses equipamentos atenção e boa habilidade manual e visual para chegar a um resultado final satisfatório.

Com isso, os lapidários exercem atividades repetitivas, que demandam atenção e, segundo Maciel (2012, p. 40), a irregularidade mais comum é a postura inadequada para acompanhamento visual do trabalho minucioso que é exigido; “tal situação é um problema na maioria das máquinas, independente do fabricante e da etapa do processo de lapidação a que se destina”. As consequências da má postura podem ser exemplificadas por fadiga, dores corporais, afastamento do trabalho e doenças ocupacionais.

A autora destaca que o trabalhador na posição sentado inclina o dorso para frente para acompanhamento visual da tarefa (Figura 40) e que esse movimento ainda colabora para fortes dores no pescoço e ombros quando executado em tarefas demoradas por longo período, como é o caso da lapidação. Caso seja necessária a inclinação do dorso, a cabeça deve ficar inclinada o menor tempo possível, com pausas intercaladas para relaxamento.

Figura 40 – Exemplo de problema: dorso inclinado pra frente para acompanhamento visual da tarefa, resultando em postura inadequada de trabalho.



Fonte: Maciel (2012)

Por ser um trabalho minucioso e que depende da visualização das faces das pedras, a iluminação é um fator preponderante. De acordo com Abrahão et. al (2009), a iluminação deve estar compatível com as exigências da tarefa a ser executada e de acordo com as características da visão humana. A NR 17, norma regulamentadora que trata da ergonomia, a iluminação dos locais de trabalho pode ser natural, artificial, geral ou suplementar, desde que esteja de acordo com a atividade a ser executada. Ela trata ainda que a iluminação geral deve ser difusa e uniformemente distribuída e, tanto ela quanto a iluminação suplementar devem ser projetadas para evitar reflexos incômodos, sombras, ofuscamentos e contrastes excessivos, seguindo ainda níveis mínimos de iluminância de interiores para trabalhos de alta precisão entre 1.000 e 2.000 Lux, seguindo a NBR 5413.

Maciel (2012) destaca também a necessidade de uma iluminação pontual para o lapidário em sua mesa de trabalho, mas, assim como a falta, o excesso de luz pode prejudicar o desempenho do trabalho exercido. Logo é importante observar a posição das luminárias e possibilitar a mudança do ângulo de incidência de luz, bem como a regulação da intensidade.

3.3.2 Diagnóstico dos problemas

De modo geral, o sistema das máquinas de lapidação utilizadas nas diversas fases do processo é muito similar e consiste basicamente em um motor que gira um disco. Entretanto, cada etapa possui características produtivas próprias com funcionalidades

específicas, fazendo com que as máquinas possuam um pacote de atributos para suprir essas necessidades. Os problemas são estudados de acordo com o tipo de trabalho realizado, como ele é executado e como as máquinas estão adaptadas para resolver esses problemas.

Em estudo específico sobre o uso dos equipamentos disponíveis no mercado para o processo de lapidação, foram constatados dois grupos de problemas conforme descritos em Maciel et al (2011):

1. Relação equipamento/usuário;
2. Relação equipamento/ambiente, que acaba por interferir nos usuários do entorno.

Dentre os problemas do primeiro grupo, percebe-se que a maior parte está relacionada a problemas ergonômicos simples, mas que interferem de tal forma na relação usuário/equipamento que soluções improvisadas têm que ser desenvolvidas dentro das próprias empresas para atenuar essa situação. Na Figura 41, é possível visualizar uma série desses problemas com suas soluções sugeridas pelos próprios operadores dos equipamentos.

Figura 41 - Exemplos de adaptações realizadas pelos usuários.



Fonte: Acervo CEDGEM/UEMG (2011)

As soluções desenvolvidas pelos próprios usuários das máquinas são relativamente simples e, em alguns casos, melhoram a condição de uso em relação à configuração em que os equipamentos são comprados, porém elas não são aplicadas pelos fabricantes, lembrando que a disputa mercadológica é baseada no menor preço.

Essas soluções consistem em sistemas para armazenamento e distribuição da água

que é usada como lubrificante para evitar o aquecimento das pedras e das ferramentas durante a fresagem, acolchoamento ou ampliação da área de apoio dos braços para melhoria do conforto do usuário, sistemas de direcionamento da luz da máquina para evitar ofuscamento do lapidário e barramento dos respingos da água lubrificante.

Para tal, os lapidários usam recursos muitas vezes disponíveis nas oficinas, como embalagens descartáveis, tubos de PVC utilizados na construção civil, papelão, sacos plásticos e fitas adesivas. A percepção de alguns problemas das máquinas foi possível graças à observação desses implementos durante a pesquisa de campo.

Com outros tipos de problemas, os lapidários são obrigados a conviver por serem mais difíceis de resolver, como a vibração do equipamento, que acaba por influenciar na qualidade das gemas lapidadas, no aumento do risco de acidentes e do desconforto do usuário durante a atividade.

Como a lapidação é um processo principalmente manual, a habilidade do lapidário é uma variável importante do sistema. Logo, a maneira como ele empunha a pedra, a postura que toma e os movimentos que faz no ato de lapidar influenciam diretamente o posto de trabalho. Por mais que o controle dessas atividades esteja além do âmbito de desenvolvimento dos equipamentos, o projeto da máquina deve ser propício para que se evitem posturas constrangedoras pelos usuários na atividade.

O segundo grupo de problemas envolve todo o entorno onde o equipamento está instalado. Além do próprio ambiente no qual os maquinários estão instalados, deve-se considerar também os ambientes adjacentes. Nesse sentido, problemas ambientais podem atingir indivíduos em cômodos próximos, por exemplo, com interferência no conforto por causa do ruído gerado pelas máquinas e com a produção de resíduos, que são comuns ao processo.

Quanto aos resíduos, sejam eles originados da pedra, abrasivos e outros elementos químicos utilizados em algumas etapas ou mesmo a água para lubrificação, o número de partículas suspensas no ar é outro problema do ambiente. O controle desses resíduos pode ser feito até certo ponto nas máquinas, mas sem esse controle essas partículas acabam por se difundir pela circulação de ar do espaço produtivo. Para esse problema é aconselhável que o local seja bem ventilado naturalmente ou possua um sistema eficiente para tal.

