

FLÁVIO EDUARDO MARTINS

DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS VISUAIS
EM LINHAS DE PRODUÇÃO ENXUTA NO SETOR AUTOMOTIVO

CURITIBA
2006

FLÁVIO EDUARDO MARTINS

DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS VISUAIS
EM LINHAS DE PRODUÇÃO ENXUTA NO SETOR AUTOMOTIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica.
Orientador Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos

CURITIBA
2006

TERMO DE APROVAÇÃO

FLÁVIO EDUARDO MARTINS

DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS VISUAIS EM LINHAS DE PRODUÇÃO ENXUTA NO SETOR AUTOMOTIVO

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, área Mecânica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto
UFPR/PG-Mec

Prof. Dr. Henrique Rozenfeld
USP

Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos
UFPR/PG-Mec
Presidente

Curitiba, 21 de setembro de 2006

À todos aqueles que, de acordo com suas possibilidades, ajudam a melhorar o BRASIL.

AGRADECIMENTOS

Aos companheiros de luta Águeda Regina Bodnar, Daniel Avilez, Devani Morais Júnior, Luiz Henrique Stocco Silva, Marcelo Cato Gallina e Roger Mário Muller pelo espírito de companheirismo que muito me apoiou no período de trabalho.

Aos professores André Battaiola, Carla Spinillo, Maria Lúcia Okimoto, Sérgio Scheer e Virgínia Kistmann que contribuíram para meu crescimento intelectual e pessoal.

Ao Professor Doutor Aguinaldo dos Santos pela orientação, paciência e constante motivação em todas as fases do trabalho.

Todos estes que aí estão

*Atravancando o meu caminho,
Eles passarão.
Eu passarinho!*

(Mario Quintana)

RESUMO

Aumentar a transparência em ambientes de produção significa aumentar a capacidade de um processo de produção comunicar informações úteis para as pessoas (SANTOS, 1999). O aumento da transparência promove em sistemas de produção a redução do volume de perdas (SANTOS, 2003). Os métodos que levam à implementação da transparência são apontados na literatura como "Gerenciamento Visual" (MONDEN, 1997).

Esta dissertação pretende, por meio de um Estudo de Caso na indústria metal-mecânica, no setor automotivo, desenvolver um método de diagnóstico das necessidades de melhorias no Gerenciamento Visual e desenvolver soluções visuais para sistemas de produção, com base nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico.

Palavras-chave: Gerenciamento Visual, Design Gráfico, Produção Enxuta, Setor Automotivo

ABSTRACT

This thesis intends to develop a diagnoses method which points out ways in which Visual Management can improve its efficacy as well as develop visual solutions regarding production systems. The methodology adopted includes both review of literature of capital concepts and principles of Graphic Design as well as a study case of a metal-mechanic sector.

According to Santos (1999) improving transparency in production environments means improving the capacity of production process to communicate useful information to the participants. In another study, Santos (2003) has also argued that the improvement of transparency in production systems produces a decrease in the volume of wastes. The methods which lead to the implementation of transparency are named in the literature as “Visual Management” (MONDEN, 1997).

Keywords: Visual Management, Graphic Design, Lean Production, Automotive Sector

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1. 1 – Percentual da ênfase de utilização de cada um dos sentidos pelos seres humanos (HEILIG, 1992)</i>	15
<i>Figura 2.1 - Alguns princípios da Produção Enxuta para a redução das perdas e suas inter-relações.....</i>	23
<i>Figura 2.2 – Dois fluxos de produção (SHINGO, 2006b).....</i>	25
<i>Figura 2.3 – Estrutura para um local de trabalho visualmente adequado (Fonte: adaptado de GALSWORTH, 1997)</i>	30
<i>Figura 2.4 – Indicadores visuais.....</i>	32
<i>Figura 2.5 – Exemplos de Dispositivos Visuais Utilizados para Sinal, Controle e Garantia Visual.....</i>	33
<i>Figura 2.6 – Esquema de como se processa a comunicação</i>	37
<i>Figura 2. 7 – Percepção da unidade no todo</i>	43
<i>Figura 2.8 – O contexto determina o significado dos elementos</i>	43
<i>Figura 2.9 - Relação estrutura x forma (adaptado de ROCHA e NOGUEIRA, 1995).....</i>	44
<i>Figura 2.10 – Relação forma x campo (Fonte: ROCHA e NOGUEIRA, 1995).....</i>	44
<i>Figura 2.11 – Xilogravura “Day and Nigth” de M. C. Escher na qual se pode observar a contraposição forma x fundo.....</i>	45
<i>Figura 2.12 -Árvores, exemplo de assimetria e simetria.....</i>	45
<i>Figura 2.13 – Violinos, a percepção de simetria é maior com a imagem na vertical.....</i>	46
<i>Figura 2.14 – No primeiro exemplo vemos uma malha de pontos, no segundo vemos linhas horizontais e no terceiro, linhas verticais.....</i>	46
<i>Figura 2.15 – Os elementos das imagens tendem a ser vistos como conjuntos quando possuem naturezas semelhantes</i>	47
<i>Figura 2.16 – Tendemos a continuar os elementos em vez de entendê-los como formas separadas</i>	47
<i>Figura 2.17 – As formas da figura tendem a ser percebidas como completas.....</i>	48
<i>Figura 2.18 – Gravidez (adaptado de ROCHA e NOGUEIRA, 1995).....</i>	48
<i>Figura 2.19 – Nivelamento e acentuação do objeto (FONTE: ROCHA E NOGUEIRA, 1995).....</i>	48
<i>Figura 2.20 – Desenhos com aplicação dos princípios da Gestalt (FONTE: IIDA, 2005).....</i>	49
<i>Figura 2.21 - Matizes de Cores (PEDROSA, 2002).....</i>	50
<i>Figura 2.22 – Contraste simultâneo das cores (PEDROSA, 2002).....</i>	51
<i>Figura 2.23 – Contraste sucessivos e cores complementares</i>	52
<i>Figura 2.24 – Gráfico do Acuidade Visual em em relação ao nível de iluminação (Fonte: IIDA, 2005).....</i>	55
<i>Figura 2.25 – Exemplo de detecção de detalhes e de leitura confortável.....</i>	56
<i>Figura 2.26 – As imagens ilustram a região da Visão Ótima e Máxima (FONTE: IIDA, 2005).....</i>	57
<i>Figura 2.27 – O alfabeto representado por vários símbolos.....</i>	59
<i>Figura 2.28 – Sinal de trânsito “PARE” em vários países</i>	59
<i>Figura 2.29 – Grupo de pictogramas das modalidades esportivas utilizadas em diferentes olimpíadas</i>	60
<i>Figura 2.30 – Alguns símbolos padronizados pela ISO (FONTE: IIDA, 2005).....</i>	61
<i>Figura 4.1 – Volante de direção.....</i>	77
<i>Figura 4.2 – Fluxo do processo da montagem do volante de direção.....</i>	78
<i>Figura 4.3 – Volantes de direção embalados Figura 4.4 – Rack Kanban.....</i>	79
<i>Figura 4.5 – Deslocamento do operário no posto de montagem do volante de direção</i>	80
<i>Figura 4.6 – Carta de critérios</i>	83
<i>Figura 4.7 – Conectores do air bag e da buzina.....</i>	84
<i>Figura 4.8 – Painel Andon: luzes indicadoras dos componentes a serem utilizados.....</i>	87
<i>Figura 4.9 – Carta de Critérios rediagramada.....</i>	88
<i>Figura 4.10 – Pictogramas para a carta.....</i>	88
<i>Figura 4.11 – Desenho assimétrico dos entalhes de encaixe do volante de direção.....</i>	89
<i>Figura 4.12 – Chave cachimbo para posicionamento da coluna de direção.....</i>	89
<i>Figura 4.13 – Ponta da coluna de direção com Indicador Visual</i>	90
<i>Figura 4.14 – Caixa de roda dianteira direita e seu posicionamento na carroceria</i>	92
<i>Figura 4.15 – Esquema do processo geral e a localização da célula de produção estudada.....</i>	94
<i>Figura 4.16 – Fluxo do processo de armação da caixa de roda dianteira direita.....</i>	95
<i>Figura 4.17 – Fluxo do processo na célula de produção estudada.....</i>	95
<i>Figura 4.18 – Operação de solda com o uso do gabarito.....</i>	98
<i>Figura 4.19 – Ficha de identificação</i>	98
<i>Figura 4.20 – Estação de trabalho de soldagem das porcas com pouco contraste de cores</i>	100
<i>Figura 4.21 – Operação de solda sem o uso do gabarito.....</i>	102
<i>Figura 4.22 – Operação de solda.....</i>	103
<i>Figura 4.23 – Gabarito com Indicadores Visuais</i>	105

<i>Figura 4.24 – Peça com Indicadores Visuais</i>	105
<i>Figura 4.25 – Indicadores Visuais na peça, no gabarito e nas porcas</i>	106
<i>Figura 4.26 – Rediagramação da Ficha de Identificação</i>	107
<i>Figura 4.27 – Carrinho de abastecimento e Controle Visual</i>	107
<i>Figura 7.1 – Exemplos dos princípios do Design</i>	118
<i>Figura 7.2 – Elementos do Design: linha, forma, textura e espaço</i>	119
<i>Figura 7.3 – Escala de luminosidade e o emprego dela proporcionando a ilusão de profundidade</i>	119
<i>Figura 7.4 – Pontos formando uma imagem</i>	120
<i>Figura 7.5 – Direções vertical-horizontal, diagonal e curvas</i>	120
<i>Figura 7.6 – Técnicas visuais equilíbrio x instabilidade, regularidade x irregularidade e simplicidade x complexidade</i>	121
<i>Figura 7.7 – Técnicas visuais unidade x fragmentação, economia x profusão e minimização x exagero</i>	122
<i>Figura 7.8 – Técnicas visuais previsibilidade x espontaneidade, atividade x estase e transparência x opacidade</i>	123
<i>Figura 7.9 – Técnicas visuais previsibilidade x espontaneidade, atividade x estase e transparência x opacidade</i>	123
<i>Figura 7.10 – Técnicas visuais unidade x fragmentação, economia x profusão e minimização x exagero</i>	124

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVO.....	13
1.3 HIPÓTESE.....	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
1.4.1 A Importância dos Dispositivos Visuais	13
1.4.2 A Indústria Metal-Mecânica	16
1.5 MÉTODO DE PESQUISA.....	17
1.6 LIMITAÇÃO	18
1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 O CONCEITO DE TRANSPARÊNCIA NO AMBIENTE DA PRODUÇÃO.....	20
2.2 O CONTEXTO DO GERENCIAMENTO VISUAL.....	21
2.2.1 Dimensão Histórica.....	21
2.2.2 Conceitos Relevantes ao Gerenciamento Visual.....	24
2.2.2.1 Conceito de Fluxo de Processo e Operações.....	24
2.2.2.2 Conceito de Valor	26
2.3 ABORDAGENS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO GERENCIAMENTO VISUAL.....	27
2.4 DISPOSITIVOS VISUAIS.....	28
2.4.1 Definição e Níveis de Aplicação.....	28
2.4.2 Classificação dos Dispositivos Visuais Quanto ao Grau de Controle.....	32
2.4.3 Avisos e Advertências.....	33
2.5 DESENVOLVENDO SOLUÇÕES PARA DISPOSITIVOS VISUAIS.....	35
2.5.1 O Papel do Design Gráfico no Gerenciamento Visual.....	35
2.5.2 Conceitos Básicos Relacionados ao Design Gráfico.....	36
2.5.2.1 Informação Visual.....	36
2.5.2.2 Representação Mental da Informação.....	39
2.5.3 Artifícios para Memorização da Informação	41
2.5.4 Percepção da Forma com Base na Teoria da Gestalt	42
2.5.5 Percepção das Cores	49
2.5.6 Aspectos da Ergonomia Relacionados à Acuidade Visual.....	54
2.5.7 Princípios Derivados da Semiótica	57
2.6 DISCUSSÃO: A INTEGRAÇÃO DA PERSPECTIVA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E DO DESIGN GRÁFICO.....	61
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	64
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	64
3.2 SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA.....	64
3.3 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO.....	65
3.4 UNIDADE DE ANÁLISE.....	66
3.5 VALIDAÇÃO INTERNA, EXTERNA E DO CONSTRUCTO	66
3.6 ESTUDO DE CASO PILOTO.....	66

3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	67
3.7.1 Critério para Seleção do Processo.....	67
3.7.1.1 Levantamento de Perdas e Erros do Processo.....	67
3.7.2 Coleta de Evidências.....	68
3.7.2.1 Caracterização do Fluxo do Processo.....	68
3.7.2.2 Descrição do Fluxo de Operações.....	69
3.7.2.3 Artefatos Físicos.....	69
3.7.2.4 Observação Direta.....	73
3.7.2.5 Abordagens que influem no aumento da Transparência.....	74
3.8 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE.....	75
4. ESTUDO DE CASO.....	76
4.1 ESTUDO DE CASO PILOTO.....	76
4.1.1 Descrição.....	76
4.1.2 Seleção do Processo.....	76
4.1.3 Descrição do Produto Montado no Processo Analisado: Volante de Direção.....	77
4.1.4 Coleta de Evidências.....	78
4.1.4.1 Caracterização do Fluxo do Processo de Produção.....	78
4.1.4.2 Caracterização das Operações (Fluxo de Pessoas/Máquinas).....	79
4.1.4.3 Caracterização dos Controles Sensoriais/Gerenciamento Visual.....	81
4.1.5 Análise e Proposições.....	86
4.2 ESTUDO DE CASO PRINCIPAL.....	91
4.2.1 Descrição.....	91
4.2.2 Seleção do Processo.....	91
4.2.3 Descrição do Produto: Caixa de Roda.....	92
4.2.4 Coleta de Evidências.....	93
4.2.4.1 Caracterização do Fluxo do Processo de Produção.....	93
4.2.4.2 Caracterização das Operações (Fluxo de Pessoas/Máquinas).....	96
4.2.4.3 Caracterização dos Controles Sensoriais/Gerenciamento Visual.....	97
4.2.5 Análise e Proposições.....	103
5. CONCLUSÕES.....	109
5.1 CONCLUSÕES GERAIS SOBRE O PROBLEMA, OBJETIVO E HIPÓTESE.....	109
5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA.....	110
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
7. APÊNDICE.....	117
7.1 PRINCÍPIOS DO DESIGN GRÁFICO.....	117
7.1.1 2.. Sequência Pictórica de Procedimento - SPP.....	124

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

A presente pesquisa tem como problema central “Como promover o aumento da transparência em sistemas de produção no setor metal-mecânico utilizando os princípios do Gerenciamento Visual e do Design Gráfico?”.

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho da dissertação é desenvolver um método de diagnóstico das necessidades de melhorias no Gerenciamento Visual de sistemas de produção no setor metal-mecânico com foco nos Dispositivos Visuais, presentes em processos e operações.

1.3 HIPÓTESE

Como hipótese tem-se que o aumento da transparência em processos e operações de sistemas de produção no setor metal-mecânico, utilizando juntos os princípios referentes ao Design Gráfico e ao Gerenciamento Visual, deverá oferecer o potencial de contribuir efetivamente para a redução de perdas.

1.4 JUSTIFICATIVA

1.4.1 A Importância dos Dispositivos Visuais

Os esforços no sentido de promover mudanças organizacionais com vistas a tornar os sistemas de produção orientados à produção sob demanda vêm crescendo na maioria dos setores industriais. A este respeito o estudo de benchmarking realizado por Womack, Jones e Ross (2004) em indústrias automotivas de vários países mostrou que as indústrias com melhor

performance apresentavam um conjunto comum de características e atividades. Este conjunto de atividades é chamado de “Produção Enxuta” ou “Lean Production”.

Um importante princípio da Produção Enxuta é a “transparência”, que é a capacidade de um processo de produção de comunicar informações úteis para as pessoas (SANTOS, 1999). Essas informações podem ser transmitidas através de todos os sentidos: paladar; tato; olfato; audição e visão (GALSWORTH, 1997), contudo, a literatura internacional utiliza a denominação de “Gerenciamento Visual” como o termo mais abrangente que engloba todas as práticas que visam ampliar a transparência (MONDEN, 1997).

O Gerenciamento Visual auxilia a melhoria de um dos temas centrais do novo modelo de gerenciamento de produção: a busca por soluções que tornem os processos mais facilmente observáveis, limpos, organizados e com maior facilidade de realizar o controle e a melhoria. O controle, atividade que não agrega valor à produção segundo Shingo (1996b), não deixa de existir, mas é realizado com o menor uso de recursos da produção. Este aspecto é particularmente relevante quando da realização de esforços de identificação, redução e/ou eliminação das perdas.

Nesta dissertação é dada ênfase na transmissão das informações através da visão uma vez que este tem predominância entre os sentidos do ser humano. Segundo Heilig (1992) a ênfase humana com respeito aos sentidos usualmente é de 70% pela visão, 20% pela audição, 5% pelo olfato, 4% pelo tato e 1% pelo paladar (Figura 1.1). A intensificação do uso dos sentidos visão e audição têm aumentado nos últimos anos devido, em grande parte, ao aumento na intensidade do uso das novas tecnologias de comunicação (ABE, 2005).