Os resíduos que não entram em suspensão também são um problema no ambiente

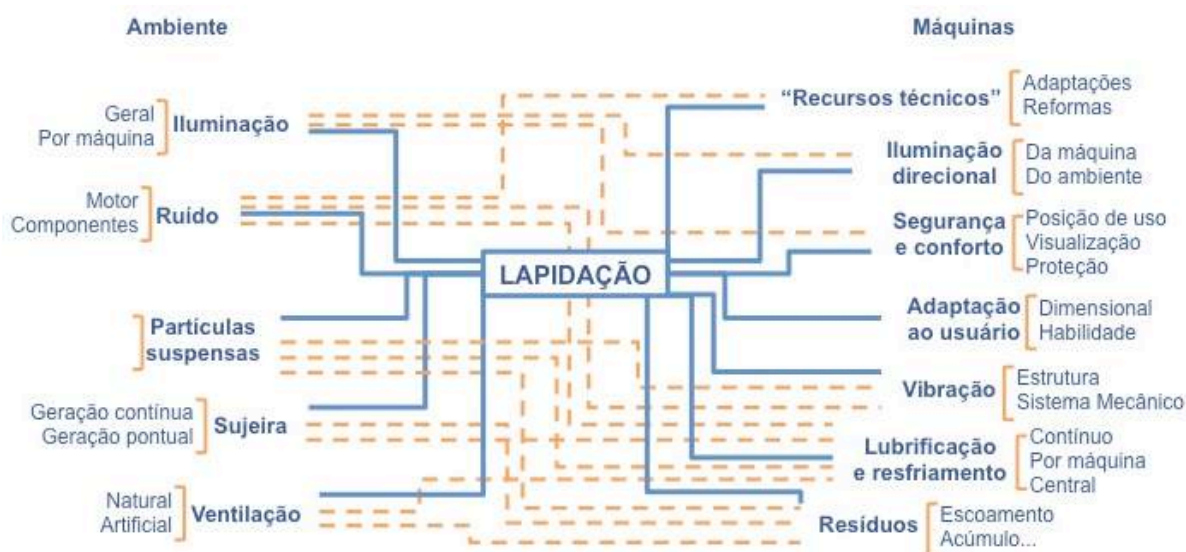
da lapidação, porém é possível reaproveitá-los ou recondicioná-los desde que seja implementado um sistema de gerenciamento dos mesmos. Tal sistema pode ser integrado à máquina, concentrando nela os resíduos e exigindo uma limpeza frequente, ou um tanque de decantação pode ser construído no local da lapidação, diminuindo consideravelmente a frequência em que a limpeza é exigida e reaproveitando um volume grande de água resultante de uma filtragem pós-decantação.

A vibração excessiva é outro problema recorrente nos equipamentos de lapidação: “esse problema pode ser causado pela estrutura leve da máquina ou por problemas e inadequações no sistema mecânico. Além de ser prejudicial à saúde do trabalhador a vibração compromete a qualidade final das gemas lapidadas” (MACIEL, 2012, p. 41). A vibração colabora para outro problema identificado, mas que, segundo a autora, não é apontado como incômodo pelos trabalhadores: o ruído. Ele deve ser mantido dentro dos parâmetros seguros à saúde. Iida (2005) coloca que os sons encontrados em ambientes em geral estão entre 50dB e 100dB, sendo que o ouvido humano capta entre 20dB e 40dB. Já Abrahão et al (2009) ressalta que a 120dB o ruído gera desconforto e acima de 140dB ele causa dores. O resultado da exposição a sons acima dos padrões seguros são fadiga auditiva, desorientação, deterioração do aparelho auditivo e degeneração das células de forma progressiva e irreversível.

Maciel (2012, p. 44) destaca também: “outro fator relevante é a iluminação dos ambientes de lapidação que, em sua maioria, apresenta inadequações”. A autora coloca que em alguns casos a iluminação não faz parte do projeto original da máquina e é introduzida posteriormente de maneira improvisada. Em outros ela é implementada no projeto original do equipamento sem planejamento, causando incômodo e ofuscamento durante o uso e exigindo soluções paliativas para se obter maior conforto dos usuários.

Em resumo, os problemas levantados dos postos de trabalho do ambiente da lapidação podem ser representados graficamente pelo mapa mental da Figura 42.

Figura 42 - Mapa mental da relação de problemas entre o ambiente e os equipamentos de lapidação.



Fonte: Do autor (2013)

De um lado temos as fontes de problemas pertinentes ao ambiente, como a iluminação, ruído, partículas suspensas, sujeira e ventilação. Do outro lado temos os elementos inerentes às máquinas, como os seus recursos técnicos, iluminação direcional, segurança e conforto, adaptação ao usuário, vibração, lubrificação, esfriamento e resíduos produzidos e acumulados no próprio equipamento. Todos estes subelementos têm inter-relações entre si, podendo interferir na atividade da lapidação como um todo e qualidade do produto final.

3.4 RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS

Pelos motivos apresentados no tópico anterior, o desenvolvimento de equipamentos de lapidação deve expandir o modo tradicional utilizando a visão sistêmica do design e parâmetros para a sustentabilidade nos seus três pilares principais: econômico, social e ambiental.

Nesse contexto de desenvolvimento de um tipo de produto que, geralmente, não tem essa preocupação, é possível estabelecer um novo parâmetro de qualidade do equipamento mantendo-o ainda nos padrões de preços atuais, expandindo para perspectivas produtivas como o sistema de plataforma.

Ao inventariar as máquinas utilizadas em cada etapa e os seus atributos desejados, é

possível esclarecer quais etapas possuem atributos similares e traçar exatamente em que elas se diferenciam para planejar todo o processo e melhorar a eficiência, tanto da máquina de forma individualizada, quanto do sistema de máquinas para lapidação como um todo.

Com o mapeamento por etapa, foram levantadas algumas características e requisitos que são aplicáveis a todas as máquinas, sendo principalmente as seguintes:

1. Acompanhamento visual da tarefa durante sua execução sem a necessidade de trocas de postura;
2. Sistema de gerenciamento de resíduos eficiente, seja dos resíduos das pedras ou mesmo para limpeza de máquinas que empregam produtos químicos em sua utilização;
3. Integração da máquina com o assento do operário para postura mais ergonômica durante o uso;
4. Estabelecer apoios confortáveis ao operador do equipamento de modo a colaborar para a execução da tarefa;
5. Oferecer a opção de adaptação de diferentes ferramentas, deixando o equipamento mais versátil e com maior amplitude de insumos disponíveis;
6. Estabelecer padrão construtivo para o conjunto e não para equipamentos isolados, facilitando assim a produção e manutenção dos mesmos;
7. Ampliar os atributos inerentes ao produto por meio de acessórios, colaborando para a melhoria do posto de trabalho de acordo com a necessidade dos lapidários;
8. Essas características gerais são as diretrizes para o desenvolvimento de sistemas completos de máquinas de lapidação, sendo que, em cada máquina, devem ser consideradas as necessidades específicas, avaliadas e constatadas como pertinentes.

Além das características gerais e das específicas de cada máquina, ainda devem ser computados nesse sistema as adaptações feitas pelos próprios lapidários no dia a dia levantadas durante as visitas na fase de pesquisa, das quais foram entendidos os benefícios proporcionados por algumas delas e transformados em soluções industriais quando pertinentes.

Vale ressaltar que um importante limitador para o equipamento é o preço. Por mais

que existam grandes empresas de lapidação e instituições de treinamento de novos profissionais com recursos para investir, a maior parte do mercado de beneficiamento de gemas por meio da lapidação é composta por lapidários independentes e pequenas empresas de lapidação. Dessa forma, é importante considerar a realidade dessa fatia de mercado que consome máquinas de baixo custo fabricadas sem projeto e sem conhecimento das reais necessidades do processo. Aqui não se trata de quanto estão dispostos a pagar, mas sim de quanto podem pagar.

Logo, flexibilizar o equipamento de modo que ele atenda desde os pequenos lapidários independentes até grandes empresas e instituições de ensino com recursos para investimento é a alternativa mais indicada para o sucesso do projeto.

3.5 CONCEITO DO EQUIPAMENTO³

Partindo da definição da proposta inicial que direcionou a tipologia construtiva da linha de equipamentos para lapidação, na fase de projeto inicial foram trabalhados os grandes grupos de peças e componentes que compõem as máquinas como um todo: sistema completo, componentes específicos ou subsistemas.

Antes do desenvolvimento dos componentes, foram definidos um conceito de funcionamento e um conceito semântico para que a linha de equipamentos possuísse também uma característica própria de diferenciação dos concorrentes, tanto no seu funcionamento, quanto na percepção de quem olha para uma máquina para lapidação da linha.

O conceito funcional foi baseado no sistema plataforma de peças intercambiáveis para diferenciação de cada máquina focada na sua etapa da lapidação de pedras e na possibilidade de todas as máquinas trabalharem juntas em um mesmo sistema de fornecimento de força motriz (uso do compressor único para todo um sistema de máquinas com motores a ar). Para esse conceito, a equipe baseou-se na biomimética, que é a área da

³ Como algumas soluções do Projeto IDEAL estão em processo de proteção intelectual, certas informações ainda não podem ser divulgadas. Portanto, alguns dos dados apresentados nesse item não serão descritos com detalhes. Uma vez que o objetivo do presente trabalho é traçar aspectos do raciocínio quanto ao desenvolvimento de soluções que viabilizem produtos competitivos em ambientes que oferecem poucos recursos para tal, e não as soluções técnicas, o objetivo do trabalho não foi prejudicado.

ciência que estuda estruturas, relações, funções e outros aspectos da fauna e da flora para buscar soluções aplicáveis ao projeto da forma a cumprir os objetivos e contemplar os benefícios na linha de equipamentos. Com a pesquisa focada na natureza, a equipe chegou a uma referência de bioma de acordo com o objetivo buscado pelo equipamento: os corais marinhos.

Os corais são um bioma marinho composto por diversos seres vivos diferentes da fauna e da flora que formam uma espécie de cidade ideal. Nela, os habitantes utilizam recursos do próprio coral para sobreviver e seus rejeitos são o recurso necessário para outros indivíduos do bioma sobreviver. O que é rejeito para um, torna-se alimento para outro; dessa forma temos o ciclo fechado onde nada se perde, tudo se reaproveita e se transforma.

Figura 43 – Recife de corais.



Fonte: Blog Biologia na Sua Vida (2012)

Esse raciocínio é bem similar ao da mesma fonte de energia para os equipamentos de uma oficina e para o sistema de filtragem de resíduos retroalimentados. Além disso, quando uma parte do coral morre, ela serve de base para uma outra parte nascer, usando o que restou desse morto como base. Isso vem de encontro com a ideia do sistema plataforma onde boa parte das peças são comuns em máquinas com funções diferentes; logo, a base de uma máquina serve para outra no momento de manutenção ou mesmo de uma evolução do

equipamento já adquirido pelo lapidário.

Já no conceito semântico, a referência buscada deveria ter um contraponto entre resistência e robustez com características tecnológicas e refinadas. Nesse caso, foi selecionado um produto que representa bem isso: a reedição dos jipes Bronco pela empresa norte americana Icon. O jipe modelo Bronco foi fabricado pela Ford, de 1966 a 1997, e é considerado o responsável pela popularização de carros maiores para uso cotidiano, pois antes dele os veículos com tração nas quatro rodas eram desenvolvidos apenas para o uso no trabalho, logo não possuíam conforto, dirigibilidade e outras características que encontramos nos utilitários esporte atuais, como Ford Edge, Chevrolet Captiva, Fiat Freemont, entre outros.

Figura 44 - Jipe Icon Ford Bronco, o conceito semântico para linha de equipamentos.



Fonte: Icon (2012)

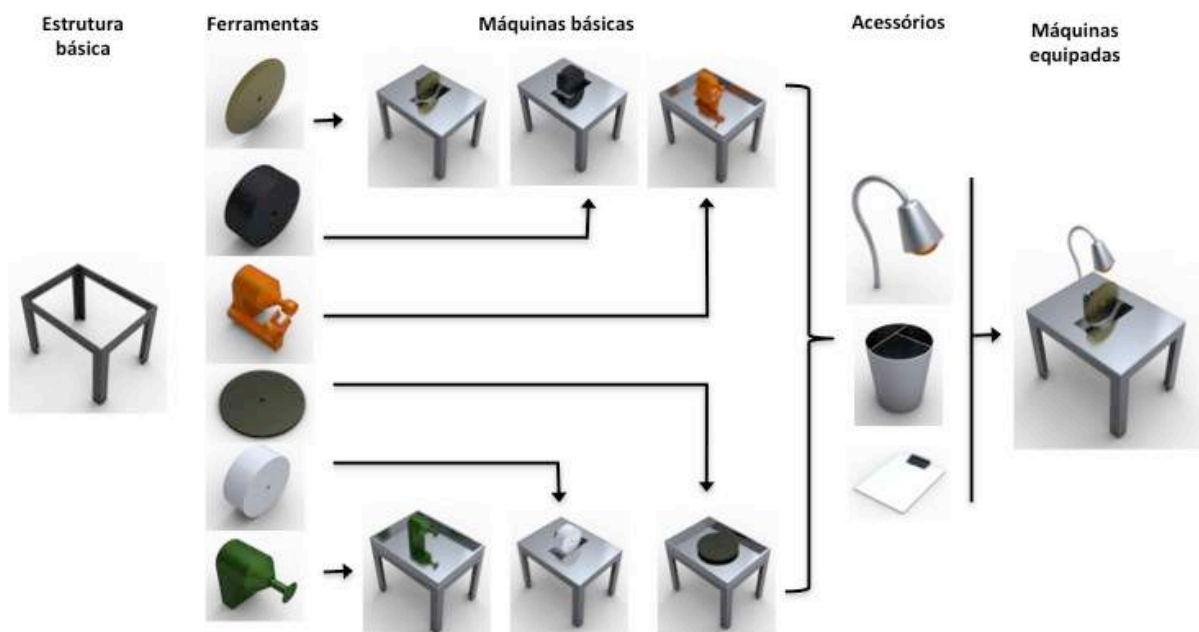
A Icon é uma empresa sediada em Los Angeles que desde 1996 trabalha com manutenção e melhorias em jipes e veículos esporte utilitários. Desde 2007 ela iniciou um trabalho de dar consultoria para empresas como a Toyota e nasceu daí a ideia de retrabalhar com clássicos fazendo as melhorias para elevar o nível dos veículos. Um dos modelos que a Icon trabalha é o Ford Bronco. A empresa mantém as características estéticas principais do produto que remetem a robustez e confiabilidade construídas pelo modelo por anos de vendas e acrescentando componentes com caráter mais tecnológico que aumentam o conforto para o usuário

3.5.1 Sistema de modulação

O projeto dos sistemas completos consiste nas partes da máquina que serão mantidas no sistema plataforma, ou seja, a base que será igual para todos os modelos de equipamentos onde serão montados os componentes específicos para cada função vinculada à etapa do processo de lapidação.

Em um novo contexto de desenvolvimento de produtos que envolvem a fase projetual, é possível estabelecer um novo parâmetro de qualidade do equipamento, focando em mantê-lo ainda nos padrões de preços atuais e vislumbrando diferentes perspectivas produtivas como em um sistema de plataforma.

Figura 45 - Representação esquemática do projeto plataforma dos equipamentos de lapidação.



Fonte: Nascimento (2012)

Na análise dos problemas encontrados nos equipamentos das diferentes etapas do processo de lapidação, é perceptível que eles são basicamente os mesmos, sendo muito pouca a influência da especificidade do tipo de ação na etapa para a configuração de um problema pontual. De modo geral, as máquinas apresentam problemas de postura dos usuários, dificuldade de acessos na superfície de trabalho, falta de organização, desconforto de apoios e posicionamento de membros, acúmulo de sujeira e dificuldade de higienização, excesso de vibração e desgaste de peças e componentes. Esses problemas fazem parte da

estrutura das máquinas e não necessariamente das partes que variam de acordo com a função exercida.