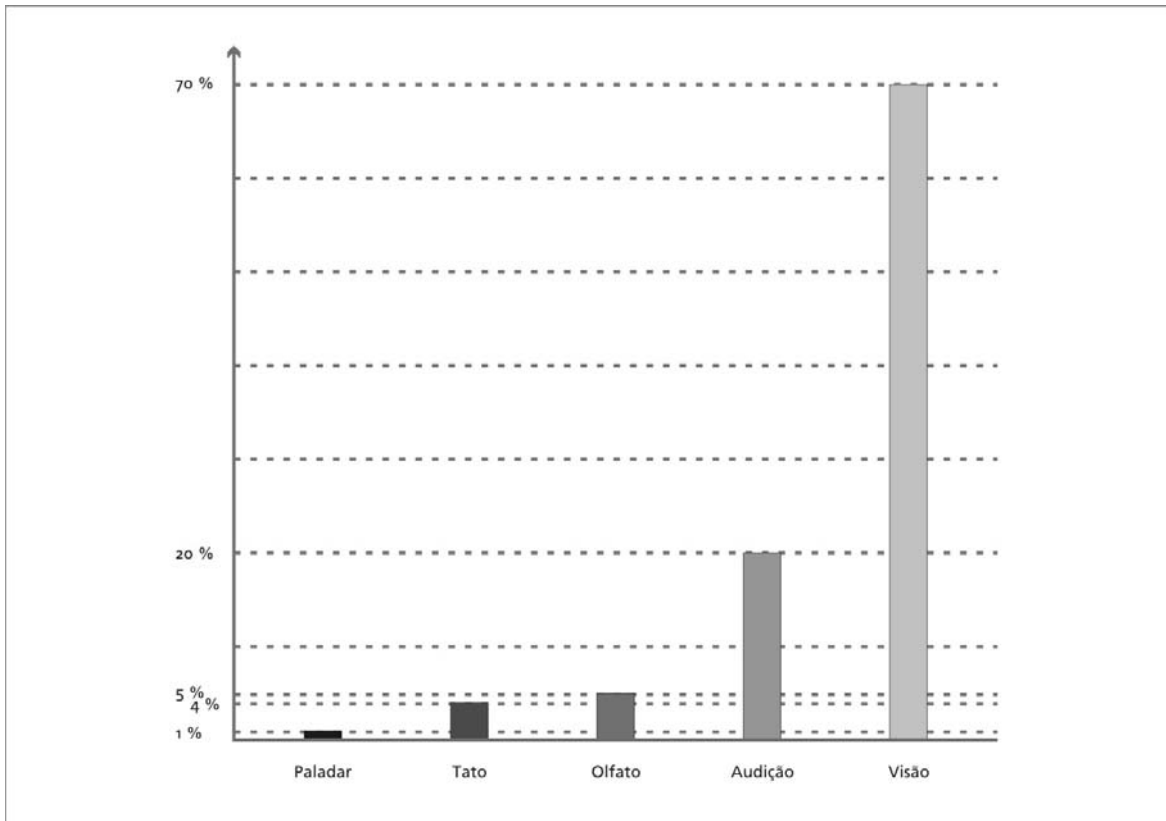


Figura 1. 1 – Percentual da ênfase de utilização de cada um dos sentidos pelos seres humanos (HEILIG, 1992)

O desenvolvimento e implementação do princípio da transparência em ambientes da produção exige uma diversidade de áreas do conhecimento como Psicologia, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Design, entre outros. A literatura no tema tem enfatizado a dimensão da Engenharia de Produção o que tem resultado em lacunas conceituais e metodológicas para a maior efetividade e eficácia do Gerenciamento Visual.

Por outro lado, sem focar necessariamente nas novas práticas de produção, o Design Gráfico já tem desenvolvido um significativo corpo de conhecimento com potencial a contribuir de maneira substancial ao problema da implementação do Gerenciamento Visual em sistemas de produção. De fato, o Design Gráfico dos meios de comunicação em geral pode contribuir de maneira a evitar que as pessoas gastem tempo procurando coisas ou informações que deveriam estar à disposição, além de propiciar a rápida compreensão de problemas e ajudar a evitar erros (WARE, 2004).

Entre os conceitos estudados pelo Design Gráfico que são pertinentes ao Gerenciamento Visual incluem-se “informação visual”, “percepção das formas”, “percepção das cores”, “ergonomia”, e “semiótica”. Estes temas são apresentados na seção 2. Revisão Bibliográfica desta dissertação na qual se busca estabelecer elos com os conceitos existentes na literatura de Engenharia de Produção aplicando-os na indústria metal-mecânica.

1.4.2 A Indústria Metal-Mecânica

A indústria metal-mecânica apresenta-se como importante área de estudo e aplicação dos conceitos da Produção Enxuta, particularmente do Gerenciamento Visual, tendo em vista sua participação na modernização e aperfeiçoamento do parque produtivo, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico, na geração de empregos e no crescimento econômico do país. Como indicadores da importância da indústria metal-mecânica temos o setor metalúrgico que exportou em 2004 US\$ 10,7 bilhões, com destaque para a produção siderúrgica de, aproximadamente, 74 milhões de toneladas (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

Outro exemplo da importância da indústria metal-mecânica diz respeito à produção de bens de capital, isto é, os fabricantes de máquinas e equipamentos que estão diretamente ligados à produção de outros setores, além de serem consumidores dos bens que o próprio setor produz. Entre esses bens estão os de capital mecânico (como equipamentos industriais, máquinas e implementos agrícolas e máquinas rodoviárias) e de transporte (ônibus e caminhões, construção naval, indústria aeronáutica) (AVELAR, 2004). Segundo a Abimaq – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (2005) só a indústria de bens de capitais mecânicos empregava em 2004 mais de 200 mil funcionários.

O setor automotivo, foco da pesquisa de campo desta dissertação, apresenta-se com grande importância no contexto do setor metal-mecânico. Segundo a Anfavea – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (2005), existiam no Brasil em 2003, 39 fábricas

automotivas (5 empresas no Paraná: Renault, Nissan, Volkswagen, Audi e Volvo) e 2.733 concessionárias (196 no Paraná), tendo um faturamento anual, em 2003, de US\$ 15,6 bilhões (que unido à máquinas agrícolas totalizaram 10,6% do PIB industrial). Em 2004 este setor produziu 2.210.741 unidades, sendo vendidas para o mercado interno 1.578.775 (160.227 no Paraná) e empregando 88.697 funcionários (ANFAVEA, 2005).

Neste contexto, esta dissertação tem o propósito contribuir com a indústria metal-mecânica através do estudo dos dispositivos visuais, focando na interface de dois campos do conhecimento: engenharia e design. Este estudo deverá contribuir com diretrizes que permitirão melhorar a eficácia da transmissão de informações no ambiente de produção desta indústria, reduzindo ou eliminando as perdas existentes. A aplicação do estudo se dará no setor automotivo, devido sua importância econômica, financeira e social demonstrada nos dados apresentados nesta seção.

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Como método de pesquisa foi escolhido o “estudo de caso”, utilizando os critérios estabelecidos por Yin (2005). O estudo trata de uma investigação empírica sobre questões operacionais contemporâneos da vida real, que acontecem ao longo do tempo. Seguindo as características da pesquisa em “estudo de caso”, serão utilizadas múltiplas fontes de evidências, como documentação e registros, artefatos físicos e observação direta, para a realização da triangulação destas informações.

No estudo de caso serão confrontados os dados de campo com o referencial teórico. A validação interna das soluções propostas serão analisadas através da análise de replicação literal ou teórica (Yin, 2005). A análise deverá buscar identificar as diretrizes e recomendações para o projeto de soluções para sistemas de produção com o intuito de reduzir ou eliminar as perdas por meio de Dispositivos Visuais. A unidade de análise do estudo é o

“níveis de compreensão e de adesão” dos processos e operações por parte dos operários, com foco especial nas fontes de perdas no sistema de produção.

1.6 LIMITAÇÃO

Devido ao fato de o estudo de caso proposto e a revisão bibliográfica realizada focarem o Gerenciamento Visual, especificamente os Dispositivos Visuais, não serão estudadas as interfaces do Gerenciamento Visual com as outras práticas da Produção Enxuta. O escopo dos controles estudados envolvem somente aqueles com implicação limitada ao sentido da visão.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é dividida em cinco capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: neste capítulo é apresentado o problema de pesquisa e o correspondente objetivo e hipótese. São apresentados, também, os principais argumentos que justificam a realização do trabalho, assim como as limitações da pesquisa e o método adotado para sua realização;

Capítulo 2: são apresentados a definição do conceito de transparência, o contexto do Gerenciamento Visual com seus aspectos históricos e os conceitos básicos e princípios da Produção Enxuta. Também são apresentadas as abordagens para o aumento da transparência além dos conceitos e princípios referentes ao do Design Gráfico;

Capítulo 3: neste capítulo é apresentado o método de pesquisa com a caracterização do problema, a forma de seleção do método de pesquisa, o protocolo da coleta de dados, a estratégia de análise e de validação;

Capítulo 4: é apresentada a descrição do estudo de caso e a análise e proposta de soluções realizadas com vistas ao alcance dos objetivos da pesquisa;

Capítulo 5: neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre o problema, objetivo e hipótese, considerações sobre o método de pesquisa adotado e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O CONCEITO DE TRANSPARÊNCIA NO AMBIENTE DA PRODUÇÃO

Desde os anos 60 muitas indústrias vêm experimentando profundas mudanças organizacionais em suas atividades de produção, particularmente devido ao advento das práticas de produção japonesas que viabilizaram o ingresso em grandes volumes de veículos daquele país nos Estados Unidos. No novo paradigma de produção surgem novas idéias como flexibilidade na produção sem *trade-offs*, redução de inventários, produção puxada, relação colaborativa entre as organizações e foco no consumidor, entre outros avanços.

A filosofia de gestão da produção contemporânea é caracterizada pela busca constante da **redução de perdas** e pelo aumento do valor agregado. As práticas que caracterizam esta nova filosofia de produção vêm sendo denominadas de “Produção Enxuta” e a mais compreensiva aplicação deste novo paradigma acontece no Sistema Toyota de Produção (SHINGO, 1996b) sendo este sistema a origem da fundamentação teórica principal desta dissertação.

Como mencionado no Capítulo 1, entre os vários princípios que fundamentam a Produção Enxuta encontra-se o **aumento da transparência**, ou seja, o aumento da capacidade de um processo de produção de comunicar informações úteis para as pessoas (SANTOS, 1999). Os métodos de trabalho que levam à implementação da transparência no sistema de produção são apontados na literatura como “Gerenciamento Visual” (MONDEN, 1997) sendo este o foco central dessa dissertação.

Ciosaki (1999) define “Gerenciamento Visual” da produção como sendo todos os mecanismos utilizados para tornarem visíveis ou aparentes os fatores relevantes para uma adequada administração da produção no nível operacional. Ohno (1997 apud RECH, 2004) utiliza “gerenciamento pela visão” aplicando a idéia em **máquinas, linhas de produção,**

organização de mercadorias, de ferramentas, de inventários e procedimentos de trabalho.

Segundo Santos (2003) a comunicação visual decorrente da aplicação do princípio da transparência promove em um ambiente de produção a rápida comunicação dos eventos que estão ocorrendo, contribuindo para a redução do volume de perdas na produção.

Essas informações transmitidas pela transparência podem ser comunicadas através de todos os sentidos: paladar; tato; olfato; audição e visão (GALSWORTH, 1997). Portanto, o “Gerenciamento Visual” poderia ser chamado de “Gerenciamento Sensorial”, contudo, esta denominação não será utilizada por não ser adotada pela literatura internacional. Nesta dissertação serão focadas as informações transmitidas pela visão.

Para implementar o Gerenciamento Visual (sensorial) é necessário um elenco amplo de disciplinas do conhecimento como Engenharia de Produção, Ergonomia e Design Gráfico, entre outras.

2.2 O CONTEXTO DO GERENCIAMENTO VISUAL

2.2.1 Dimensão Histórica

Ambientes de produção remontam das civilizações antigas tais como as obras egípcias, a fabricação dos carros de guerra sumerianos e dos objetos de vidros fenícios, e das construções gregas (CIOSAKI, 1999). Até a revolução industrial a produção era em pequena escala, para um mercado limitado e organizado em sistemas domésticos ou guildas de artesãos (HOPP, 2000). Com o advento das invenções no século XVIII e com a conseqüente Revolução Industrial o conhecimento dos processos de fabricação deixa de estar com os artesãos para estar com quem projeta e concebe a máquina (CIOSAKI, 1999). Este período foi marcado pelas grandes inovações em transportes e comunicações (HOPP, 2000).

Entre os principais pensadores e profissionais que levaram à revolução nos sistemas de produção destacam-se Adam Smith, com sua tese a respeito dos **benefícios da divisão do trabalho**; Frederick W. Taylor, com os princípios da **administração científica do trabalho** (foco maior nos tempos); Frank Gilbreth, com o **estudo dos movimentos**; e Henry Ford com a introdução da **linha de produção**. Este último reconheceu a importância da velocidade na produção e implementou um sistema de produção que possibilitou o material ou componente chegar até o operário num sistema de fluxo contínuo e trabalho sem paradas.

Todas essas idéias concentram-se na análise da operação como foco principal de melhoria da produção, em contrapartida, as sociedades orientais mantêm uma perspectiva holística ou sistêmica. Suas estruturas abordam o componente individual como sendo mais que um item, leva em consideração sua interação com os outros sub-sistemas (HOPP, 2000) como demonstrado na “Produção Enxuta”.

Em 1950 Eiji Toyoda visita a fábrica Rouge da Ford e escreve para sua empresa que “pensava ser possível melhorar o sistema de produção”. Toyoda e Taiichi Ohno, seu gerente de produção, chegam à conclusão que não poderiam simplesmente copiar o sistema de produção em massa, pois este jamais funcionaria no Japão devido a vários fatores, entre eles o mercado doméstico limitado, a economia do país devastada pela guerra e a concorrência externa (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Fazendo experiências com máquinas de segunda mão, norte-americanas, e inspirados no sistema logístico dos supermercados norte-americanos, Toyoda e Ohno descobriram que o custo por peça, no novo processo, era **menor na produção de pequenos lotes**, pois reduzia os desperdícios. Deste início experimental nasceu o Sistema Toyota de Produção, um dos melhores representantes do que se conhece como “Produção Enxuta” (*Lean Production*) (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Atualmente os conceitos e princípios da produção enxuta são encontrados nas fábricas mais modernas do mundo. A Figura 2.1, a seguir, ilustra como esses princípios se inter-relacionam e como o aumento da transparência se inter-relaciona com os demais promovendo o aumento da sua eficácia.

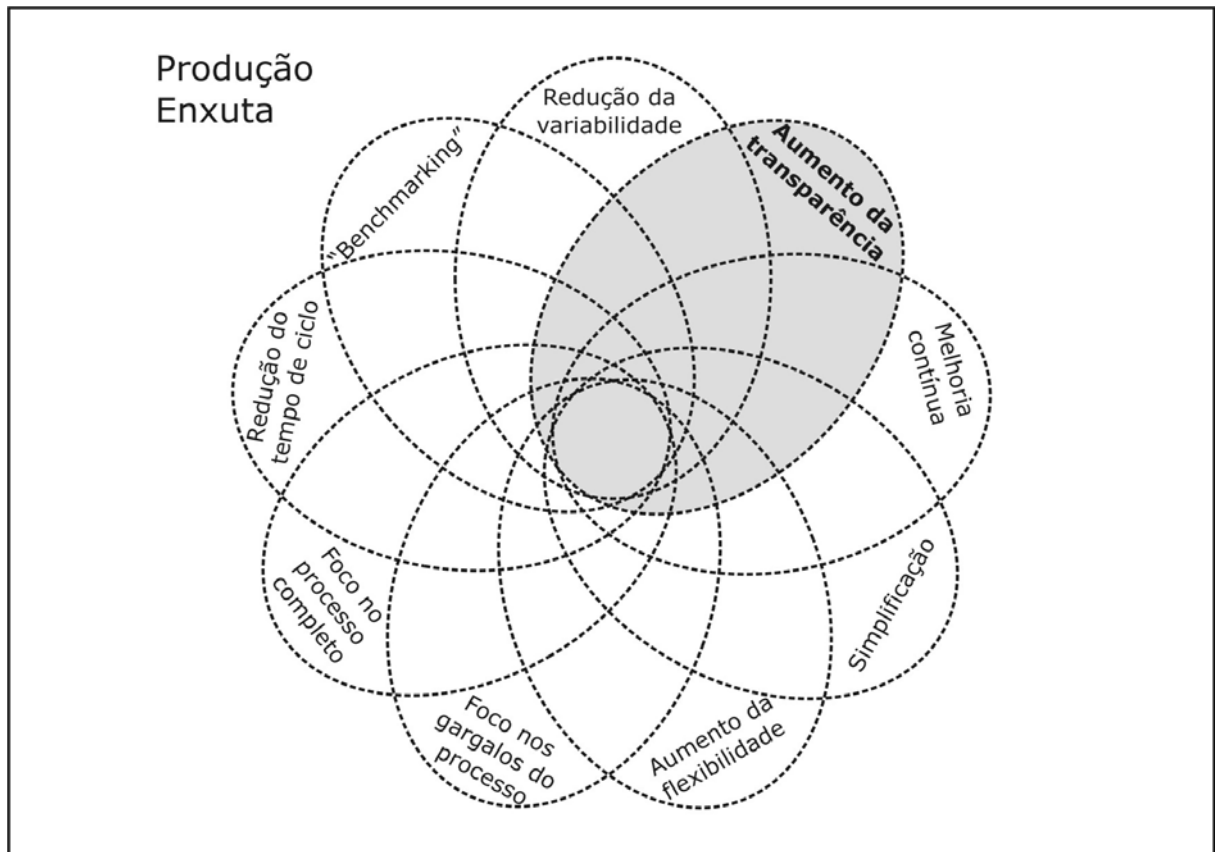


Figura 2.1 - Alguns princípios da Produção Enxuta para a redução das perdas e suas inter-relações

Como a Figura 2.1 ilustra, o aumento da transparência obtido através do Gerenciamento Visual é parte integrante da filosofia da Produção Enxuta, sendo necessária sua aplicação para que se obtenha os benefícios completos da aplicação dos outros princípios e práticas. Qualquer operário deve ter condições de parar a linha de produção quando um defeito ocorre, então ele é investigado e suas causas corrigidas para que ele não ocorra novamente. Isto tem efeitos positivos com relação à redução de custos, adaptação da produção e aumento do respeito humano (MONDEN, 1997).

É importante ressaltar que o foco central das atenções da Produção Enxuta está na redução contínua das perdas e no aumento do valor agregado, sendo o pensamento enxuto a melhor forma de se conseguir isso porque mostra caminhos de se produzir mais com menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço; direcionando o produto para o que o consumidor deseja (WOMACK, 1996). Para entender como a “Produção Enxuta” promove essa redução de perdas e aumento do valor é necessário conhecer seus três conceitos básicos: fluxo, valor e perda.

2.2.2 Conceitos Relevantes ao Gerenciamento Visual

2.2.2.1 Conceito de Fluxo de Processo e Operações

Produção é um conjunto intrincado de **processos** que transformam matéria-prima em produtos acabados por meio de **operações**. O processo é visto como o **fluxo de materiais e informações** e as operações como o **fluxo de equipamentos e operadores**, no tempo e espaço (SHINGO, 1996a). Nesta lógica, tanto processos como operações são **fluxos** compostos por processamento, espera, inspeção e transporte. Destes, somente o processamento agrega valor ao produto, os demais são consideradas atividades que não agregam valor e deveriam ser eliminadas desse fluxo (SANTOS, 1999).

A Figura 2.2 ilustra um esquema dos fluxos de produção. Nas linhas inclinadas são representados os processos, no qual há o fluxo de materiais e informações. Nas linhas horizontais são representadas as operações, nas quais há o fluxo de equipamentos e operadores.

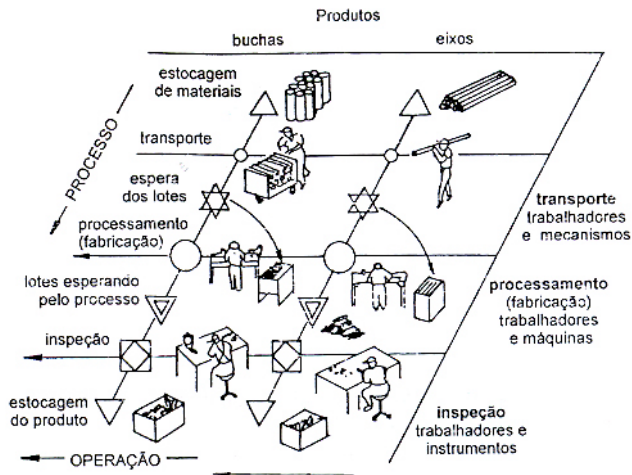


Figura 2.2 – Dois fluxos de produção (SHINGO, 2006b)

Alguns conceitos chaves são os pilares para o fluxo contínuo de produção adaptando-a às mudanças de demanda em quantidade e variedade (MODEN, 1997):

- *Just-in-time* – basicamente produzir o necessário, na quantidade necessária, no tempo necessário;
- Automação – controle automático de defeitos, automação, mas com uso da mente humana;
- Força de trabalho flexível;
- Pensamento criativo.

Para utilização desses conceitos a Toyota estabeleceu alguns sistemas e métodos (MODEN, 1997):

- Sistema *Kanban*;
- Redução do tempo de *setup*;
- Padronização das operações;

- Método de alteração de *layout*;
- Equipes multi-funcionais;
- Sistema de sugestões;
- Sistema de gerenciamento funcional;
- Sistema de Gerenciamento Visual.

Sendo a Produção Enxuta um sistema que possui o **propósito principal de eliminar os vários tipos de perdas**, e desta forma diminuir os custos e aumentar a produtividade (MONDEN, 1997) os esforços para eliminação de perdas, neste sistema, correspondem a 80% das atividades (SHINGO, 1996a). Para se entender o significado de “perdas” é antes necessário entender o significado de “valor”, conforme é realizado na seção seguinte.

2.2.2.2 Conceito de Valor

Valor é o ponto crítico e inicial do pensamento enxuto, ele é criado pelo produtor, mas só pode ser definido pelo consumidor final: um preço específico, para um produto específico, em um tempo específico (WOMACK, 1996). O aumento do valor é obtido com uma análise dos desejos dos consumidores e a transformação disto em informações nas especificações dos produtos e serviços (SANTOS, 1999).

Podem ser encontrados 7 tipos de perdas nas operações de manufatura (SHINGO, 1996b):

- Perdas por Superprodução – produção acima das necessidades;
- Espera – tempo não agrega valor ao produto;
- Transporte – manuseio e transporte desnecessário;

- Perdas no Processamento – processamento ou procedimentos que não agregam valor ao produto;
- Estoque – matéria-prima ou produtos acabados armazenados;
- Desperdício no Movimento – movimento desnecessário de operários ou máquinas;
- Unidades defeituosas – unidades que exigem re-trabalho ou são descartas por causa de defeitos.

Portanto, **perda** é tudo aquilo que não agrega valor (WOMACK, 1996). Muitos trabalhadores gastam precioso tempo e recursos com atividades que não agregam valor, como procurar informações, deslocar-se, esperar ferramentas ou material (GALSWORTH, 1997).

2.3 ABORDAGENS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO GERENCIAMENTO VISUAL

Na implementação do Gerenciamento Visual em sistemas de produção pode-se utilizar uma série de práticas heurísticas (KOSKELA, 1992; SANTOS, 1999):

- **Manter a limpeza e a ordem no local de trabalho:** inclui todas as práticas que possam contribuir para manter um ambiente de trabalho limpo e organizado de forma contínua;
- **Reduzir a interdependência entre as estações de serviço:** significa a redução no número de conexões entre processos e operações, de forma a reduzir a possibilidade de interrupções e desordem no ambiente de trabalho;
- **Implementar alterações que tornem o processo diretamente observável:** planejar o arranjo físico e fluxo das estações de trabalho e, também, conceber

equipamentos e componentes de tal forma a permitir direta visualização do fluxo do processo e operações pela maior quantidade de ângulos de visão possível;

- **Adicionar informações no processo:** fixação de informações úteis em equipamentos, postos de trabalho, produtos e caminhos de circulação;
- **Disponibilizar atributos invisíveis, tornando-os visíveis por meio de mensurações:** significa tornar visíveis atributos qualitativos ou quantitativos intrínsecos ao processo produtivo e apresentar estes atributos no ambiente da produção;
- **Utilizar dispositivos visuais para reconhecimento imediato do *status* do processo:** significa possibilitar a imediata percepção por qualquer um dos sentidos humanos de informações relevantes de um processo;

É esta última abordagem o foco desta dissertação, sendo a mesma revisada em maiores detalhes na seção seguinte.

2.4 DISPOSITIVOS VISUAIS

2.4.1 Definição e Níveis de Aplicação

Enquanto se criam novas e mais avançadas tecnologias de comunicação e se instalam poderosos computadores nas fábricas, um velho modo de comunicação renasce: a comunicação visual. Uma forma de comunicar, nas fábricas, o que é necessário, de forma mais próxima de quem necessita da informação, de maneira precisa e acessível a todos, facilitando o dia-a-dia, promovendo a eficiência e tornando o local de trabalho um ambiente familiar (GREIF, 1991).

A comunicação visual é direcionada a grupos abertos, isto é, a mensagem visual deve ser observada por todos os trabalhadores e deve estar visível de qualquer ponto da fábrica. Os receptores desta mensagem precisam vê-la e entendê-la (GREIF, 1991). Em uma situação ideal, mesmo um visitante que não conhece nada da indústria, deveria conseguir visualizar e entender o que está acontecendo em qualquer componente ou etapa do processo de produção (SANTOS, 1999).

Na comunicação convencional as informações são transmitidas. Na comunicação visual são criados campos de informação dos quais as pessoas “puxam” as informações necessárias, a qualquer momento. (GREIF, 1991). Galsworth (1997) define que essas informações prontas para servirem ao dia-a-dia dos trabalhadores, atualizadas momento a momento e com compreensão imediata, devem fazer parte do processo ou estarem fisicamente o mais próximo possível deles. O *point-of-use information*, isto é, serem virtualmente “indestingüíveis” e disponíveis do próprio processo, estar disponíveis para serem “puxadas” com exatidão, quando e onde elas são necessárias. Essa mudança na disponibilidade e acesso às informações por qualquer pessoa à qualquer momento, implica numa transformação radical no *modus operandis* na produção, saindo do ambiente “silencioso” (SANTOS, 2003).

A comunicação visual promove, em um ambiente de produção, a rápida comunicação dos eventos que estão ocorrendo. Dispositivos visuais projetados especialmente para transmitir informações podem aumentar a transparência aumentando a visibilidade dos erros e reduzindo a tendência de sua ocorrência (SANTOS, 2003). Locais de produção nos quais existe a comunicação visual de forma eficiente encorajam o contato entre os integrantes do trabalho, proporcionam uma percepção mais acurada e promovem a autonomia de cada empregado (GREIF, 1991).

Um local de trabalho visual é um ambiente de trabalho que é auto-explicativo, auto-ordenável, auto-regulável e auto-aperfeiçoável – o que é suposto acontecer, acontece, no tempo, todo o tempo, dia e noite (GALSWORTH, 1997). Ele é consequência natural do princípio da transparência de processos bem assimilados (RECH, 2004).

Para a implementação do local de trabalho visual na manufatura é fundamental a padronização: o que é suposto acontecer. Para a excelência em manufatura é fundamental a aderência: o que torna possível que a padronização seja seguida (GALSWORTH, 1997). A estrutura principal para se chegar a um local de trabalho visualmente adequada possui 8 níveis de maturidade, divididos em 3 estágios (GALSWORTH, 1997).

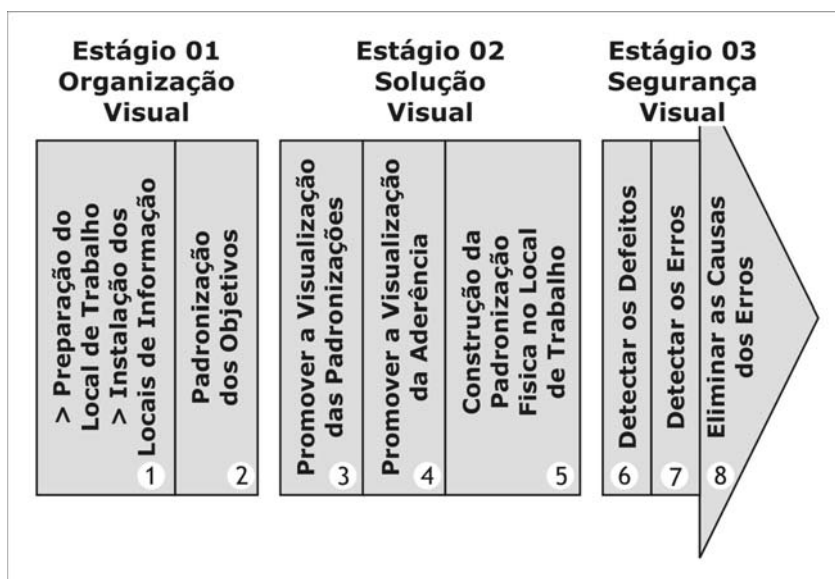


Figura 2.3 – Estrutura para um local de trabalho visualmente adequado (Fonte: adaptado de GALSWORTH, 1997)

A Figura 2.3 ilustra a estrutura geral de como se obter um local de trabalho visual. O primeiro estágio é chamado Organização Visual (5S+1) e compreende a preparação do local de trabalho e a instalação dos locais de informação (nível 01), além da padronização dos objetivos (nível 02):

- S1 – *Seiri* – Senso de utilização;

- S2 – *Seiton* – Senso de ordem, arrumação ou organização;
- S3 – *Seiso* – Senso de limpeza;
- S4 – *Seiketsu* – Senso de padronização;
- S5 – *Shitsuke* – Senso de auto-disciplina;
- +1 – Hábito dos 5S;
- Preparar o local de trabalho;
- Instalar os locais de informação;
- Padronizar objetivos.

Um Sistema Visual é um grupo de dispositivos visuais intencionalmente projetados para transmitir a informação de imediato sem que uma só palavra seja dita (o termo informação visual inclui mensagens comunicadas por meio de todos os sentidos: paladar; tato; olfato; audição e visão) (GALSWORTH, 1997). Neste estágio (2), Solução Visual, procura-se aumentar a aderência:

- Promover a visualização das padronizações (nível 3);
- Promover a visualização dos índices da aderência (nível 4);
- Construir a padronização fisicamente no local de trabalho (nível 5).

O estágio 03, a Segurança Visual, consiste em eliminar todas as irregularidades na cadeia de aderência, estar certo de que somente a coisa certa pode acontecer:

- Detectar os defeitos (nível 6);

- Detectar os erros (nível 7);
- Eliminar as causas dos erros (nível 8).

2.4.2 Classificação dos Dispositivos Visuais Quanto ao Grau de Controle

Os Dispositivos Visuais são classificados de acordo com o grau de controle sobre o receptor (*Power Index*), controle este que depende do tipo de mensagem que é enviada e o grau de risco potencial da não obediência à informação (GALSWORTH, 1997):

- **Indicador Visual** – caracteriza-se como o Dispositivo Visual mais passivo, a informação é simplesmente apresentada como em placas, bordas ou instruções de trabalho. A Figura 2.4 mostra uma placa indicando o retorno, uma escova dental com um indicador de uso (as cerdas azuis perdem a cor com o uso e indicam que a escova deve ser trocada) e um parafuso pintado, indicando que pertence ao sistema métrico;



Figura 2.4 – Indicadores visuais

- **Sinal Visual** – Dispositivo Visual que chama a atenção para a mensagem que está sendo transmitida, como luzes piscando ou sirenes de advertência;
- **Controle Visual** – restringe fisicamente a escolha comportamental colocando limites;

- **Garantia Visual** – é o mais alto grau de controle no processo, é projetado para que somente deixe que as coisas certas aconteçam, como circuitos eletrônicos que monitoram a abertura de portas.

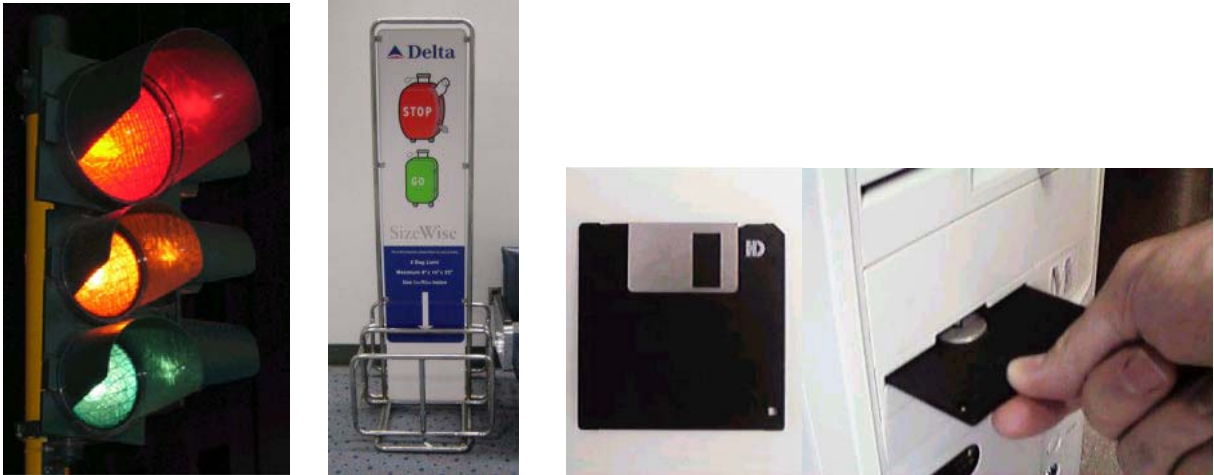


Figura 2.5 – Exemplos de Dispositivos Visuais Utilizados para Sinal, Controle e Garantia Visual

A Figura 2.5 mostra um Sinal Semafórico Veicular como exemplo de Sinal Visual. A Segunda imagem apresenta um exemplo de Controle Visual, um dispositivo de limitação máxima do volume das malas a serem levadas juntas com as pessoas nos vôos. A terceira imagem um exemplo de Garantia Visual, a forma do disquete impede que ele seja inserido de forma errada no seu compartimento.

2.4.3 Avisos e Advertências

Os avisos e advertências podem ser considerados uma categoria especial de Dispositivos Visuais, são como Controles Visuais que devem alertar o receptor sobre a possibilidade de ocorrências danosas, o que os diferenciam das instruções. Eles podem transmitir por meio de sinais informações sobre potenciais riscos reduzindo o comportamento inseguro (WOGALTER, 1999).

Contudo, estes dispositivos não substituem a eliminação do risco, que algumas vezes pode ser realizada com um bom projeto do equipamento, treinamento, Garantias Visuais

(dispositivos anti-erros) ou pela não exposição ao perigo, e devem ser encarados como suplementos para os procedimentos de segurança (MORAES e ALESSANDRI, 2002). Alguns fatores influenciam na aderência aos avisos e advertências, entre eles a poluição visual, os fonogramas, as cores e a percepção do risco. A poluição visual reduz o grau de aderência; fonogramas associados a cores possuem níveis de risco, assim “PERIGO” em fundo vermelho é considerado o nível de mais alto risco e “ATENÇÃO” sobre fundo amarelo o de menor risco.