Nesse caso, a resolução dos problemas se torna mais eficiente se feita de forma a permear todos os equipamentos, seguindo um sistema de plataforma. Segundo Meyer (1997), o projeto plataforma busca sistematizar uma cadeia produtiva, de forma a oferecer maior diversidade de produtos no portfólio com a menor variação de peças e componentes possível através da adaptação de uma estrutura básica a diferentes funções e aplicações ao adicionar componentes que completem essa estrutura de acordo com o contexto.

Para um conjunto de equipamentos para lapidação, onde existe a possibilidade de resolver a maioria dos problemas na estrutura, o sistema plataforma é uma solução interessante por possibilitar o compartilhamento de componentes dessa estrutura nos equipamentos de todas as etapas, resolvendo assim os principais problemas identificados de uma só vez.

Além do compartilhamento de soluções, o sistema plataforma permite o aumento da competitividade do produto através do aumento da escala produtiva (menor variação de peças), maior facilidade de padronização (garantia da qualidade), simplificação da manutenção (compartilhamento de peças) e ampliação de funções e benefícios do equipamento de acordo com a necessidade (adaptação ao usuário por meio de acessórios). Seguindo esse raciocínio é possível fazer desde uma máquina mais barata até uma mais cara variando os acessórios, mas mantendo a qualidade nas funções básicas do equipamento, assim como acontece na indústria automotiva onde uma mesma plataforma é utilizada em um carro compacto, um sedan, uma perua e uma caminhonete em diferentes níveis de opcionais ofertados para cada um desses modelos.

Nessa etapa, o conjunto de peças principal são os pés, a travessa de sustentação do tampo de trabalho do operador e a travessa posterior para manter os pés firmes. Essas três peças compõem a estrutura básica dos equipamentos. No desenvolvimento dessas partes, as medidas foram estabelecidas a partir de bibliografia que trata de ergonomia e das análises ergonômicas desenvolvidas pela equipe durante o processo de pesquisa.

3.5.2 Componentes e subsistemas

Com a estrutura principal da máquina (estrutura básica do pé e tampo da área de trabalho) simulada no computador, esse mapeamento é utilizado para o desenvolvimento de componentes e subsistemas que farão a máquina funcionar.

O primeiro subsistema a ser desenvolvido é o de força motriz dos discos: eixos e motores. No caso dessa linha existem dois posicionamentos do conjunto motriz, sendo um com o eixo girando na horizontal para a montagem dos equipamentos de disco vertical e outro com o eixo girando na vertical para a montagem dos equipamentos que possuem disco montado na posição horizontal.

Figura 46 - Representação esquemática da estrutura básica e posicionamento dos discos nos equipamentos com disco vertical e equipamentos com disco horizontal, respectivamente.



Fonte: Do autor (2013)

Para o conjunto de força motriz foram estabelecidos dois tipos de motor (um elétrico e um a ar para o uso das máquinas de forma integrada) e dois eixos simulados (um horizontal e um vertical) dentro das necessidades da linha de equipamentos. Com isso, essas peças são colocadas na simulação virtual dos equipamentos para estabelecer os posicionamentos e definir tamanhos e tipos de outros componentes, como correias de movimento e engrenagens.

O subsistema de lubrificação por água e escoamento de resíduos também foi desenvolvido nessa fase. Ele também possui duas alternativas: uma com a água de

lubrificação originária do encanamento do local com os resíduos sendo direcionados para sistema externo ao equipamento e outra com a água e o sistema de resíduos fazendo parte de um ciclo fechado do próprio equipamento.

O subsistema de água originária do encanamento e resíduos jogados no sistema de coleta do local é o mais simples, porém a entrada de água e a saída de resíduos tem que ser a mesma do sistema de ciclo fechado para que possam ser montados na mesma estrutura básica da máquina. No circuito fechado, além do sistema de tubos e mangueiras para direcionar água e resíduos, o subsistema conta também com recipientes de decantação dos resíduos e uma bomba de água para retroalimentar o equipamento com a água depois de passar pelo processo de eliminação de resíduos. Dessa forma, foi desenvolvida também nos pés do equipamento uma plataforma de suporte para esses recipientes de decantação.

Outro subsistema desenvolvido foi o encaixe para troca simples dos discos. Nesse subsistema a proposta foi o desenvolvimento de um berço para que o diâmetro interno do furo do disco, que é variável de acordo com os tipos de discos, não seja um limitante na hora da utilização dos mesmos.

A solução encontrada foi um eixo em formato cônico com trava por ambos os lados do disco. Dessa forma, ao chegar no ponto onde a circunferência da secção de cone coincida com a circunferência do furo central do disco, as travas são posicionadas em ambos os lados fazendo pressão contra o disco e fixando-o por meio do 'sanduiche' de peças. As travas se movem por meio de roscas em sentidos invertidos; dessa forma, girando no mesmo sentido, elas se aproximam ou se afastam, o que oferece posicionamento do disco no melhor ponto do eixo cônico independente do diâmetro do furo central ou espessura do disco.

Além dos subsistemas, alguns componentes importantes foram desenvolvidos ou especificados para melhorias de uso do produto. Entre os componentes desenvolvidos, está o bojo de água da máquina de eixo horizontal. Ele foi projetado visando um formato de trabalho com espaço para as mãos do operador, como possibilitar o melhor aproveitamento do espaço no entorno da ferramenta para montagem do sistema motriz. Além disso, o seu fundo possui dupla inclinação, sendo um duto lateral para direcionar a água para a parte de trás onde está o ralo para escoamento, que foi posicionado visando não atrapalhar a posição de uso do equipamento e a base inclinada à frente para que, se a pedra cair dentro do bojo role para mais próximo do operador, ficando à mão.

Outra peça desenvolvida foi um recipiente de organização que encaixa nos equipamentos. O objetivo é que o lapidário trabalhe com dois, um para as peças antes de executar o processo específico da máquina que ele vai trabalhar e outro para depois. Como esse recipiente pode ser encaixado em todas as máquinas, quando ele avança uma etapa, faz-se necessário retirar o recipiente com as peças que ele acabou de trabalhar e encaixá-lo na máquina da etapa seguinte. Isso ajuda o lapidário na organização e sistematização do trabalho.

Dentre os componentes especificados, vale ressaltar que a luminária de haste flexível é útil tanto para a avaliação do trabalho, quando o lapidário necessita, em alguns casos, de aproximar a pedra trabalhada a um ponto de luz para analisar os efeitos óticos, quanto em ambientes em que o nível de iluminação seja insuficiente para boa visualização no decorrer da tarefa da lapidação. A haste flexível permite que o lapidário posicione a luminária no ponto mais adequado ao seu campo visual necessário para cada tarefa realizada.

3.5.3 Modelo de verificação

Com o desenvolvimento do sistema completo da estrutura base, dos componentes e dos subsistemas de funcionamento da linha de equipamentos, os requisitos iniciais que direcionaram o desenvolvimento são revisados e comparados à solução definida para confirmar se os aspectos relevantes encontrados na pesquisa foram atendidos.

Figura 47 - Análise ergonômica prévia em modelo volumétrico.