Quanto à percepção do risco existem fatores como o tempo de experiência do receptor e aceitabilidade da exposição ao risco, que podem reduzir a percepção alterando o grau de precaução dos receptores (MORAES e ALESSANDRI, 2002). A informação dos avisos e advertências deve capturar a atenção do receptor, ser compreendida, promover a crença de que existe o risco e motivar o receptor a ter um comportamento seguro (WOGALTER, 1999).

Os avisos e advertências não devem permanecer em “silêncio relativo” no contexto do seu ambiente. Eles precisam chamar a atenção do receptor, isto pode ser conseguido pela utilização de vários fatores. Entre esses fatores temos o alto contraste com o fundo, iluminação adequada e utilização de movimento. Os caracteres alfanuméricos precisam ter tamanho e legibilidade compatíveis com a distância e ângulo de visão do receptor. Outra possibilidade é a utilização de redundância da informação, por exemplo, utilização de controles visuais e sonoros (WOGALTER, 1999).

A compreensão dos avisos e advertências está relacionada com o público-alvo. Os controles visuais precisam ser explícitos e entendidos de imediato. Pictogramas ou ilustrações usados em conjunto com palavras facilitam e aumentam a velocidade desse entendimento podendo atingir de forma eficiente os analfabetos e estrangeiros (TROMMELEN e

AKERBOOM, 1999). O ideal é a execução de um teste com uma amostra do público-alvo, isto é, com usuários reais, para verificar a eficiência do controle visual (FORMIGA, 2002).

As pessoas que freqüentemente estão expostas ao perigo tendem a acreditar que o risco é menor do que o real, aparentemente elas não pensam que podem sofrer um acidente, nem nas conseqüências dele, e freqüentemente têm comportamentos inseguros (TROMMELEN e AKERBOOM, 1999). Assim, os avisos e advertências precisam ser persuasivos o suficiente para mudar essa crença e motivar um comportamento segura (WOGALTER, 1999). Sinais e advertências não figuram o foco desta dissertação, merecendo um estudo exclusivo a eles, pois se focou apenas nos dispositivos visuais não relacionados com a possibilidade de ocorrências danosas.

2.5 DESENVOLVENDO SOLUÇÕES PARA DISPOSITIVOS VISUAIS

2.5.1 O Papel do Design Gráfico no Gerenciamento Visual

A organização industrial sofreu transformações fundamentais durante o século XVIII, entre elas o aumento da escala de produção, o aumento do número de oficinas e fábricas, a conversão para a produção seriada e o aumento da divisão do trabalho em tarefas especializadas (DENIS, 2000). A aceleração do processo produtivo, iniciado na Revolução Industrial, promove o aumento do valor do projeto e torna maior a autonomia desta tarefa do designer colocando o profissional encarregado dela, num lugar de relevo (DENIS, 2000).

A partir desse momento foi comum encontrar engenheiros criando máquinas e outros objetos, que depois eram decorados. Viu-se surgir então o termo “design de engenharia”, responsabilidade de um engenheiro, ficando a decoração a cargo de um artista. Posteriormente surge o designer com a responsabilidade de convergir o trabalho do engenheiro e do artista,

tendo preocupações plásticas e sobre as técnicas para o correto projeto e produção de um produto.

Design apresenta-se atualmente como sendo o conjunto de ações com o objetivo de dar forma e função aos objetos, equipamentos, sistemas ou a mensagens, de forma que elas correspondam às necessidades de uso (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). Bonsiepe (1995) define design como sendo “o domínio no qual se estrutura a interação entre usuário e produto, para facilitar ações efetivas”.

Uma das sub-divisões do Design é o Design Gráfico, que trata da geração de soluções e novas formas de apresentação das informações. É o “designer de comunicação”, ou designer gráfico, o profissional habilitado para resolver os problemas de transmissão de informação, foco principal desta dissertação (DENIS, 2000). O Design Gráfico inclui a “arte” de comunicar, informar, educar e influenciar, isto é, de promover uma experiência visual combinando arte e tecnologia para comunicar mensagens vitais para nossa vida diária (RESNICK, 2003).

2.5.2 Conceitos Básicos Relacionados ao Design Gráfico

2.5.2.1 Informação Visual

A teoria da informação utiliza um modelo geral de sistema no qual alguns componentes precisam ser verificados no fluxo de informações para que a comunicação seja eficiente (COELHO, 2004):

- **Fonte da informação** – a origem da mensagem;
- **Mensagem** – grupo de elementos com significado;
- **Sinal** – a mensagem codificada sob um padrão;

- **Transmissão** – o canal pelo qual a mensagem flui;
- **Ruído** – distorções durante a transmissão;
- **Recepção** – dispositivo que recebe a mensagem e a decodifica;
- **Destinação** – o receptor final da mensagem.

Desta forma, é considerada comunicação os dados que são gerados com o objetivo específico, é codificado, transmitido por um canal, recebido e decodificado, atingindo o objetivo inicial (COELHO, 2004). Problemas em qualquer desses passos pode acarretar deficiência na comunicação, ou até mesmo impossibilitá-la. A Figura 2.6 ilustra o processo da informação.



Figura 2.6 – Esquema de como se processa a comunicação

O entendimento dos dados que chegam aos seres humanos acontece por meio da criação de representações mentais, que podem ser oriundas simplesmente da lembrança de uma experiência (memória) ou desenvolvidas pela imaginação, isto é, pela associação de experiências distintas construindo uma situação nunca antes vivenciada (DAHL e CHATTOPADHYAY, 2001).

A formação dessa representação mental e seu entendimento são mais eficientes quando os dados são captados por vários sentidos, isto é, utiliza-se canais diferentes para o mesmo propósito (IIDA, 2005). Isso pode ser explicado pelo fato de os humanos prestarem atenção em todos os sentidos ao mesmo tempo (MOORE, 2002). A Tabela 2.1 apresenta os resultados de um experimento realizado em laboratório com estímulos auditivos e sonoros. Verificou-se

que houve um acréscimo na percepção e uma redução no tempo de reação quando comparados com a utilização de cada um deles isoladamente (IIDA, 2005).

Estímulo	Percepção média (%)	Tempo de reação (s)
Visual (somente)	28,60	1,00
Auditivo (somente)	54,90	0,99
Duplo (auditivo-visual)	61,00	0,89

Tabela 2.1 – Demonstração da melhora na percepção e no tempo de reação quando utilizados os sentidos da visão e audição ao mesmo tempo (IIDA, 2005)

Os campos de onde são captados esses dados podem ser visuais, e o homem tende a preferi-los, pois é menos trabalhoso compreender a informação, que é apresentada simultaneamente em sua totalidade por meio de uma imagem e como um produto acabado (FRUTIGER, 2001). A imagem possui uma relação direta, uma proximidade da experiência real. Esta experiência visual é fundamental para que possamos entender o ambiente e reagir a ele (DONDIS, 2000).

O modelo do processo da informação pode ser aplicado à comunicação visual destinada aos seres humanos:

- **Fonte da informação** – a origem da mensagem;
- **Mensagem** – grupo de elementos com significado: imagem;
- **Sinal** – a mensagem codificada sob um padrão: conceitos de comunicação componentes da imagem;
- **Transmissão** – o canal pelo qual a mensagem flui: meio através do qual os raios luminosos “levam” a imagem até os olhos do receptor;

- **Ruído** – distorções durante a transmissão: distorções ou barreiras que dificultam a visualização e a percepção da imagem, como exemplo má iluminação, ângulo de visualização e anteparos;
- **Recepção** – dispositivo que recebe a mensagem e a decodifica: os olhos do receptor atuam como dispositivos receptores e o cérebro como decodificador;
- **Destinação** – o receptor final da mensagem.

No caso de os dados serem destinadas aos seres humanos é necessário observar o perfil da audiência, como a idade, cultura, sexo e classe econômica dos receptores finais (COELHO, 2004) esses fatores influenciarão principalmente na forma de decodificação da mensagem. Essa decodificação passa pelo estágio de formação de um modelo visual (GARNIER, 2000/2001) que é influenciada pelo domínio de conhecimento e habilidades do receptor que irá interpretar os dados (WRIGHT, 1999). Algumas fases são requeridas para a utilização dos dados visuais pelo receptor (GARNIER, 2000/2001):

- Ter acesso aos dados;
- Construir uma representação mental integrando os dados com seus conhecimentos pré-existentes;
- Planejar ação decorrente da assimilação destes dados;
- Agir.

2.5.2.2 Representação Mental da Informação

Dos sentidos a visão é a que proporciona a formação das representações mentais de maneira mais rápida. Formadas quando oriundas de uma imagem a utilização de várias

formas de dados concomitantemente, como imagens e texto, podem melhorar o processo de criação dessa representação mental, melhorando a comunicação (GARNIER, 2000/2001).

Os dados visuais transmitem informações, de forma intencional ou não. Com o intuito de explicitar o ambiente, a maior parte do material visual produzido está relacionada com a necessidade de registrar, preservar, reproduzir e identificar. A razão motivadora de maior alcance é a de ampliar o processo de comunicação humana. Estes dados visuais possuem 3 níveis distintos:

- **Simbólico** – para entendimento se faz necessária a educação por parte do público;
- **Representacional** – ultrapassa a percepção, não é necessário nenhum sistema de códigos para facilitar a compreensão nem de um processo de decodificação que retarde o entendimento;
- **Abstrato** – busca um significado condensado com informação representacional reduzida (DONDIS, 2000).

Os dados visuais representacionais, por se basearem na memória, têm propriedades importantes como entendimento sem necessidade de treinamento, resistência às interpretações errôneas, processamento imediato e validade multi-cultural (WARE, 2004). Isto é extremamente relevante quando se pensa em ambientes em que a informação é de suma importância, como em ambientes de produção.

Com os dados visuais decodificados se “constrói” a mensagem visual, que é mais que um registro mecânico de elementos sensoriais pela visão, ela é a apreensão criadora da realidade, imaginativa, inventiva, é o pensamento, o raciocínio e intuição. Toda observação é também invenção (ARNHEIM, 2002).

Na criação de mensagens visuais o significado se encontra nos efeitos cumulativos da disposição dos elementos, assim como no mecanismo perceptivo. O conteúdo (mensagem) e a forma, componentes básicos de todos os meios, na comunicação visual não estão dissociados. (DONDIS, 2000). Para a utilização da informação recebida a memória tem papel fundamental, é necessário que seja memorizada para, posteriormente, ser utilizada na tomada decisão e resposta (IIDA, 2005).

2.5.3 Artíficos para Memorização da Informação

A memória pode apresentar deficiências principalmente em decorrência de sobrecarga ou com a passagem do tempo. Alguns artifícios podem ser utilizados para facilitar a memorização da informação (IIDA, 2005):

- **Fazer agrupamentos** – agrupamentos facilitam a memorização, é mais fácil memorizar. Por exemplo: 55-11-381-1411 do que 55113811411;
- **Utilização de letras** – as letras são mais facilmente relacionadas formando conjuntos com significado. Por exemplo: VL52 significando volante modelo 52 é memorizada mais facilmente do que somente números;
- **Fazer diferenciações** – características próprias específicas para cada grupo ou elemento, como cor, forma e sons diferenciados, facilitam a memorização;
- **Utilização de informações-chaves** – a classificação por grupos semânticos, divididos em classes e categorias já conhecidas facilita a memorização, como exemplo um componente que faz parte da suspensão será encontrado na memória mais facilmente do que com uma descrição aleatória;

- **Utilização de significados** – informações não relacionadas são mais facilmente memorizadas se puderem ser relacionadas com outras informações que já tenham significado para o receptor. Por exemplo: o número 79 pode ser relacionado com a data 7 de setembro;
- **Formar palavras mnemônicas** – a criação de palavras utilizando partes das palavras a serem memorizadas facilita a memorização. Por exemplo: a palavra CHON é formada pelas iniciais dos principais componentes do corpo humano: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio;
- **Construir imagens visuais** – é a utilização das informações com imagens visuais disponíveis na memória, o nome de uma pessoa pode ser associada à outra famosa. Por exemplo: Sócrates pode ser associado ao filósofo grego.

2.5.4 Percepção da Forma com Base na Teoria da Gestalt

A teoria da Gestalt (padrão) começa a ser desenvolvida em 1910 pelos psicólogos alemães Wertheimer, Kohler e Koffka, da Universidade de Frankfurt (IIDA, 2005). Eles formulam suas regras, segundo as quais diz que o todo é diferente e mais do que a soma das partes e uma parte num todo é diferente da parte isolada ou num outro contexto (ROCHA e NOGUEIRA, 1995).

Os conceitos da teoria da Gestalt são baseadas em mecanismos psicofisiológicos e são úteis nas análises de percepção. O cérebro humano tende a organizar e dar significado às imagens, esse significado dependem das características visuais da imagem, como localização, interação entre os elementos e proporção (IIDA, 2005).

A Figura 2. 7 apresenta em “A” duas imagens, em ambas a circunferência interna são do mesmo tamanho, contudo parecem diferentes devido à “influência” das circunferências que a

circundam. Da mesma forma, em “B” as retas horizontais parecem não ser paralelas. Isto demonstra como partes iguais podem ser percebidas de formas diferentes quando estão em conjuntos diferentes.



Figura 2. 7 – Percepção da unidade no todo

A Figura 2.8 demonstra como o contexto pode alterar o entendimento dos elementos. Na primeira imagem os elementos formam a letra “B”, na segunda imagem forma o número “13”.

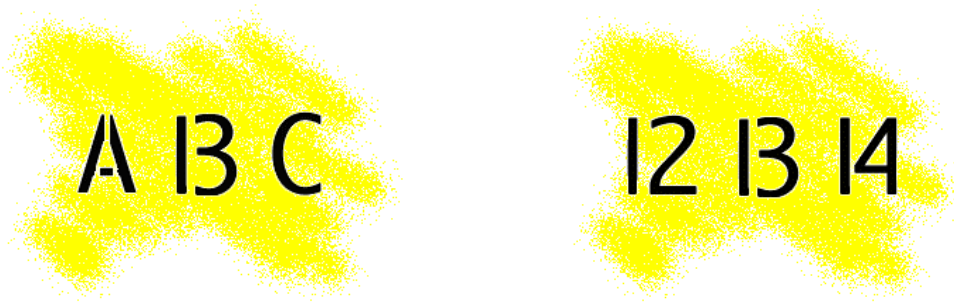


Figura 2.8 – O contexto determina o significado dos elementos

Existem 3 conceitos básicos, na Teoria da Gestalt, que estão sempre intimamente ligados: campo, estrutura e forma. O campo perceptivo é o espaço no qual estão as informações visuais; a estrutura é o elo que permite a definição da forma, independente dos elementos; e a forma são zonas do campo (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). A Figura 2.9 exemplifica como o cérebro humano interpreta as imagens e ilustra a relação entre os conceitos. As formas em cada uma das imagens são diferentes, porém os elementos que as compõem são os mesmos. Esta diferença se dá devido a diferente estrutura. No exemplo “A” vemos uma série de dez linhas, no “B” vemos cinco faixas, em “C” a forma fechada cria zonas do campo chamando mais a atenção para elas do que para as linhas.



Figura 2.9 - Relação estrutura x forma (adaptado de ROCHA e NOGUEIRA,1995)

Na Figura 2.10 a forma muda o significado de acordo com sua posição no campo. Na imagem “A” e “E” nota-se a força da gravidade, no “B” a imagem fica neutra, nas “C” e “D” há a sugestão de levitação, sendo intensificada pela forma circular.

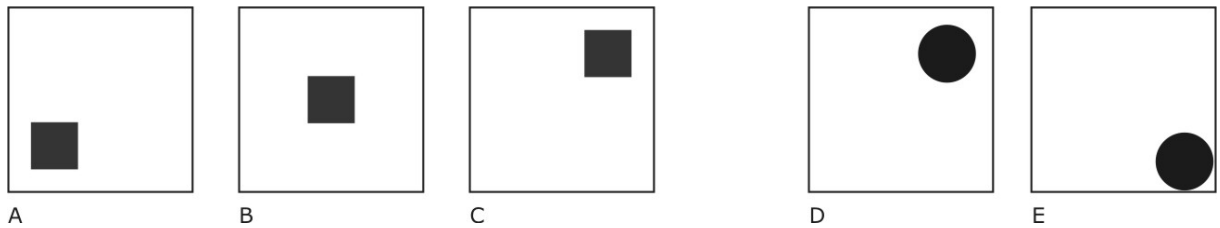


Figura 2.10 – Relação forma x campo (Fonte: ROCHA e NOGUEIRA, 1995)

Iida (2005) apresenta os princípios da Teoria da Gestalt, como sendo: forma-fundo; simetria; proximidade; similaridade; continuidade; e fechamento. Rocha e Nogueira (1995) acrescenta a esses princípios a pregnância, acentuação e nivelamento.

- **Forma-fundo** – nossa percepção destaca formas que se contrapõem ao fundo, essas formas são consideradas mais importantes e são chamadas de objetos ou figura. Contudo existem formas ambíguas as quais o fundo pode ser trocado pela figura, embora só consigamos perceber uma de cada vez, como pode ser observado na Figura 2.11.