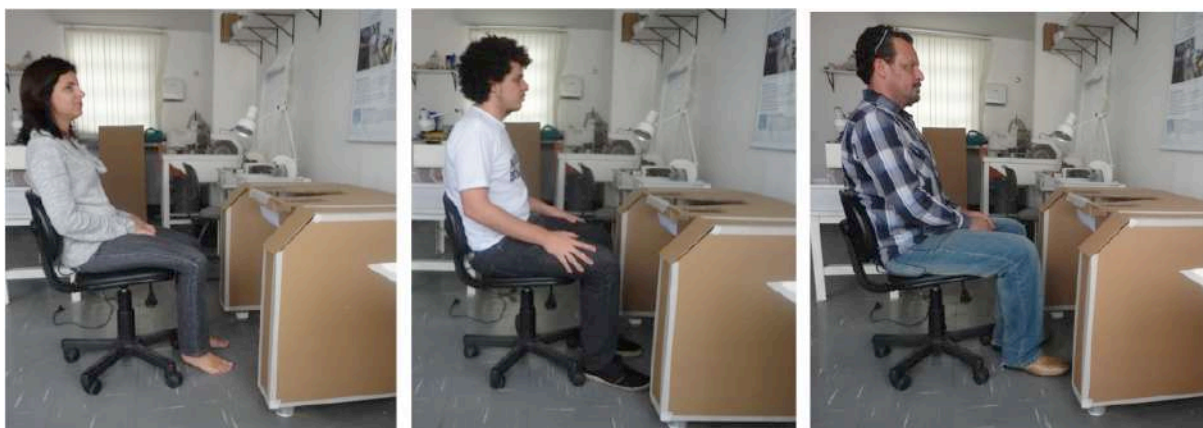


Fonte: Acervo CEDGEM/UEMG (2012)

Com essa etapa concluída, foi desenvolvido também um modelo volumétrico em papelão (*mock-ups*) para aferir os aspectos ergonômicos do equipamento com a simulação de indivíduos que representam os usuários, como mostra a Figura 47.

O teste foi executado de acordo com método descrito por Iida (2015) no livro *Ergonomia – projeto e produção*, no qual foram utilizados três biótipos para representar os usuários de diferentes tamanhos. Um dos indivíduos representou os 5% mais baixos, medindo 1,57m de altura. Outro, com 1,74m de altura, representou a maioria dos indivíduos entre 5% e 95% e o terceiro representou a faixa acima dos 95% com 1,90m de altura, respectivamente ilustrados na Figura 48.

Figura 48 – Indivíduos utilizados nos testes volumétricos com *mock-up*.



Fonte: Acervo CEDGEM/UEMG (2012)

Os três indivíduos foram posicionados no modelo de forma a simular o uso do equipamento e foram medidas altura da cadeira para posição confortável de uso, distância entre a perna e o fundo do bojo que fica abaixo do tampo de trabalho, alcance de toda a área do tampo de trabalho, ângulo possível de giro entre as pernas do equipamento, espaço entre a lateral da coxa do usuário e a superfície interna das pernas do equipamento, distância entre a superfície frontal da mesa e o encosto da cadeira, distância de trabalho entre o abdômen do usuário e a superfície de contato da ferramenta, entre outras medidas.

Com os dados recolhidos, os números foram cruzados e sugestões de mudanças foram estabelecidas, novamente testadas para serem aferidas como válidas ou não, de forma que o equipamento se enquadrasse melhor a maior variação possível de biótipos de usuários.

Mudanças como o aumento da largura do tampo da área de trabalho em 50 milímetros para melhor conforto de usuários com pernas maiores, inclinar as paredes laterais do bojo de água e deixar o fundo mais rente para maior espaço para as pernas entre as pernas e a cadeira e aumentar a altura do tampo do trabalho do chão de 740 milímetros a 750 milímetros foram definidas para que o equipamento se enquadrasse melhor aos diferentes usuários.

3.5.4 Projeto dos equipamentos

Com as definições principais dos equipamentos e componentes listados, a linha de produtos tem sua identidade formal e funcional estabelecida. Nessa etapa do projeto, a equipe dispõe de um detalhamento dos benefícios e necessidades que devem estar contemplados no equipamento final. Essas definições serviram de referências para as decisões tomadas na próxima etapa, que foram os testes em protótipos funcionais e o detalhamento do projeto para a entrada na linha de produção.

Trata-se ainda de um projeto prévio com especificações bem definidas, porém sem o refinamento produtivo completo que é uma etapa mais à frente após alguns desenvolvimentos mais específicos, como fechando a programação de montagem dos protótipos em material real e simulações virtuais.

a) Planejamento e produção de protótipos

Trabalhando essas etapas em paralelo favorece a resolução de problemas de uma forma mais ágil e dinâmica e uma etapa colabora para a melhoria da outra, uma vez que elas têm uma função de entrada e saída de informações para a melhoria dos equipamentos. Com o planejamento dos protótipos em mãos, o detalhamento de sistemas e componentes foi feito por etapas, sendo uma etapa para cada tipo de protótipo.

No modelo volumétrico em papelão (*mock-up*), o detalhamento de sistemas e componentes foi básico, contemplando apenas as medidas necessárias para fazer o teste ergonômico quanto à posição do usuário no equipamento e as distâncias necessárias no tampo da área de trabalho para que ele execute a atividade com o que é necessário ao seu alcance. Para esse modelo, até o detalhamento de materiais e sistemas de fixação foi simplificado porque foram utilizados basicamente papelão e fita adesiva para a construção.

Para os protótipos subsequentes, a complexidade aumentou. No segundo modelo,

que foi o primeiro protótipo funcional construído, já foram desenvolvidas peças metálicas que serão utilizadas na linha de produção, mas ainda sem pintura, pois o principal objetivo dessa etapa é compreender se a construção da estrutura está de acordo com o esperado. O foco principal foi a avaliação da resistência, equilíbrio, montagem dos componentes e uso básico para analisar especificação de materiais e processos, e verificar se estão de acordo com a atividade do lapidário. Ou seja, testar se o equipamento é resistente às forças de tração e torção aplicadas pelo usuário durante o processo de lapidação, uma vez que ele pressiona pedra contra as ferramentas e, em alguns momentos, exerce força sobre o sistema.

O terceiro e último modelo é um protótipo já com os ajustes e modificações levantados no modelo anterior, e adaptado para a entrada do produto em linha de produção. A análise desse modelo resultou em mudanças limitadas a especificações de detalhes de aparência, como aplicação de pintura, ou algum ajuste simples, mesmo que seja funcional. Esse protótipo ainda será testado o mais próximo possível do uso cotidiano dos lapidários, uma vez que a usabilidade já foi testada no anterior. A ideia é aferir a resistência do equipamento considerando eventos que não aconteceriam em testes de laboratório tradicionais, como o uso do equipamento em um piso não ideal, o efeito de sujeira e umidade na superfície de equipamento e teste de limpeza após um acúmulo grande de resíduos da lapidação.

Figura 49 – Protótipos em diferentes etapas de construção e avaliação.



Fonte: Acervo CEDGEM (2013)

b) Montagem

A programação de montagem, foi simulada virtualmente e revisado todo o processo de montagem etapa por etapa, componente por componente, para identificar possíveis interferências e situações fisicamente impossíveis de serem executadas.

Como o processo de desenvolvimento dos equipamentos baseou-se em um processo de adição de uma estrutura comum a diferentes peças para mudar a função do equipamento, ou deixá-lo mais equipado, a programação de montagem geral já foi estabelecida durante a concepção das soluções.

Com isso, essa etapa da programação de montagem contemplou principalmente os acabamentos e processos ergonômicos para os operadores na hora da montagem na fabricação. Nessa etapa também foram revistas e alteradas soluções para os cabos do sistema elétrico da linha de equipamentos, bem como elementos de proteção contra danos e água. O sistema de circulação de água também sofreu ajustes quanto ao tipo de fixação utilizado para facilitar a montagem e possíveis manutenções necessárias.

c) Simulações

Na simulação, além da programação de montagem, a equipe estabeleceu no computador em *software* 3D específico os parâmetros a serem seguidos na confecção real do equipamento. Simulações das produções das peças, incluindo cortes, dobras, sistemas de encaixe e posição de montagem dos componentes foram testados e revisados além de simulados para o melhor aproveitamento da matéria-prima adquirida para a construção dos protótipos.