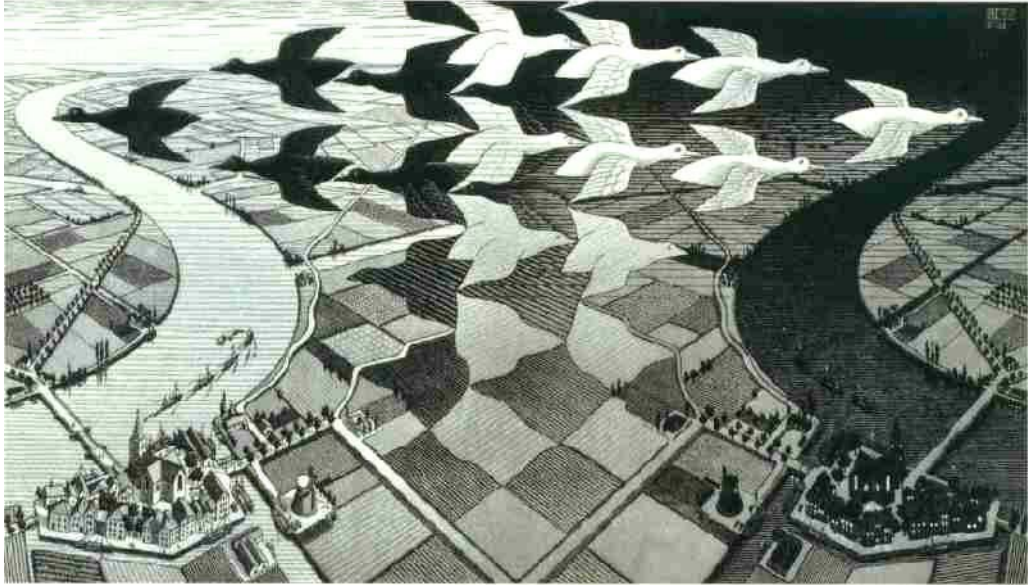


Figura 2.11 – Xilogravura “Day and Nigth” de M. C. Escher na qual se pode observar a contraposição forma x fundo

- **Simetria** – forma simétricas são consideradas pelos humanos como as mais belas e equilibradas, além de uma forma regular se destacar mais em um campo perceptivo (Figura 2.12). A percepção de simetria de uma figura se acentua se o eixo for vertical (Figura 2.13).



Figura 2.12 -Árvores, exemplo de assimetria e simetria



Figura 2.13 – Violinos, a percepção de simetria é maior com a imagem na vertical

- **Proximidade** - objetos que estejam próximos entre si num mesmo campo perceptivo criam tensões de união e são percebidos como um conjunto único (Figura 2.14).

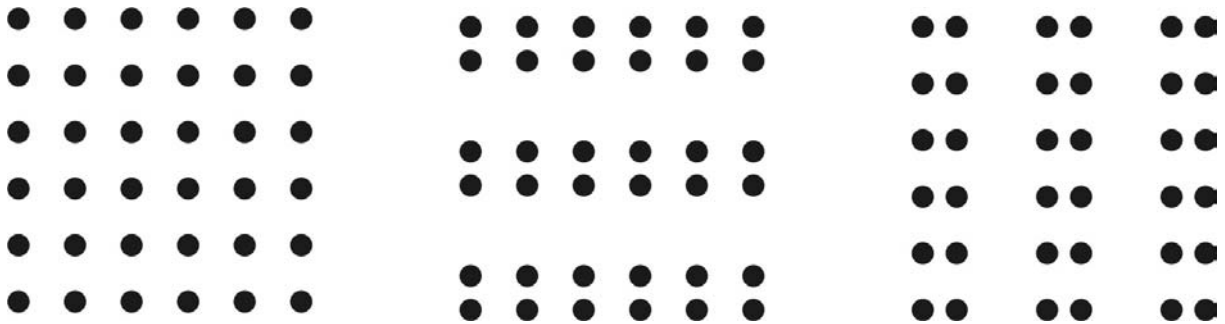


Figura 2.14 – No primeiro exemplo vemos uma malha de pontos, no segundo vemos linhas horizontais e no terceiro, linhas verticais

- **Similaridade** – grupos de objetos semelhantes em natureza (cor, orientação, escala, forma e textura) tendem a serem percebidos como um conjunto único. Essas naturezas podem variar combinadas entre si. Na Figura 2.15, a primeira fileira mostra em “A” os elementos semelhantes em cor; em “B” semelhantes em orientação; em “C” semelhantes em escala; em “D” semelhantes em formas; em “E” semelhantes em textura. Na segunda fileira mostra em “F” os elementos semelhantes em cor e orientação; em “G” semelhantes em cor e escala; em “H” semelhantes em cor e forma; e em “I” semelhantes em cor e textura;

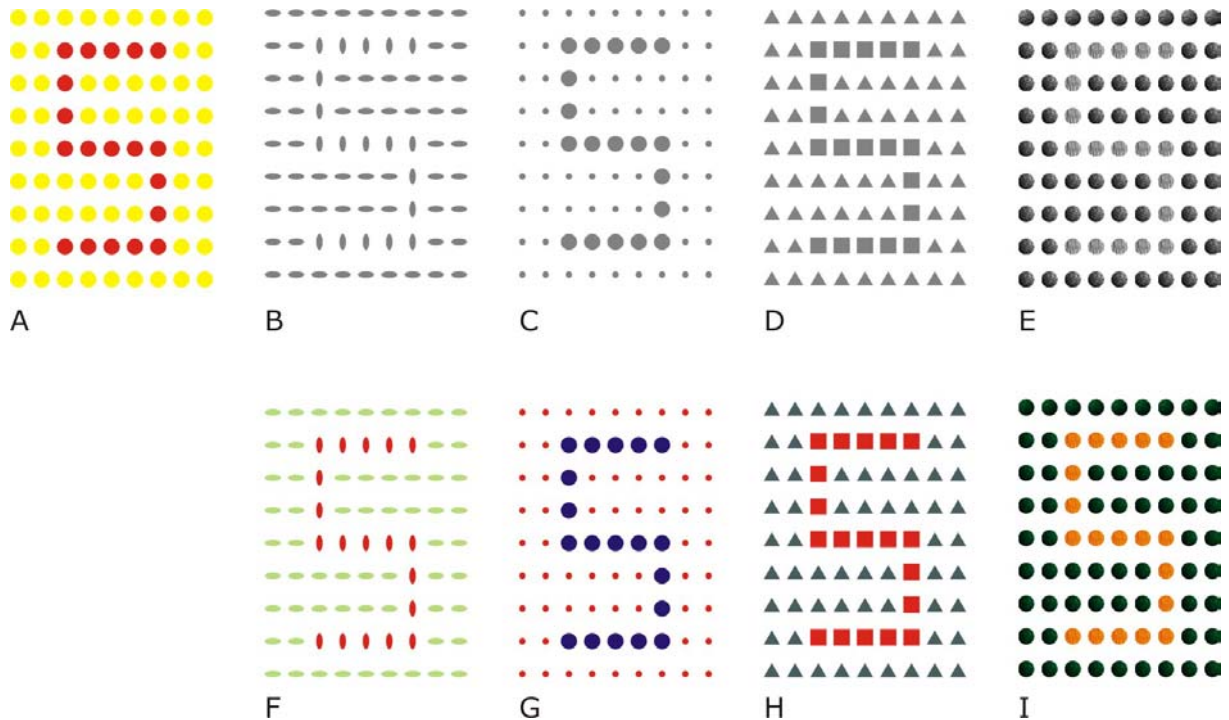


Figura 2.15 – Os elementos das imagens tendem a ser vistos como conjuntos quando possuem naturezas semelhantes

- **Continuidade** – a percepção tende a fazer prolongamentos dos elementos Na Figura 2.16 tendemos a ver a imagem “A” como duas linhas (“B” e “C”) e não como um conjunto de elementos (“D”).

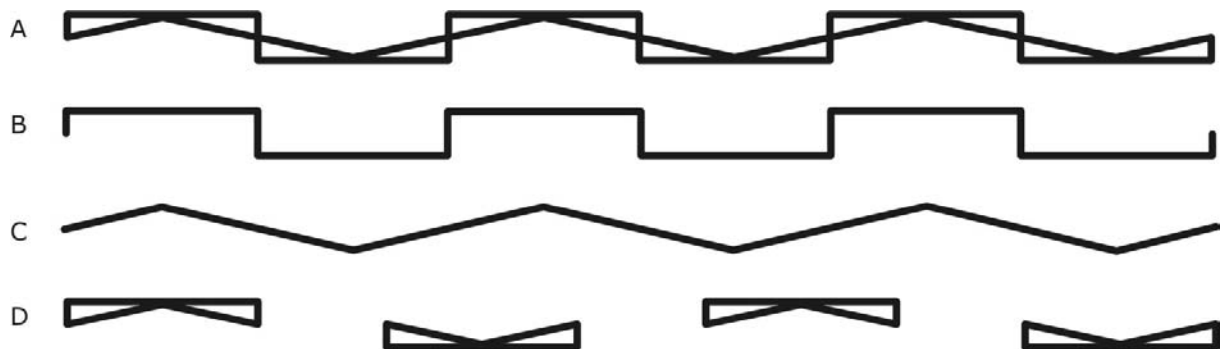


Figura 2.16 – Tendemos a continuar os elementos em vez de entendê-los como formas separadas

- **Fechamento** – objetos incompletos tendem a ser percebidos como completos e não como elementos separados. A Figura 2.17 ilustra esse princípio, as formas tendem a ser vistas como completas e não como segmentos separados.



Figura 2.17 – As formas da figura tendem a ser percebidas como completas

- **Pregnância** – devido a características, como regularidade, simetria ou simplicidade, certos objetos tendem a se destacarem, além de poderem ser facilmente representadas. A Figura 2.18 apresenta várias formas. Devido ao princípio de Pregnância o quadrado chama mais atenção do que as demais formas.



Figura 2.18 – Pregnância (adaptado de ROCHA e NOGUEIRA, 1995)

- **Acentuação e nivelamento** – tende-se a ignorar certas diferenças de alguns objetos (nivelamento) e a acentuar essas diferenças em outros (acentuação). Tanto num caso quanto no outro o objetivo é tornar o objeto mais evidente. A Figura 2.19 mostra a representação de uma árvore. Na primeira imagem um exemplo de nivelamento, no qual os detalhes são “ignorados”, na segunda imagem um exemplo de acentuação dos detalhes.

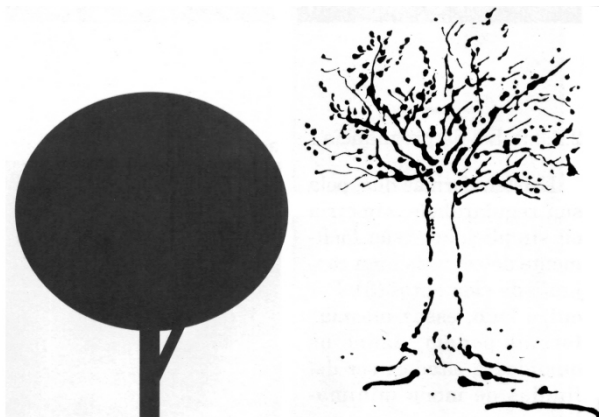


Figura 2.19 – Nivelamento e acentuação do objeto (FONTE: ROCHA E NOGUEIRA, 1995)

A aplicação plena dos princípios da Teoria da Gestalt tendem a aumentar as possibilidades de se obter imagens que comunicam de maneira mais eficaz. As imagens da Figura 2.20 abaixo ilustram esses princípios aplicados.

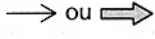
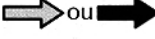




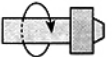



	Ruim	Bom
Contornos fortes		
Simplicidade de forma		
Figura fechada		
Estabilidade de forma		
Simetria		

Figura 2.20 – Desenhos com aplicação dos princípios da Gestalt (FONTE: IIDA, 2005)

A teoria da Gestalt se aplica em muitas outras áreas, nesta dissertação serão abordados somente os princípios centrais apresentados nesta seção, que são relevantes para a percepção e entendimento das informações visuais.

2.5.5 Percepção das Cores

A cor é uma resposta a um estímulo luminoso. O olho humano integra esse estímulo com outros simultaneamente, como a forma e o movimento (IIDA, 2005). Os primeiros estudos registrados sobre a cor foram realizados por Isaac Newton. Ele conseguiu a refração da luz branca decompondo-a no espectro de cores visíveis, por meio de um prisma de cristal. Foi Goethe o primeiro a abordar a cor como um fenômeno psicológico, ou seja, da percepção (ROCHA e NOGUEIRA, 1995).

As cores das luzes são caracterizadas por três variáveis (IIDA, 2005):

- **Matiz, ou gama (hue)** – é o que normalmente chamamos de cor e é determinado pelo comprimento de onda predominante na luz refletida;
- **Luminosidade, claridade ou valor** – é o que classificamos como cor clara ou escura, isso depende da capacidade de a cor refletir luz branca;
- **Saturação** – é a qualidade da cor que chamamos de cor pura, ela é tanto mais saturada quanto mais se aproxima de um único comprimento de onda refletido.

A Figura 2. 21 mostra nas três primeiras imagens os matizes: azul em “A”, verde em “B” e vermelho em “C”. Nas imagens seguintes é apresentado um exemplo de graus de luminosidade em “D” e de graus saturação em “E”, ambos diminuem em direção ao centro do setor circular.

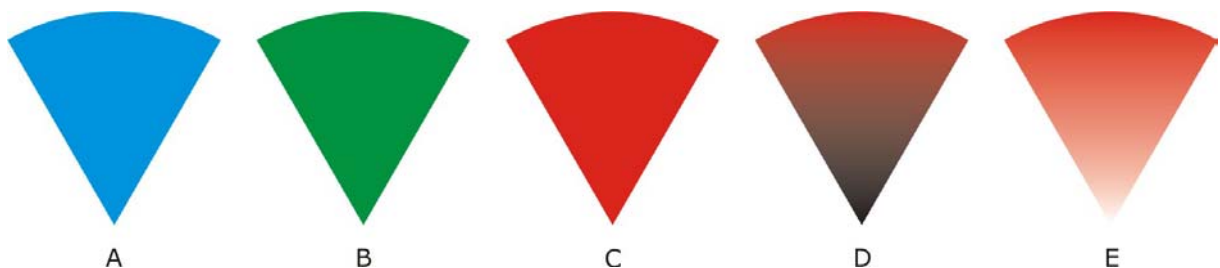


Figura 2. 21 - Matizes de Cores (PEDROSA, 2002)

Chevreul em suas investigações sobre a percepção da cor desenvolve a teoria do contraste simultâneo da cor, na qual uma cor não pode ser considerada isoladamente, é necessária a avaliação do contexto cromático (CHEVREUL (1839) *apud* PEDROSA (2002)). A Figura 2.22 apresenta exemplos do contraste simultâneo das cores. A circunferência superior, verde, da imagem “A” é igual à circunferência inferior de “B”, contudo em “A” ela é percebida como uma cor mais quente do que em “B” devido à influência das cores que a seguem.

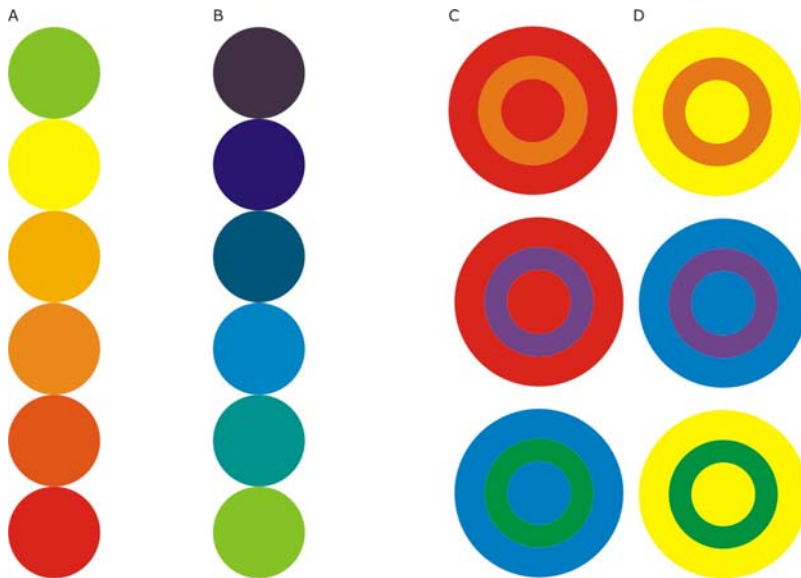


Figura 2.22 – Contraste simultâneo das cores (PEDROSA, 2002)

Na mesma Figura 2.22, a coroa circular interna são iguais em “C” e “D”, contudo apresentam diferença na percepção de suas cores pela influência das cores que as envolvem. Na primeira fileira a coroa circular laranja parece mais amarelada e mais clara sobre o fundo vermelho; na segunda fileira o violeta parece mais azulado e mais escuro com fundo vermelho e na terceira fileira o verde parece mais amarelado e claro com fundo azul.

Outra teoria desenvolvida por Chevreul (1839; apud PEDROSA, 2002) é a do contraste sucessivo, na qual um mecanismo de compensação da nossa visão procura um valor cromático complementar ao que estimulou a retina, para equilibrar a estimulação. Essas cores complementares chamam a atenção quando utilizadas juntas, sendo indicadas para demarcações de áreas perigosas. Embora as cores complementares atraiam a atenção elas promovem cansaço visual, não sendo indicada a sua utilização em dispositivos de atenção permanente (IIDA, 2005).

A Figura 2. 23 mostra as cores complementares. Na imagem “A” as cores complementares encontram-se diametralmente oposta na coroa circular, em “B” elas estão dispostas lado a lado. Para se reduzir a fadiga causada pela utilização de cores complementares justapostas pode-se recorrer à redução do grau de luminosidade e/ou saturação, como na imagem “C”, ou

colocar uma separação com uma cor neutra (branca, preta ou cinza), como na imagem “D” (IIDA, 2005).



Figura 2. 23 – Contraste sucessivos e cores complementares

A visibilidade das cores dependem do contraste entre figura e fundo e tende a ser melhor com a figura escura em fundo claro. Abaixo é apresentada a visibilidade de algumas combinações de cores, em ordem decrescente (IIDA, 2005):

- Azul sobre a branca;
- Preta sobre a amarela;
- Verde sobre a branca;
- Preta sobre a branca;
- Verde sobre a vermelha;
- Vermelha sobre a amarela;
- Vermelha sobre a branca;
- Laranja sobre a preta;
- Preta sobre a magenta;

- Laranja sobre a branca.

Outro fator que influencia na forma que percebemos as cores é a fonte de luz que a ilumina (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). Quando nos referimos a uma cor subentendemos que o objeto está iluminado por luz branca, ou solar. Sob outras luzes (como as diversas lâmpadas comerciais) a percepção das cores é alterada (IIDA, 2005). As fontes de luz artificiais possuem temperatura de cor, que são normalmente, informadas pelos fabricantes.

A temperatura da cor é um critério para especificar a composição espectral da luz. Utiliza-se um corpo ideal, chamado de “corpo negro” capaz de absorver totalmente a energia sem refleti-la. Esse corpo é aquecido e ao incandescer assume uma coloração vermelha. Com o aumento do calor ela passa pelo laranja, amarelo, até chegar ao branco (BAER, 2002).

Além da forma como percebemos as cores temos que considerar o que elas significam para o grupo que fará uso delas. Elas possuem simbologias que variam de acordo com a região e cultura (IIDA, 2005). É importante que elas sejam adequadas ao público-alvo. A Tabela 2.2 mostra o significado que algumas cores têm em diferentes culturas. Nota-se, por exemplo, que a morte e o luto é representado pela cor preta na cultura ocidental e pela branca na cultura japonesa.

Cor / Cultura	Amarela	Azul	Branca	Preta	Verde	Vermelha
Budista		Frieza, Sabedoria	Redenção, Libertação	Servidão	Vida (claro), Morte (Escuro)	
Chinesa	Realeza, honra	Céu, Primavera, Ávore	Morte, Luto	Feminilidade, Inverno, Água		Alegria, Sorte
Cristã		Verdade, Fé, Eternidade	Pureza, Virgindade, Alegria, Inocência	Desprezo, Morte, Luto, Tristeza	Esperança, Imortalidade	Amor, Poder, Dignidade, Martírio
Hebreu	Beleza	Piedade, Perdão	Alegria	Compreensão	Vitória	Severidade
Hindu			Paz, Iluminação	Movimento descendente	Morte, Luto	Atividade, Criatividade
Japonesa	Graça, Nobreza	Malvadeza, Patifaria, Desprezo	Morte, Luto		Furto, Juventude, alegria	Raiva, Ódio, Perigo
Ocidental	Perigo, Covardia	Masculinidade, Calma, Autoridade	Pureza, Virtude	Morte, Luto	Segurança, Ácida, Azeda	Perigo
Oriente Médio	Alegria, Prosperidade	Virtude, Fé, Verdade			Fertilidade, Força	
Vodu	Trabalho pesado	Paz	Proteção		Negócio	Poder

Tabela 2.2 – Algumas cores e seus significados para culturas diferentes (IIDA, 2005)

As cores e a forma de percepção delas pelos seres humanos poderiam ser tratados em várias seções deste estudo, contudo sua importância justifica uma sessão específica. A atenção dispensada a elas é justificada pela importância que apresentam na eficiência da percepção e entendimento da mensagem.

2.5.6 Aspectos da Ergonomia Relacionados à Acuidade Visual

A ergonomia vê o trabalho de forma global analisando os aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais e ambientais. Desta forma temos a Ergonomia Física, Cognitiva, e Organizacional como domínios especializados que abordam características específicas de um sistema (IEA, 2006). Um dos temas estudados na Ergonomia é o melhor entendimento das mensagens visuais. Para isso é necessário considerar a legibilidade, a leiturabilidade, e a percepção do receptor (FRASCARA, 2004).

A legibilidade tem relação com a mensuração óptica. Segundo padrões estabelecidos pode-se verificar detalhes de um terço de milímetro a cada metro de distância da visualização (FRASCARA, 2004). Por exemplo, se colocarmos linhas paralelas com 0,33 mm, separadas por espaços também de 0,33 mm, uma pessoa com visão normal deverá conseguir detectar as linhas a 1m de distância.

A capacidade de detectar detalhes é chamada de acuidade visual e um dos fatores que influem essa acuidade é a intensidade luminosa. A intensidade luminosa ideal, que proporciona a maior acuidade visual, é a de 1.000 lx (Lux é a unidade de iluminamento, isto é, a quantidade de luz que incide sobre uma superfície), a partir daí tem-se o aumento da fadiga visual (IIDA, 2005). A Figura 2.24 mostra o aumento do rendimento visual e da fadiga em função do nível de iluminamento. Pode-se verificar que a partir de 1.000 lx o rendimento da acuidade visual estabiliza enquanto a fadiga visual aumenta.

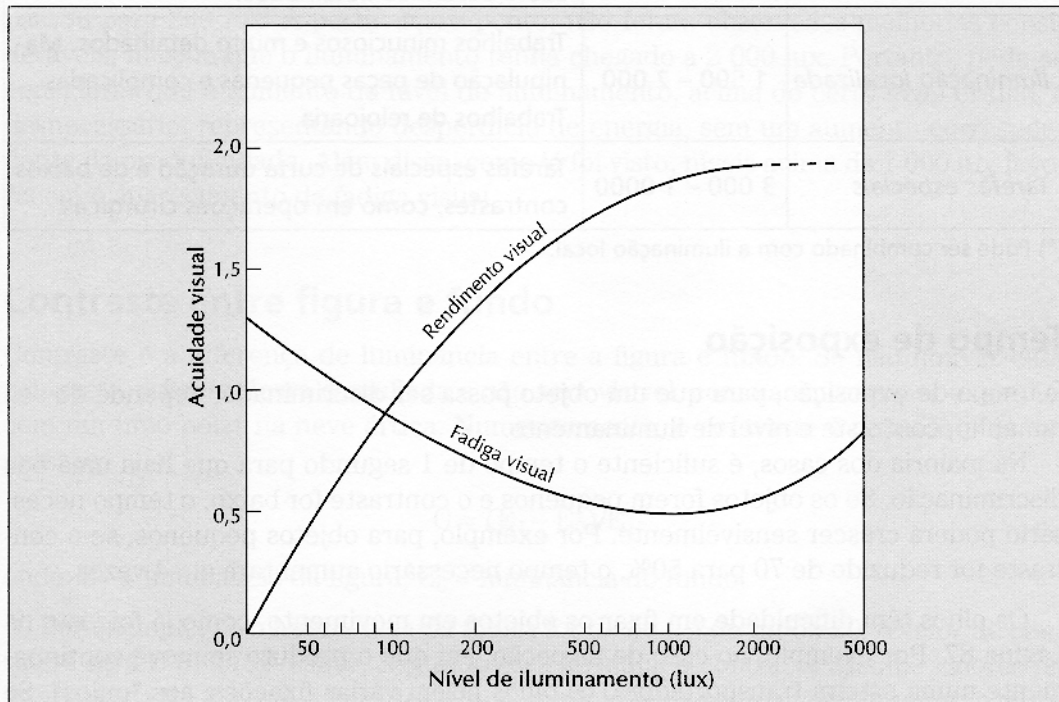


Figura 2.24 – Gráfico do Acuidade Visual em em relação ao nível de iluminação (Fonte: IIDA, 2005)

Porém somente a detecção do detalhe não é o suficiente. A leiturabilidade, isto é, uma “leitura confortável”, requer elementos com medidas de 3,0 a 4,5 mm por metro de distância da visualização, pois ela implica na compreensão da mensagem (FRASCARA, 2004). Além de os elementos gráficos manterem uma proporcionalidade com relação à distância de visualização, eles devem manter uma coerência de cores, peso e estilo (FRASCARA, 2004). A Figura 2.25 apresenta um exemplo prático da acuidade visual. O grupo de pequenos traços (com 1 mm) deve ser detectado por uma pessoa com visão normal a uma distância de 3 m. Na mesma distância o grupo de grandes traços (9 mm) oferecem uma leitura confortável. Outros fatores são importantes na transmissão da mensagem visual, como o ângulo de visão, contraste, condições de iluminação e estresse emocional (FRASCARA, 2004).



Figura 2.25 – Exemplo de detecção de detalhes e de leitura confortável

O campo de visão dos seres humanos pode ser dividido em quatro níveis (IIDA, 2005):

- **Visão ótima** – os objetos podem ser visualizados sem a movimentação dos olhos. É formada por um cone abaixo da linha horizontal dos olhos com abertura de 30° e para as laterais (Figura 2.26);
- **Visão máxima** – os objetos podem ser visualizados somente com a movimentação dos olhos. É formada por um cone de 25° acima da linha horizontal dos olhos e 35° abaixo, lateralmente por uma abertura de 80° (25° de cada lado além da visão ótima) (Figura 2.26);
- **Visão ampliada** – os objetos podem ser visualizados com a movimentação da cabeça que pode girar 55° para cada lado, inclinar-se 40° para baixo e 50° para cima e pender-se 40° para cada lado (sobre os ombros). Os cones de visão ótima e máxima acompanham os movimentos da cabeça;
- **Visão estendida** – os objetos podem ser visualizados com o movimento do corpo.

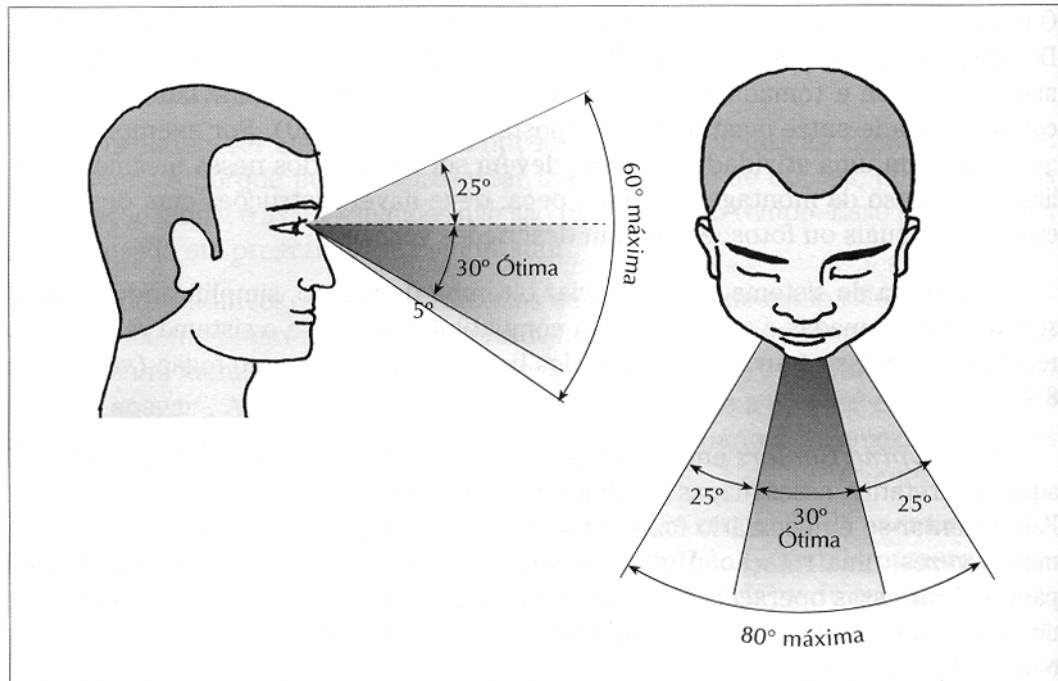


Figura 2.26 – As imagens ilustram a região da Visão Ótima e Máxima (FONTE: IIDA, 2005)

A Ergonomia pode ser aplicada a muitas outras áreas as quais auxiliariam o trabalho do operador, contudo neste estudo serão considerados somente os aspectos que influenciam diretamente na visualização e entendimento das mensagens visuais.

2.5.7 Princípios Derivados da Semiótica

A Semiótica é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno de produção de significação e de sentido. O nome semiótica vem da raiz grega *semeion*, que quer dizer signo, que é a menor unidade de um código (SANTAELLA, 1983).

O significado da imagem pode variar de acordo com as manipulações e contextualização dos seus signos. A comunicação por meio de signo proporciona leituras denotativas e conotativas, o que, por sua vez, tem a ver com a cultura, a experiência e capacidades lógicas e intuitivas do receptor (ROCHA e NOGUEIRA). O estudo da natureza desses signos e seus significados advêm da antigüidade, contudo o uso do termo “semiótica” designando este estudo faz parte da cultura moderna. Inicialmente o termo era utilizado pela medicina, na

Europa, para designar uma doutrina que tratava de sintomas. Posteriormente a Filosofia e a Lingüística adotaram o termo para designar a teoria geral dos signos. Foi Locke o primeiro a utilizar oficialmente o termo “Semiótica” como um ramo da Filosofia (NÖTH, 1995).

Muitos estudiosos se dedicaram a desenvolver teorias relacionadas à Semiótica, entre eles Charles William Morris, Ferdinand de Saussure, Louis Hjelmslev, Roman Jakobson e Charles Sanders Peirce (NÖTH, 1995). Peirce, filósofo norte americano, é considerado o fundador da moderna teoria dos signos desenvolvendo-a como um ramo específico da Filosofia, independente da Lingüística (NÖTH, 1995).

Peirce classifica em três tipos os signos, de acordo com sua relação ao objeto: ícone, índice e símbolo. O ícone possui uma relação de semelhança física com o que o signo está representando. O índice possui uma relação factual com que o signo representa (FARIAS, 2004). Rastros de animais são índices de que o animal esteve naquele local, por exemplo. Símbolos são signos que possuem uma ligação arbitrária com o referente, isto é, uma convenção, como exemplo as palavras do idioma português (ROCHA e NOGUEIRA, 1955). Eles podem ser classificados como sinais e pictogramas.

A Figura 2.27 apresenta a representação de vários símbolos, valores arbitrários do alfabeto. De cima para baixo: Alfabeto romano, fonético, morse, braile e de bandeiras. Impressos todos são visuais, contudo o alfabeto romano e de bandeiras se destina principalmente a transmitir mensagem pela visão, o fonético e o morse pela audição e o braile pelo tato.










A	B	C	D	E	F	G	H	I
Alfa	Bravo	Charlie	Delta	Echo	Foxtrot	Golf	Hotel	India
---	----	-----	----	.	----	----	----	..
•	••	••	••	•	••	•••	••	••
								

Figura 2.27 – O alfabeto representado por vários símbolos

Os sinais são símbolos monossêmicos, isto é, eles são convencionados para um significado exclusivo fazendo parte de um sistema de código rígido, como exemplo os sinais de trânsito (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). A Figura 2.28 mostra o sinal de trânsito “PARE” sendo utilizado em vários países. Da esquerda para a direita: Brasil, Costa Rica, E.U.A., França, Turquia, Malásia, Marrocos, China e Coréia. Pode-se verificar que embora a palavra “PARE” utilize o símbolo corrente no país, os demais elementos da comunicação visual não mudam.



Figura 2.28 – Sinal de trânsito “PARE” em vários países

O pictograma é projetado para um sistema de signos específico sendo integrado a ele, promovendo uma coesão. Algumas vezes se recorre à iconicidade para aumentar sua eficácia (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). O ícone, por sua vez, pode recorrer à metáfora, que é a representação de hábitos, convenções e regras estabelecidas, para tornar o reconhecimento da mensagem instantânea (FARIAS, 2004). Na Figura 2.29 da esquerda para a direita, por exemplo, temos o conjunto de pictogramas desenvolvidos para as Olimpíadas de Tóquio (1964), México (1968) e Sidnei (2000). Podemos observar a utilização dos elementos visuais segundo uma lógica coerente que mantém a unidade de cada grupo. Um pictograma de um

dos grupos seria facilmente identificado se estivesse no grupo errado. Podemos observar na mesma figura o uso da iconicidade, isto é, da semelhança física do pictograma com o que representa (homem, bola, bicicleta, por exemplo) e do uso da metáfora pelos ícones, ações que executam, como pedalar, nadar, atirar e lutar, por exemplo.



Figura 2.29 – Grupo de pictogramas das modalidades esportivas utilizadas em diferentes olimpíadas

Os pictogramas devem ser fácil e rapidamente reconhecidos, pois objetiva a referência de uma situação pontual, isto é, a um determinado momento, não exigindo um processo mnemônico (ROCHA e NOGUEIRA, 1995). A utilização de uma padronização universal de símbolos é uma forte ferramenta para facilitar o entendimento das mensagens. A ISO – *International Standards Organization* – procura essa padronização mundial em alguns segmentos. Para tal ela exige a compreensão de, pelo menos, 66% em 6 países diferentes (IIDA, 2005). Alguns exemplos de símbolos padronizados pela ISO são mostrados na Figura 2.30.