Com a simulação virtual concluída, testes e ensaios virtuais foram feitos para estabelecer o volume de material utilizado, o peso completo do equipamento e simulações de transporte de peças. Testes de resistência, pontos de fragilidade e de fadiga também serão testados virtualmente para torção, compressão e impacto. Esses testes viabilizam o desenvolvimento de protótipos já com ajustes de uso de materiais e distribuição correta de sistemas de reforço, quando necessários.

3.6.5 Avaliação final do projeto

A avaliação final do projeto quanto ao uso foi positiva. O teste de uso do protótipo final ressaltou a eficiência do equipamento quanto aos parâmetros básicos que conferem

boas condições de uso e ao nível de vibração, nível de ruído, visibilidade da área de trabalho e boa posição de uso do operador. Com esses parâmetros básicos satisfatórios o equipamento se mostra preciso, colaborando para o conforto do operador, melhorando as condições de aprendizagem e aumentando as chances do resultado do processo executado no equipamento ser gemas melhores.

Figura 50 – Protótipos para teste no Laboratório de Lapidação da Escola de Design/UEMG.



Fonte: Acervo CEDGEM (2013)

Quanto à relação do equipamento com o ambiente, o sistema de fluxo de água para lubrificação e contenção de resíduos contribui para manutenção da limpeza do ambiente, a luminária da própria máquina pode ser utilizada para suprir a insuficiência de luz no ambiente e os baixos níveis de ruído e vibração do equipamento colaboram para melhoria do conforto sonoro no local. Além disso, o sistema de organização do material a ser trabalhado por meio de recipientes intercambiáveis pode ser um atrativo quanto à organização do ambiente de trabalho.

No aspecto produtivo, o resultado final do projeto foi o mais importante. Por melhor que fossem os equipamentos, o projeto perderia o sentido se o preço final de venda não fosse compatível com os produtos mais baratos disponíveis no mercado. Através da sistematização produtiva do projeto plataforma, a redução de modelos de peças que precisam ser fabricadas para a montagem dos cinco equipamentos da linha viabilizou o projeto dentro da expectativa financeira do preço de venda. Com isso, além de fabricar menos componentes diferentes, o número limitado de variações facilitou o processo

produtivo quanto ao treinamento de funcionários para a montagem e aumentou a replicabilidade, tornando o processo ágil e eficiente.

Foram estabelecidos também os mesmos recursos para toda a linha, sejam eles matérias-primas, componentes e processos. Como as peças são similares nos modelos propostos, a aquisição de material, a especificação dos processos fabris e os componentes permanecem os mesmos nas estruturas principais. Tal economia possibilitou uma margem de investimento em peças onde os custos são maiores, porém trazem benefícios que justificam, como o sistema de troca rápida de ferramenta da mesa vertical e as peças em polímero (proteção sistema motriz da mesa vertical, bojo e recipientes organizadores). Como são peças que demandam processos construtivos que estão além do domínio da empresa parceira, a alternativa produtiva para elas é a terceirização.

Nessa mesma lógica de padronização para diminuição de custos, foram trabalhados demais componentes como motores e sistema elétrico.

3.6 DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO

Considerando os dados apresentados, pode-se considerar que o estudo de caso em questão apresenta-se como um exemplo de muito com pouco do design brasileiro. Em resumo, o equipamento de lapidação de gemas é utilizado em uma atividade em que o processo de transformação é feito através de ferramentas de corte e desbaste que podem trazer risco de ferimentos ao operador. E durante esse processo são gerados resíduos abrasivos que demandam aos componentes do produto resistência aos mesmos.

Além disso, o mercado no qual ele é inserido tem o preço, um importante elemento para a decisão de compra. Tal realidade resulta no abastecimento do mercado por máquinas artesanais de baixo custo sem as características necessárias para um bom desempenho do processo de lapidação, comprometendo a precisão e a segurança dos operadores por não seguir as normas de segurança para produtos dessa natureza.

Outro aspecto que deve ser contemplado é a manutenção. Uma vez que boa parte do público-alvo desse produto é distribuída em áreas mais afastadas de grandes centros, geralmente próximo às minas de extração das pedras, a manutenção deve ser simples, possibilitando inclusive que o próprio operário faça alguns reparos que podem ser mais

recorrentes.

Dessa forma, a alternativa foi viabilizar o equipamento por meio de processos produtivos de baixa complexidade, materiais que atendam às necessidades sem encarecer e trabalhar como foco do projeto de design a eficiência. A escolha pelo desenvolvimento utilizando como referência principal o projeto plataforma foi importante pela diminuição do número de peças diferentes.

A estratégia do 'projeto plataforma' colaborou ainda para um processo diferencial do produto quanto à venda em volumes maiores, como para instituições de ensino e empresas de maior porte, pois a similaridade de peças, processos de manutenção e insumos necessários colaboram para que manter os equipamentos em pleno funcionamento. Além disso, facilitam o estoque de componentes no local para manutenções de rotina, demandando menos espaço e conhecimentos específicos para manutenção em cada equipamento.

Outro ponto relevante está na diversificação de atuação no mercado, uma vez que se amplia a possibilidade de evolução do equipamento de acordo com o implemento de acessórios ou mudanças de componentes. Assim como acontece no mercado dos automóveis, por exemplo, ao adquirir um determinado modelo, o consumidor pode adaptá-lo a suas necessidades de acordo com o que está disposto a pagar. Dessa forma, o equipamento disputa mercado não apenas na faixa em que o preço é o principal fator de escolha do cliente, mas também pode ser mais bem equipado para os que buscam um equipamento mais completo. O que vale ressaltar é que independente do equipamento ser o mais básico ou o mais completo, atributos básicos para boa eficiência da função, conforto para o usuário e manutenção estarão em um mesmo patamar.

Em uma comparação final, colocando frente a frente o equipamento desenvolvido e um equipamento que é concorrente direto, é perceptível o ganho de qualidade que o projeto de design proporcionou ao novo produto. A qualidade estética, especialmente a visual, é a primeira notada, o que sintetiza a diferença entre o desenvolvimento aplicado no Projeto IDEAL e o aplicado no outro equipamento. Ao olhar, a impressão que passa o comparativo lado a lado é que os equipamentos não fazem parte da mesma categoria de preço. Tanto a estrutura, quanto o acabamento são bem diferentes.

A qualidade visual do equipamento do projeto estudado é consequência de um

projeto onde o contexto geral de aplicação dos produtos foi levado em conta, de forma relevante. Somado a isso, foram desenvolvidos vários testes necessários para que os produtos se adequassem aos usuários, simulações e aplicações reais de materiais e processos de fabricação. Os protótipos foram avaliados exaustivamente até se chegar aos materiais e processos mais eficientes, e testes de funcionamento aconteceram em paralelo com esses protótipos para que as modificações necessárias fossem executadas em conjunto. Dessa forma, o resultado foi um conjunto de equipamentos eficientes e de custo compatível com o mercado.

Pode-se dizer que a falta de um processo mais rigoroso no desenvolvimento é que compromete a qualidade do setor de equipamentos de lapidação de menor valor. Como a maioria dos equipamentos é construída por meio de conhecimento adquirido pelo processo de tentativa e erro, não existe planejamento para a seleção do que é o melhor para o produto; com isso ocorre demasiado desperdício que pesa no valor final. Na tentativa de manter os valores competitivos nesse mercado, os produtores de máquinas de lapidação lançam mão dos mais variados recursos possíveis para diminuir custos, existindo inclusive casos em que são utilizados descartes provenientes de ferros velhos, impossibilitando, por exemplo, a padronização dos equipamentos.

Caso o mercado não evolua nesse aspecto, quem continuará a perder é a cadeia completa de gemas e joias. Pois, com equipamentos não adequados a qualidade do trabalho fica inferior ao que é possível ser oferecido pelos lapidários, diminuindo o valor das gemas ofertadas, enfraquecendo o mercado pontual da lapidação. Porém podemos identificar consequências até na ponta do setor joalheiro, uma vez que a qualidade do produto final da loja passa pela lapidação. Logo, melhora-se a qualidade da lapidação, a tendência é que a qualidade final da joia também melhore, já que um de seus componentes mais importantes está com mais qualidade: a gema lapidada.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.2 QUESTÕES EM ABERTO

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estabelecer um *modus operandi* do design conforme sua adaptação ao contexto industrial brasileiro por meio do estudo de caso focado em um só segmento específico pode não ser generalizado pela diversidade de setores que o mercado possui, como eletroeletrônicos, moda, mobiliário, utensílios domésticos, produtos médicos, produtos esportivos, brinquedos, entre outros. Analisando caso a caso, pode-se estabelecer uma série de realidades diferentes com características próprias vinculadas ao produto, à tipologia de uso, ao mercado desejado, à tecnologia disponível e ao tipo de usuário, dentre outros. Aprofundando esse raciocínio é possível reconhecer realidades diferentes dentro de um mesmo setor para um mesmo produto variando apenas uma das características citadas anteriormente.

Porém, o foco de análise do presente trabalho foi compreender como o processo de design brasileiro gera alternativas de soluções para manter um produto competitivo, fazendo-se valer de uma limitação de recursos para o mesmo. Essa limitação pode estar no campo financeiro, mercadológico ou tecnológico, ou em todas elas conjuntamente, como se deu no presente estudo de caso focado em uma realidade extrema onde se exigiria o máximo de desempenho das soluções, utilizar os recursos de forma eficiente é uma alternativa para mensurar tal análise.

O estudo de caso dos equipamentos para lapidação de gemas se mostrou coerente como exemplo para essa análise por, em resumo, se tratar de um projeto de design que deveria contemplar todas as exigências de um equipamento de alto desempenho, mas dentro do orçamento de um equipamento artesanal. Ou seja, os equipamentos devem ser precisos, resistentes, dentro das normas de segurança, de fácil manutenção e com um preço final compatível com os produtos similares mais acessíveis ao mercado.

De acordo com os resultados relatados do estudo de caso, a hipótese de que o design brasileiro tem como característica o desenvolvimento de soluções para aumento de competitividade de produtos originários de contextos industriais limitados, pode ser tomada

como verdadeira. Para tal, os parâmetros gerais que regem o processo de design com poucos recursos permeiam principalmente a eficiência. Podem ser considerados exemplos desse raciocínio de diminuição de volume de materiais sem a perda da resistência do produto, aplicação de processos fabris mais simples mantendo as características do processo de desenvolvimento do designer, aproveitamento de uma peça de formas diferentes com a mesma confiabilidade no funcionamento e simplificação de detalhes visuais sem perder qualidade de percepção.

Mesmo considerando a variedade de setores industriais e suas especificações que os caracterizam de forma completamente diferente, a possibilidade de desenvolver soluções com poucos recursos pode ser utilizada também nesses demais produtos industriais, ainda que o contexto no qual ele esteja inserido demande um nível de desempenho menor quando comparado aos equipamentos de lapidação quanto à resistência e ergonomia, por exemplo.

Assim, artifícios citados anteriormente, como economia de materiais, simplificação de processos, sistematização de peças e outros presentes no estudo de caso desse trabalho, podem ser aplicados em produtos completamente diferentes aos estudados visando manter ou aumentar benefícios perante seus concorrentes. Esse aumento de benefícios pode resultar em melhorias de vendas, como diminuição de preços finais ou mesmo aumento da margem de lucro por unidade vendida.

Vale destacar que esses artifícios utilizados para aumento de competitividade também podem resultar em melhorias no aspecto da sustentabilidade ambiental dos produtos. No estudo de caso do presente trabalho, por exemplo, o foco do aumento de competitividade se deu por meio da economia de recursos, sejam materiais, energia, tempo ou outros, o que já colabora para os aspectos ambientais. Além desses voltados para a produção, os benefícios dos equipamentos desenvolvidos no Projeto IDEAL incluem o aumento de vida útil dos produtos e diminuição do volume de descarte através da ampla possibilidade de manutenção.

Fazendo um paralelo entre os resultados obtidos no estudo de caso e o mercado geral de design no âmbito global, podemos indicar que esse processo de trabalho do design brasileiro que gera, a partir de recursos escassos, bons produtos é uma alternativa para empresas de abrangência além de seus países de origem, ou mesmo as transnacionais, no

desenvolvimento de produtos competitivos e sustentáveis econômica, social e ambientalmente. Dessa forma, um possível caminho para caracterizar o design brasileiro como algo além de explorações de características culturais locais aplicadas à estética dos produtos foi indicado, podendo ser somado a essas aplicações estéticas como fator parte de projetos por meio do design em que o desenvolvimento de produtos competitivos com poucos recursos faz parte do processo.

4.2 QUESTÕES EM ABERTO

Como sugestões para estudos futuros, apresenta-se:

- Avaliar com as partes interessadas (lapidários, professores e empresários) os equipamentos desenvolvidos focando na percepção da qualidade em relação aos similares avaliados durante o projeto;
- Analisar a relação do desenvolvimento de produtos competitivos partindo de contextos de poucos recursos e os aspectos para a sustentabilidade ambiental;
- Estudar o impacto de competitividade que esse tipo de desenvolvimento pode gerar em diferentes setores, como eletrodomésticos, informática, moda, mobiliário, entre outros;
- Analisar como o processo de desenvolvimento a partir de recursos escassos pode ser o meio para o surgimento e viabilização de novos empreendimentos de porte menor e/ou de mercados específicos;
- Estudar a relação entre produtos competitivos oriundos de recursos escassos e os novos meios de comercialização, como vendas via internet e sistemas colaborativos de viabilização econômica;
- Estudar a possibilidade de aplicação desse modelo de desenvolvimento em cadeias e empreendimentos de prestação de serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.

ARIZA, R; RAMÍREZ, R. *Herramientas para mejorar la gestión del diseño en PyMEs*. 6ª Jornada de Innovación y Desarrollo, noviembre 2007. INTI – Programa de Diseño. Buenos Aires.

BECERRA, P; CERVINI, A. **En torno al produto – Diseño estratégico e innovación PYME en la Ciudad de Buenos Aires**. Buenos Aires: Centro Metropolitano de Diseño, 2005.

BOMFIM, G. A. **Ideias e formas na história do design – uma investigação estética**. João Pessoa: Ed. Universitária UFPB, 1995.

BONSIEPE, G. **Design: como prática de projeto**. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.

BONSIEPE, G. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

BRUCE, M; COOPER, R; VAZQUEZ, D. Effective design management for small businesses. **Design Studies**, 20 (1999), p. 297-315. Amsterdam: Editora Elsevier Science, 1999.

BÜRDEK, B. E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CAMPOS, V. M. C. **Arranjo produtivo local gemas e artefatos de pedra de Teófilo Otoni: perfil e caracterização**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC-MG): Belo Horizonte, 2008.