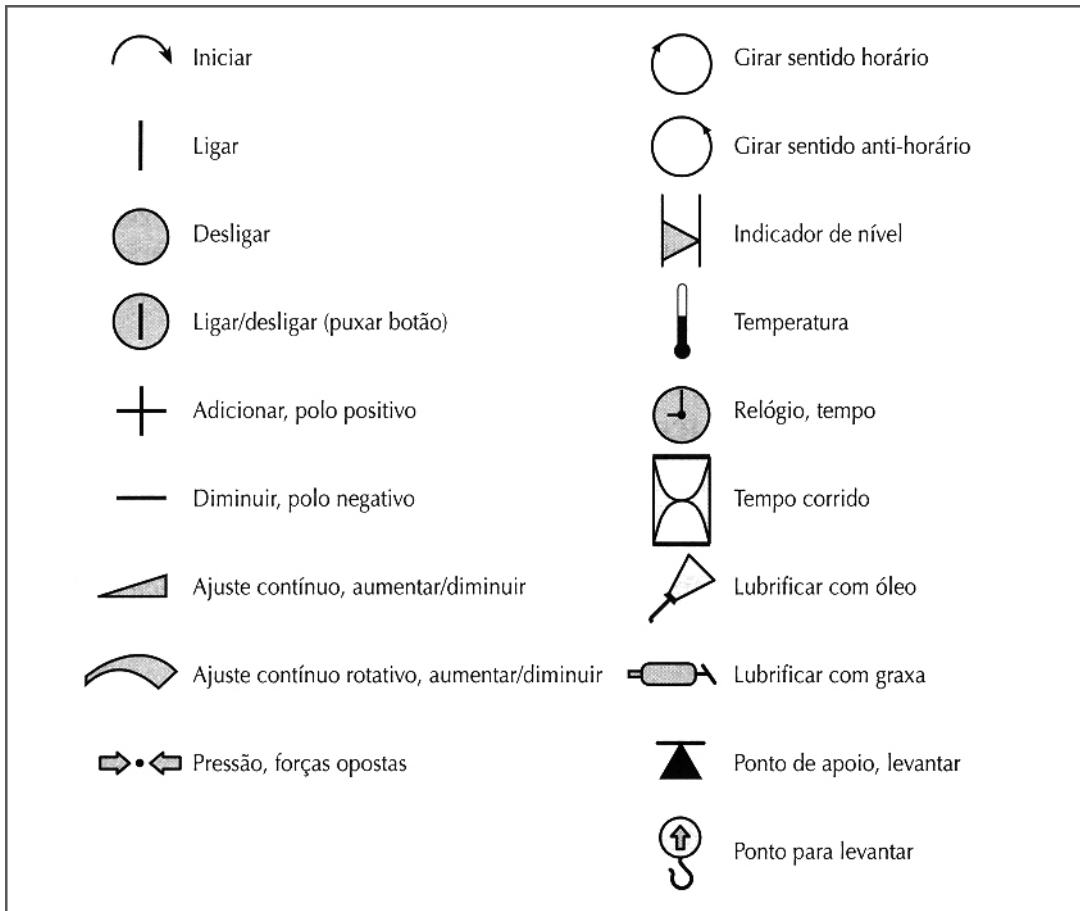


Figura 2.30 – Alguns símbolos padronizados pela ISO (FONTE: IIDA,2005)

Esses conceitos podem servir como ferramenta para a criação de signos mais eficientes em ambientes de sistemas de produção, assim como para a análise de signos existentes nestes sistemas, procurando seus pontos fortes e suas fraquezas. Embora a Semiótica possa ser aplicada a inúmeros casos, nesta dissertação serão abordados somente os conceitos referentes a signos gráficos.

2.6 DISCUSSÃO: A INTEGRAÇÃO DA PERSPECTIVA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E DO DESIGN GRÁFICO

Como mostrado neste capítulo, a implementação do Gerenciamento Visual para o aumento da Transparência, utilizado em conjunto com outros princípios da Produção Enxuta proporciona melhores resultados em cada um deles, assim como nos resultados globais, do

que se utilizado sozinho. Também foi mostrado que para esta implementação é necessário um amplo elenco de disciplinas trabalhando em conjunto, sendo uma delas a do Design Gráfico.

Da mesma forma, vários campos de conhecimento são necessários para a plena utilização dos conceitos referentes ao Design Gráfico aplicados aos ambientes de produção, pois estes conceitos advêm destas áreas correlatas. Ainda, em cada uma das áreas, é necessário a contextualização e o co-relacionamento dos seus princípios para a utilização aplicados nestes mesmos ambientes.

Desta forma, verifica-se que os conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico formam uma base teórica a partir da qual se pode construir um arcabouço para análise dos Dispositivos Visuais utilizados em ambientes de produção, assim como para a criação deles. Contudo os conceitos e seus princípios não podem ser tomados como regras fixas, pois sua eficiência depende da combinação deles e de sua contextualização, exigindo, ainda, a tomada de decisão da melhor aplicação, sendo depois experimentada no ambiente de produção para a qual foi formulada.

Como exemplo, podemos aplicar o conceito de redundância de sentidos apresentado na sub-seção 2.5.2.1. Informação Visual, na utilização dos sentidos de visão e audição, ao mesmo tempo, para aumentar a percepção de uma mensagem que somente utiliza a visão. Apesar de os experimentos mostrarem que esta redundância aumenta a percepção da mensagem se ele for aplicado em um ambiente com muito ruído sonoro pode não apresentar os resultados esperado, podendo ainda causar fadiga no operário e redução na percepção da mensagem.

Outra abordagem neste sentido está relacionada ao repertório dos operários a quem se destina a mensagem. Mesmo fazendo parte de uma cultura definida, por exemplo: ocidentais, brasileira, sulista; eles podem formar sub-culturas específicas de uma região, ou até mesmo da

empresa em questão, principalmente após passarem por períodos de treinamento e/ou de trabalharem longo tempo num mesmo ambiente de produção. É neste repertório, por exemplo, que teremos que procurar as palavras mnemônicas para uma sigla, ou a utilização de determinada cor ou imagem para representar a informação desejada.

Relacionado com o contexto, temos, por exemplo, formas que sozinhas não possuam nenhuma ligação entre si, mas que juntas podem proporcionar um significado específico, que pode ou não ser desejado. Como exemplo pequenas figuras que promovam uma imagem, que chame mais a atenção (por causa do princípio da pregnância), no espaço vazio entre elas (forma x fundo).

Encontram-se ainda as condições do ambiente de trabalho, os quais influenciam diretamente na transmissão da mensagem visual. A iluminação inadequada, por exemplo, pode dificultar o entendimento da mensagem do Dispositivo Visual, como promover um entendimento errôneo, atuando de forma a confundir o operário. Um exemplo é a alteração da percepção da cor do Dispositivo Visual por causa da cor da luz que o ilumina.

Desta forma as lacunas que aparecem na análise dos Dispositivos Visuais, ou os erros cometidos na produção dos mesmos para ambientes de produção, só poderão ser resolvidos por meio de uma verificação de vários fatores que envolvam a comunicação visual.

Esta dissertação aborda alguns dos principais elementos que em conjunto podem promover a melhor forma de transmissão de informação por meio dos Dispositivos Visuais, assim como possibilitar por meio da análise dos diversos campos abordados qual a melhor maneira de executar esta transmissão focando principalmente no Design Gráfico (Outros conhecimentos sobre Design Gráfico são apresentados no Apêndice) como ferramenta para melhorar a criação, produção, transmissão em entendimento das mensagens visuais.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O problema de pesquisa desta dissertação caracteriza-se pela integração de duas áreas do conhecimento dado que o tema “dispositivos visuais” vem sendo tratado tanto pela comunidade de engenharia de produção como pela comunidade do design. A ênfase do estudo está na integração destas duas áreas do conhecimento e, portanto, o estudo tem caráter “exploratório”, pois não foram identificadas na literatura revisada pesquisas que tenham enfatizado o tema deste estudo sob esta ótica.

O estudo não pode ser caracterizado como “explanatório” ou “explicativo”, pois não busca o estabelecimento de relações causa-efeito, nem tão pouco, perfis de uma população amostrada. Sendo um estudo exploratório a ênfase maior é no entendimento de como diversos conceitos e princípios acerca de dispositivos visuais se inter-relacionam no mundo real e como esta informação pode ser utilizada por profissionais de engenharia e design.

3.2 SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa tem como questão “Como promover o aumento da transparência em sistemas de produção no setor metal-mecânico utilizando os princípios do Gerenciamento Visual e do Design Gráfico?”. Este tipo de problema de pesquisa trata de acontecimentos contemporâneos nos quais se tem pouco ou nenhum controle sobre os eventos o que, seguindo os critérios de seleção de método de pesquisa propostos por Yin (2005), resulta na escolha do Estudo de Caso como estratégia de pesquisa nesta dissertação.

O Estudo de Caso contribui para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. É uma investigação empírica sobre fenômenos contemporâneos dentro do seu contexto da vida real, principalmente quando os limites entre o

fenômeno e o contexto não são claramente definidos. O enfoque é holístico, possuindo uma lógica de planejamento que incorpora abordagens específicas à coleta e análise de dados, buscando explicitar os vários vínculos causais em intervenções da vida real. Nesta modalidade de método de pesquisa há a necessidade de se descrever a intervenção e o contexto na vida real onde ela ocorreu, explorando situações que não necessariamente apresentam um conjunto simples e claro de resultados (YIN, 2005).

3.3 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO

Como apresentado anteriormente no Capítulo 2 as abordagens heurísticas para implementação do Gerenciamento Visual são bastante amplas e contemplam todos os sentidos humanos. Associado a esta complexidade está o fato de que os seres humanos utilizam principalmente a visão e a audição em relação ao uso dos outros sentidos. De fato, segundo Heilig (1992) 70% da ênfase dos sentidos se referem à visão e 20% à audição para se comunicarem sendo que por esta razão a pesquisa foi limitada aos dispositivos relativos ao **sentido da visão**.

Do espectro de possibilidades dos dispositivos visuais esta dissertação somente tratará dos Indicadores, Sinais, e Controles Visuais. Embora possam ser considerados como Controles Visuais, devido às características peculiares, os Avisos e Advertências não serão abordadas neste estudo, pois tais dispositivos já têm seu conhecimento associado bastante consolidado, havendo até regulamentos e normas específicas para os mesmos.

Os conhecimentos da Comunicação, Teoria da Gestalt, Teoria da Percepção da Cor, Ergonomia e Semiótica são abordados neste estudo estritamente ao nível conceitual, não havendo investigação sobre ferramentas de apoio ao projeto do desenvolvimento de dispositivos visuais.

3.4 UNIDADE DE ANÁLISE

A presente pesquisa preocupa-se com a comunicação por meio dos Dispositivos Visuais, e seus efeitos nos operários, isto é, como estes reagem a ela e como isso interfere no processo e nas operações que realizam. Portanto a unidade de análise se caracteriza nos **Dispositivos Visuais** sendo auxiliada pelo nível de entendimento e adesão dos operários acerca das informações visuais. Portanto, a eficácia deste entendimento e adesão nas operações dos postos de trabalho deverá ter nas perdas a métrica principal.

3.5 VALIDAÇÃO INTERNA, EXTERNA E DO CONSTRUCTO

A validade interna do constructo será efetuada por meio da utilização de múltiplas fontes de evidências: documentação e registros; artefatos físicos e observação direta. Com isto é possível fazer uma confrontação dos dados verificando suas linhas de convergências através de triangulação. É utilizado para aumentar a confiabilidade no estudo o desenvolvimento e aprimoramento do protocolo de coleta dados.

A validação externa neste estudo ocorre pela própria característica do estudo de caso, o qual é realizado em circunstâncias reais de uma empresa.

3.6 ESTUDO DE CASO PILOTO

Nesta pesquisa o estudo piloto é executado para contribuir na formulação do protocolo de coleta de dados e a própria verificação da eficácia do método de coleta de dados. É realizada uma visita para investigação, posteriormente os dados coletados são organizados e analisados. O estudo piloto deve ser escolhido com base na semelhança que apresentam com o caso principal. Na seção seguinte é apresentado o protocolo de coleta de dados a ser testado no estudo piloto e utilizado no estudo de caso principal.

3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

3.7.1 Critério para Seleção do Processo

Para melhorias na produção deve-se dar atenção prioritária aos fenômenos relacionados ao processo, ou seja, o fluxo de materiais e/ou informação (SHINGO, 1996b). Com isso, a seleção do processo para o Estudo de Caso deve recair sobre aquele que apresentar “maior índice de erros ou perdas”, e destes processos, os que apresentarem “maior interação humana na fábrica”. Isso pode ser verificado por meio da coleta de evidências.

3.7.1.1 Levantamento de Perdas e Erros do Processo

Nesta etapa são verificadas as principais perdas como a superprodução, a produção antecipada ou desordenada; espera para iniciar a operação por falta de material ou dependência de outra operação; re-trabalho ou manuseio e transporte desnecessário; excesso de materiais à espera de utilização; trabalhos em andamento sobrepondo-se a outras operações; movimentação de equipamentos e de pessoas, que não agregam valor; processos e operações desnecessárias; e unidades defeituosas ou mal instaladas. Para esta verificação utiliza-se o Formulário 01.

Formulário 01 – Verificação de Perdas:

Perdas

Verificação de perdas por:

Superprodução	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Espera	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Transporte	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Processamento	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Estoque	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Movimento	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Unidades defeituosas	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica

Observações:

Após este levantamento verifica-se a incidência destas perdas no processo, por meio da análise crítica do fluxo do processo e operações.

3.7.2 Coleta de Evidências

3.7.2.1 Caracterização do Fluxo do Processo

Verifica-se no posto de trabalho o **fluxo de materiais e informações** para a execução da operação. Onde se localizam e de que forma estão disponíveis as informações como é feita a visualização dos dados, assim como a necessidade de conhecimento prévio para a tomada de decisão por parte do operário.

Deverá ser caracterizado como é identificada a operação e se existem e como são os Dispositivos Visuais. Após a etapa do processo deverá ser verificado como é certificado que o mesmo está correto e como é encerrado o ciclo para o início de outra etapa do processo.

Será necessário ainda, verificar, em caso de alguma alteração ou erro no processo, qual é o procedimento de aviso de que algo não está correto e como se dá a identificação desse

problema pelo supervisor. Após a análise do processo deve-se direcionar a atenção para as operações. O roteiro para caracterização do processo consta do Anexo 03.

3.7.2.2 Descrição do Fluxo de Operações

Nesta etapa são verificadas as operações executadas, isto é, verificado **o fluxo de equipamentos e operadores** como a localização e identificação das máquinas, equipamentos e ferramentas necessárias para a operação.

Outro aspecto importante nesta etapa do método é a verificação do posicionamento em que os vários elementos das operações se encontram e os movimentos que os operários precisam executar para concluírem a operação com sucesso. O foco central será nas atividades que não agregam valor, ou seja, movimentos, transportes, esperas e controles. O roteiro para descrição das operações consta do Anexo 04.

3.7.2.3 Artefatos Físicos

Artefatos físicos são placas, painéis informativos, organogramas/fluxogramas, lâmpadas de advertência, faixas, bordas, cartazes, fichas e cartões. Máquinas, equipamentos, *layout* e o próprio processo e operação podem comunicar, e devem ser considerado. Estes artefatos são observados e fotografados de forma a possibilitar sua análise baseada nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico.

O procedimento para fotografia se caracteriza pela captação de imagens do assunto ou objeto de observação (processo, operação e/ou dispositivo visual). Para tanto se faz necessária a definição de algumas nomenclaturas com referência ao campo visual a ser capturado, chamado de plano. Os planos podem ser classificados como (BERNARDET, 2004):

- Plano Geral (PG) – mostra um grande espaço no qual as pessoas não podem ser identificadas;

- Plano de Conjunto (PC) – mostra um grupo de pessoas que podem ser reconhecidas, num ambiente;
- Plano Médio (PM) – enquadra o corpo inteiro das pessoas, com uma pequena faixa ao seu redor;
- Plano Americano (PA) – corta a imagem das pessoas na altura da cintura ou da coxa;
- Primeiro Plano (PP) – corta a imagem das pessoas no busto;
- Primeiríssimo Primeiro Plano (PPP) – mostra só o rosto das pessoas;
- Plano de Detalhe (PD) – mostra alguma parte do corpo (exceto o rosto) ou algum detalhe de objetos.

Estes procedimentos para fotografia podem ser utilizados também para filmagem, esta tem vantagem sobre aquela, a imagem permite a visualização dos movimentos dos operários, assim como o deslocamento das informações, dos equipamentos e materiais. O roteiro de procedimento para fotografia consta do Anexo 01.