CANAAN, R. P. **Gemas e joias: a gestão pelo design aplicada à cadeia de valor de arranjos produtivos locais**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Design, Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (CEPAM) /GRUPO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (GTIC)/SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Arranjos Produtivos Locais Prioritários do Estado de São Paulo**, 2009. Disponível em <http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/drt/apls/lista/files/mapa_2_contexto.pdf>. Acesso em 20 de janeiro de 2012.

CENTRO PORTUGUÊS DE DESIGN. **Manual de gestão de design**. Porto: Centro Português de Design, 1997.

COSTENARO, A. **Indústria de Pedras Preciosas: um Estudo dos Fatores Competitivos em Empresas de Soledade – RS**. Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

DIAS, M. R. A. **Ensino do Design: A Interdisciplinaridade na Disciplina de Projeto em Design**. Florianópolis: 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2004. 163p.

DIAS, M. R. A.; MINEIRO, E. F.; MATOS, S. Mapa estratégico para inovação e competitividade em MPes articulado pelo design. In: **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Luiz, 10 a 13 out. 2012.

FERNANDEZ, S.; BONSIPE, G. **Historia del diseño en America Latina y el Caribe: industrialización y comunicación visual para la autonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2008

FIELL, C.; FIELL, P. **Diseño Escandinavo**. Madrid: Taschen, 2003.

G1 ECONOMIA. **No interior do PI, exploração de opala garante 1º emprego e renda a famílias**, 2011. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2011/05/no-interior-do-pi-exploracao-de-opala-garante-1-emprego-e-renda-familias.html>>. Acesso em 30 de agosto de 2011.

GALFETTI, G. **Model apartments: experimental domestic cells**. Barcelona: Gustavo Gili, 1997.

GOLA, Eliana. **A joia: história e design**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

GUEDES, G. M. **Flexibility: design in a fast changing society**. Torino: Umberto Allemandi, 2008.

GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico- geomorfológico**. 6-ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IGLÉSIAS, F. **A industrialização brasileira**. São Paulo: Ed. Brasileira, 1995.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 Ed. revista e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS (IBGM). **Informações setoriais. Perfil / Grandes números. O setor de gemas e metais preciosos em grandes números 2010**. Disponível em: <www.ibgm.com.br>. Acesso em 22 de agosto de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS (IBGM). **Manual de Lapidação Diferenciada de gemas** / Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos, organização Adriano Mol – Brasília: Athalaia Ed., 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS (IBGM). **Políticas e Ações para a Cadeia Produtiva de Gemas e Jóias** / Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. Brasília: Brisa, 2005.

JUNTA COMERCIAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS (JUCEMG). **Estatística de empresas ativas por atividade econômica**, 2011.

KOTLER, P. **Administração de marketing – Análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1991.

LEITE, R.V. **Plano de Desenvolvimento Preliminar (PDP) do APL de Gemas e Jóias do Distrito Federal**, 2007. Disponível em<<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=3008>>. Acesso em 22 de agosto de 2011.

LOBACH, B. **Desenho industrial: bases para a configuração de produtos industriais**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

MACIEL, M. S. M. M.; NASCIMENTO, P. H. P.; MOL, A. A. Análise ergonômica de postos de trabalho: equipamentos de lapidação. In: Seminário de Gemologia e Design de Gemas e Joias, 2., Belo Horizonte, 22 e 23 nov. 2011. **Anais do 2º Seminário de Gemologia e Design de Gemas e Joias**. Belo Horizonte: UEMG, 2011.

MACIEL, M. S. M. **Mapeamento de diretrizes ergonômicas para o desenvolvimento de equipamentos de lapidação**. 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Design de Produto) – Escola de Design, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MACULAN, A. M. **Características da inovação nas micros e pequenas empresas. Entrevista**. In: T&C Amazônia, ano VI, (13), 2008.

MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 3. Ed. São Paulo: Edusp 2008.

MARLET, J. V. **Diseño ecológico**. Barcelona: Blume, 2005.

MEYER, M. H. Revitalize your product lines through continuous platform renewal. **Research Technology Management**; Mar/Apr 1997; 40, 2; ABI/INFORM Global pg. 17.

MOL, A. A. **Projeto IDEAL - Inovação de equipamentos de lapidação pela inserção do design, ergonomia, novos materiais e processos**. Coordenação Adriano Mol. Projeto de Pesquisa. Edital MCT / CT – Mineral / VALE / CNPq N o 12/2009, Belo Horizonte, 2009.

MORAES, D. **Análise do design brasileiro – entre mimese e mestiçagem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MORALES, L. R. **Métodos de Análises Comparativas**. Florianópolis: [S.n.], 2005 (Curso de Design da UNIVALE).

MOZOTA, B. B. **Gestão do design: usando o design para construir o valor de marca e inovação corporativa**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

NADUR, A. V. **A Lapidação de gemas no panorama brasileiro**. 158 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NASCIMENTO, P. H. P.; MACIEL, M. S. M. M.; TEIXEIRA, M. B. S.; MOL, A. A. Aspectos de mercado relevantes para o projeto de equipamentos para lapidação no Brasil. In: **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2012.

NASCIMENTO, P. H. P.; MACIEL, M. S. M. M.; POLISSENI, H. C.; MOL, A. A. Planejamento estratégico mercadológico e tecnológico para o desenvolvimento de máquinas de lapidação. In: Seminário de Gemologia e Design de Gemas e Jóias, 2., Belo Horizonte, 22 e 23 nov. 2011. **Anais do 2º Seminário de Gemologia e Design de Gemas e Jóias**. Belo Horizonte: UEMG, 2011.

OLIVEIRA, R. D. **Design industrial e empresas de pequeno porte: interações, benefícios e estratégias**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

PAPANEK, Victor. **Design for the real world: human ecology and social change**. New York: Pantheon Books, 1971.

PREVIDELLI, A. Ministério para pequenas empresas é raridade no mundo. **Revista Exame**. São Paulo, 1 abr. 2013. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/brasil-e-pioneiro-ao-criar-pasta-exclusiva-para-pequenas-emp?page=1>>. Acesso em: 31 mai. 2013.

QUARANTE, Danielle. **Diseño industrial 2 – elementos teóricos**. Barcelona: Ed. CEAC, 1992.

RIOS, I. G. T. **Requisitos ambientais no processo de design de produtos eletrônicos: contribuições para gestão da obsolescência**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Design, Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **3 anos da lei geral da micro e pequena empresa**. Brasília: Coronário, 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Indústria de Joias: Lapidando a Imagem a Joia Brasileira**, 2007. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/integra_documento?documento=AA0CDFB4C6BDF0B083257279004756C2>. Acesso em 10 de julho de 2013.

SCHULTZ, R. **Gemas – Flores do Reino Mineral**. Acessado em: <http://www.igc.usp.br/geologia/gemas.php>, Junho de 2009.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TECNOLÓGICO (SEDET). **Plano de desenvolvimento do arranjo produtivo da opala na região de Pedro II – PIAUÍ**, sem data. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1247146958.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2011.

SVISERO, D. P.; FRANCO, R. R. **Conceito, nomenclatura e classificação das gemas**. In: C. Schobbenhaus; E. T. Queiróz; C. E. S. Coelho. (Org.). Principais depósitos minerais do Brasil, Gemas e Rochas Ornamentais, CPRM/DNPM. Brasília: 1991, v. IV, p. 3-8.

VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria métodos e ferramentas para o design sustentável de sistemas de satisfação**. Salvador: EDUFBA, 2010.

WEBSTER, R. **Gems: their sources, descriptions and identification**. Volume 2. Londres, Butterworth & Co. Ltd. p.219-242, 467-499, 603-738. 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.