Para a verificação e análise dos artefatos físicos com base nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico utiliza-se os formulários seguintes:

Formulário 02 – Informação Visual:



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Informação Visual

Artefato Físico:

Canais utilizados	<input type="checkbox"/> Visual	<input type="checkbox"/> Auditivo	<input type="checkbox"/> Olfativo	<input type="checkbox"/> Tátil	<input type="checkbox"/> Gustativo
Tipo dos dados	<input type="checkbox"/> Simbólico	<input type="checkbox"/> Representacional	<input type="checkbox"/> Abstrato		
Grupos de elementos com significados	<input type="checkbox"/> Desenhos	<input type="checkbox"/> Letras	<input type="checkbox"/> Números	<input type="checkbox"/> não se aplica	
Codificações utilizadas	<input type="checkbox"/> Alfabeto	<input type="checkbox"/> Números	<input type="checkbox"/> Sinais	<input type="checkbox"/> Padrão Local	<input type="checkbox"/> não se aplica
Ruídos	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica		
Agrupamentos das informações	<input type="checkbox"/> Letras	<input type="checkbox"/> Números	<input type="checkbox"/> Formas	<input type="checkbox"/> Cores	<input type="checkbox"/> nenhum
Diferenciação por grupos de informação	<input type="checkbox"/> Letras	<input type="checkbox"/> Números	<input type="checkbox"/> Formas	<input type="checkbox"/> Cores	<input type="checkbox"/> nenhum
Palavras Mnemônicas	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica		

Observações:

Formulário 03 – Teoria da Gestalt:



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Teoria da Gestalt

Artefato Físico:

Diferenciação Forma x Fundo	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Simetria	<input type="checkbox"/> vertical	<input type="checkbox"/> horizontal	<input type="checkbox"/> não se aplica
Proximidade	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Similaridade	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Continuidade	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Fechamento	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Pregnância	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Acentuação	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Nivelamento	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica

Observações:

Formulário 04 – Percepção das Cores:



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Percepção das Cores

Artefato Físico:

- | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| Cores Utilizadas | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> ruim | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Repertório compatível com o grupo | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Contraste simultâneo | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Contraste sucessivo | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Luminosidade | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> ruim | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Iluminação | <input type="checkbox"/> geral | <input type="checkbox"/> local | |
| Fonte de luz | <input type="checkbox"/> natural | <input type="checkbox"/> incandescente | <input type="checkbox"/> fluorescente |

Observações:

Formulário 05 – Ergonomia:



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)


Ergonomia

Artefato Físico:

- | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Acuidade Visual | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> ruim | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Campo de visão | <input type="checkbox"/> ótima | <input type="checkbox"/> máxima | <input type="checkbox"/> ampliada <input type="checkbox"/> estendida |
| Movimento do Dispositivo Visual | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não se aplica |
| Localização do Dispositivo Visual | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> ruim | <input type="checkbox"/> não se aplica |

Observações:

Formulário 06 – Semiótica:

 Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)	
Semiótica	
Artefato Físico:	
Signo	<input type="checkbox"/> ícone <input type="checkbox"/> índice <input type="checkbox"/> símbolo
Simbolos	<input type="checkbox"/> sinais <input type="checkbox"/> pictogramas <input type="checkbox"/> não se aplica
Padronização	<input type="checkbox"/> internacional <input type="checkbox"/> nacional <input type="checkbox"/> local <input type="checkbox"/> não se aplica
Sinais	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> não se aplica
Pictogramas	<input type="checkbox"/> iconicos <input type="checkbox"/> metafóricos <input type="checkbox"/> não se aplica
Observações:	

A análise dos Dispositivos Visuais, utilizando os formulários apresentados, é efetuada com base nas imagens captadas e na observação direta.

3.7.2.4 Observação Direta

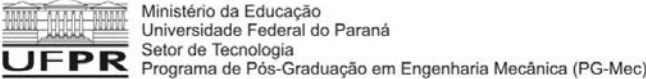
É necessária a observação de vários aspectos, questões relativas às informações visuais transmitidas pelos Dispositivos Visuais que devem ser analisadas considerando-se o perfil do receptor, a relação física dele com os elementos de execução e *layout* da operação, o objetivo da operação e os movimentos executados nas operações. Esses dados devem ser reunidos e, com eles, construir uma estrutura de inter-relacionamento dos fatores que interferem na comunicação (LIM e SATO, 2005). O roteiro de procedimento para a observação direta consta do Anexo 02.

A observação direta e as fotografias dos artefatos físicos são executadas concomitantemente.

3.7.2.5 Abordagens que influem no aumento da Transparência

Seguindo a pesquisa devem-se verificar fatores que ajudam a aumentar a Transparência no processo, como, por exemplo, verificar se o ambiente é limpo e organizado; se as operações são independentes umas das outras ou se precisam que uma termine para que a próxima inicie; se é possível observar os processos e verificar diretamente neles se tudo está correto, identificando uma falha ou erro assim que ocorra; se existem dispositivos visuais que indicam o *status* do processo; e se atributos que não são verificados diretamente no processo, como a quantidade produzida, unidades em cada etapa da produção ou quantidades de unidades com defeitos, são expostos de forma fácil e acessível. Para esta etapa é utilizado o Formulário 07.

Formulário 07 – Fatores para aumento da transparência:

			
Aumento da Transparência			
Verificação dos fatores:			
Limpeza	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Ordem	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Interdependência entre os processos	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Interdependência entre as operações	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Observação direta do processo	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Observação direta da operação	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Dispositivos indicadores de status	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Informações disponíveis no processo	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Atributos invisíveis de formas visíveis	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> não se aplica
Observações:			

Após este levantamento se verifica por meio de análise crítica quais as relações que existem entre esses fatores e a eficiência dos Dispositivos Visuais com base nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico.

3.8 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE

As informações coletadas com base na seção 3.7 são utilizadas para caracterizar vários elementos que são analisados. A Tabela 3.1 apresenta a ênfase de ação das áreas de informação para caracterização destes elementos.

Informações	Caracterização				
	Processo	Operação	Produto	Dispositivos	Gerenciamento Visual
Verificação de perdas	■	■	■	■	■
Informação visual	■	■	■	■	■
Teoria da Gestalt	■	■	■	■	■
Percepção das cores	■	■	■	■	■
Ergonomia	■	■	■	■	■
Semiótica	■	■	■	■	■
Observação direta	■	■	■	■	■
Fatores da Transparência	■	■	■	■	■

Tabela 3.1 – Atuação das áreas de informação na caracterização dos elementos analisados

Com base nos dados coletados os Dispositivos Visuais são avaliados quanto à sua eficácia, e conseqüentemente quanto à influência na realização das operações associadas ao processo estudado. Tal análise utilizará a estrutura teórica baseada nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico e da Engenharia de Produção, conforme apresentado no capítulo 2. Revisão Bibliográfica.

Com base nestes dados e análises são desenvolvidas propostas de implementação de melhorias no processo, nas operações e nos Dispositivos Visuais com o intuito de reduzir as perdas. Estas propostas se confirmada a eficácia por meio da implementação gradativa poderá melhorar a transparência de todo o sistema de produção.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 ESTUDO DE CASO PILOTO

4.1.1 Descrição

Atendendo o critério de seleção do estudo de caso, conforme apresentado no Capítulo 3, subseção 3.7.1, o estudo foi realizado numa montadora da indústria automotiva da RMC - Região Metropolitana de Curitiba, aqui denominada Empresa “A”. A referida empresa possui 3 fábricas no complexo localizado na RMC, com área total de 2,5 milhões de metros quadrados, gerando 17.750 empregos (diretos e indiretos), e capacidade para produzir 250 mil veículos e 400 mil motores por ano. Além destas fábricas a empresa possui 148 revendas autorizadas no Brasil.

Em 2004 foram produzidos 81.731 veículos e 203.232 motores no complexo na qual se localiza a fábrica objeto deste estudo piloto. A produção desta fábrica correspondeu a 4,1 % de participação no mercado brasileiro, com 1.482.985 emplacamentos. Além do mercado interno, 24% da produção são exportados. Entre os países para os quais a empresa exporta estão Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile, Peru, Colômbia, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Nicarágua, Argélia, Honduras, Cuba, México, Eslovênia e França.

4.1.2 Seleção do Processo

O processo selecionado constitui-se da “montagem do volante e do *air bag*” dos veículos. A seleção deste processo atendeu os critérios estabelecidos na subseção 3.7.1 do Capítulo de Métodos de Pesquisa, tendo em vista que representantes da empresa apontaram a existência de diversos problemas neste processo os quais incorriam em perdas, além de no processo haver grande interação humana. A caracterização das perdas existentes no processamento,

realizada através do Formulário 01 (subseção 3.7.1.1, Capítulo 3) apontou a existência de perdas relacionadas com o deslocamento e tempo para a procura de informação e tomada de decisão. A cada ciclo de produção de 90 segundos o operário dispndia em torno de 60 segundos buscando informações (entre os ciclos há aproximadamente, 10 segundos de tempo ocioso). Além disto, verificaram-se perdas por espera, transporte estoque e unidades montadas de forma errada.

4.1.3 Descrição do Produto Montado no Processo Analisado: Volante de Direção

O volante de direção é um elemento de ligação do homem com a máquina, sendo um dos principais elementos de interface homem-veículo. É o mecanismo principal do sistema de direção do veículo, responsável pelo movimento das rodas e pela dirigibilidade. A Figura 4.1 apresenta um Plano de Detalhe do volante de direção.



Figura 4.1 – Volante de direção

Na empresa analisada este produto tem como especificação a fabricação em liga de alumínio revestida com plástico, apresentando vários tipos de acabamentos alternativos como couro e curvim. Em vários modelos, particularmente aqueles voltados à exportação, é incorporado o *air-bag* como dispositivo adicional de segurança.

4.1.4 Coleta de Evidências

4.1.4.1 Caracterização do Fluxo do Processo de Produção

Utilizou-se o formulário constante no ANEXO 03 para a caracterização do processo de montagem do volante. De maneira geral, o processo principal de montagem dos veículos se dá através de uma linha de montagem na qual os veículos deslocam-se em velocidade constante, em balancezes, através dos postos de trabalho, enquanto os operários executam as operações. O fluxo do processo pode ser observado no diagrama apresentado na Figura 4.2 seguindo a simbologia proposta por Shingo (1996b).

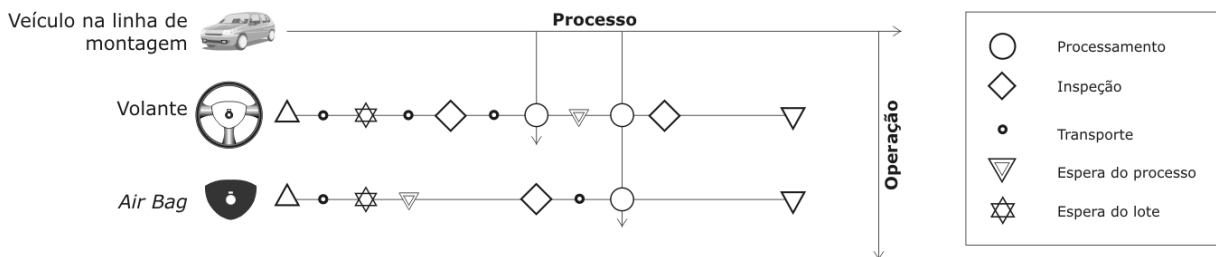


Figura 4.2 – Fluxo do processo da montagem do volante de direção

A montagem do volante está inserida neste processo no final da etapa de montagem dos componentes internos do veículo, sendo um dos últimos itens a ser montado antes de iniciar o processo de “fechamento” do veículo. O próximo posto, depois da montagem do volante, é destinado para a colocação dos vidros (pára-brisas).

O volante é abastecido no posto de trabalho em embalagem retornável possuindo internamente um eixo de madeira posicionador e espaçadores de isopor, com 05 unidades, empilhadas de acordo como o modelo a ser montado como pode ser visto no Plano de Detalhe na Figura 4.3. Estas embalagens são abastecidas na linha de montagem em “*racks kanban*” inclinados com rodízios para a mesma deslizar até a borda da linha, como mostra o Plano Médio na Figura 4.4.



Figura 4.3 – Volantes de direção embalados



Figura 4.4 – Rack Kanban

Esta subseção caracterizou o fluxo do processo, na seguinte será caracterizado o fluxo de operações.

4.1.4.2 Caracterização das Operações (Fluxo de Pessoas/Máquinas)

A utilização do ANEXO 04 – Roteiro de descrição da operação permitiu a caracterização do fluxo de operações. As operações associadas ao processo de montagem de veículos consistem na montagem e fixação do volante na ponta da coluna de direção e a montagem e fixação do *air bag*. Atualmente utilizam-se diferentes modelos de volante para um mesmo veículo, assim como para veículos diferentes. Esta variedade proporciona a busca por informações necessárias aos diferentes procedimentos de montagem.

Os procedimentos de montagem são padrões de trabalho pré-estabelecidos com base em experiências anteriores, estudos ergonômicos e de tempos, com o objetivo de “padronizar” a atividade de forma que qualquer operador treinado possa executá-la adequadamente, não prejudicando o operador e não comprometendo a qualidade do produto final.

O operador inicia a operação deslocando-se até ao dispositivo visual, “carta de critérios”, fixado no veículo à procura de informação. De posse da informação sobre a montagem o operador se dirige ao *rack kanban* onde se encontram abastecidos os volantes dentro das

embalagens abertas. Identificado o volante o operador leva-o para dentro do veículo junto com a parafusadeira pneumática e a porca correspondente.

A primeira etapa de montagem consiste em o operário posicionar o volante sobre a ponta da coluna de direção, passar os cabos e conectores pelo recorte específico e pressionar com ambas as mãos o volante com leves movimentos para deslizá-lo sobre os entalhes da ponta da coluna de direção. O perfeito acoplamento do volante na coluna de direção é informado através do tato, ao sentir que o volante tocou o batente dos entalhes.

A fixação do volante consiste em colocar um parafuso na ponta da coluna de direção e aparafusá-lo com a parafusadeira até o travamento do parafuso sobre o volante. Caso seja necessária a troca, nunca é reaproveitada a porca.

Após a fixação do volante são instalados os conectores de acionamento do *air bag* e da buzina e a fixação do *air bag*. A Figura 4.5 ilustra o deslocamento do operário na operação.

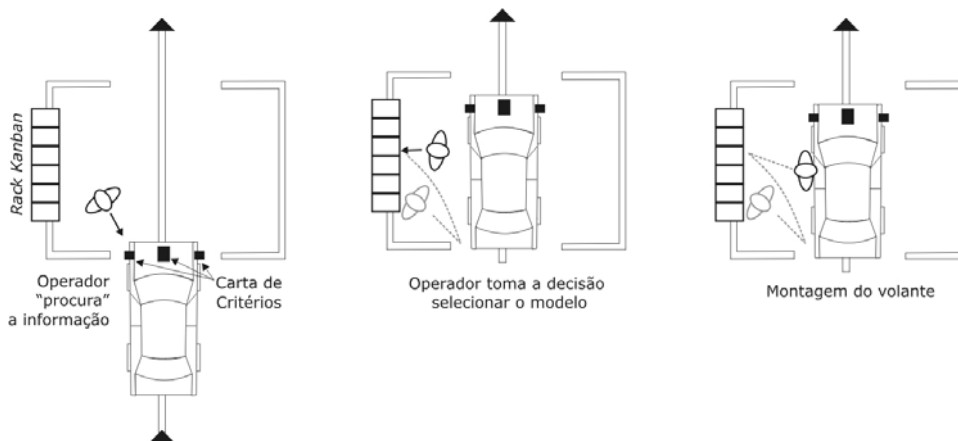


Figura 4.5 – Deslocamento do operário no posto de montagem do volante de direção

Cada deslocamento é de, aproximadamente 1m, e o tempo total é de, aproximadamente, 78 s representando perto de 90 % do tempo de ciclo de 90 s. Segundo documentação da empresa a operação de montagem em si, dura em média 18 s.

O operário trabalha turno da manhã, e existe um só operador por posto de trabalho, embora operários de outros postos estejam próximos. Os operadores são do sexo masculino, todos possuindo ensino médio completo e treinamento de pelo menos 48h na própria empresa.

Toda a montagem é efetuada em pé e os operadores utilizam óculos de proteção e uniforme padrão da empresa. Os níveis de ruídos, de vibração, de umidade e de gases são baixo não afetando o entendimento dos Dispositivos Visuais.

4.1.4.3 Caracterização dos Controles Sensoriais/Gerenciamento Visual

Com a utilização do Formulário 02 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) verificou-se que neste posto de trabalho as informações são transmitidas principalmente através do sentido da visão e, em menor frequência, através da audição e tato. Nestes últimos os dispositivos sonoros e táteis não auxiliam ou complementam diretamente os dispositivos visuais, mas transmitem informações específicas. A Tabela 4.1 apresenta os dispositivos sensoriais verificados no posto de serviço estudado.

Sentidos Humanos	Caracterização dos Dispositivos	Função
Visão	Carta de Critérios > formato A4 > impressão laser > fixada no veículo	Informações sobre os componentes de montagem de toda a linha
	Etiqueta de identificação > impressão laser > fixadas nas caixas dos volantes, <i>air bag</i> , e porcas	Informações sobre os referidos componentes
	Conectores: > cinza: acionamento da buzina > laranja: acionamento do <i>air bag</i>	Informações sobre sua montagem por meio de cores e formas
	Faixas > delimitadoras de espaço > pintadas no chão	Informações sobre o espaço do posto de trabalho
Tato	Batente dos entalhes ponta da coluda de direção	Informação de que o volante está perfeitamente encaixado
Audição	Conectores: > acionamento da buzina > acionamento do <i>air bag</i>	Informação da perfeita conexão por meio de um clique
	Toque de Buzina	Informação de que a buzina foi corretamente instalada

Tabela 4.1 – Dispositivos sensoriais do posto de trabalho de montagem do volante de direção

Referente à visão os dispositivos utilizam dados simbólicos compostos de letras do alfabeto romano e números arábicos. Também são utilizadas cores e formas como meios de informação para a correta montagem. Os ruídos identificados neste processo referem-se à transmissão da mensagem através da Carta de Critérios (Figura 4.6), a qual será apresentada e analisada em maiores detalhes nesta seção devido ao fato de ser o dispositivo mais impactante na transmissão de informações no posto de trabalho estudado.

A Carta de Critérios tem a função no ambiente de produção da empresa de comunicar informações como o modelo do veículo, ferramentas e seus correspondentes componentes, entre outras informações. Com formato A4 (210 x 297 mm), impresso a laser, esta carta possui campos de informação de todos os postos de trabalho.

Utilizando o ANEXO 02 – Roteiro de Procedimentos para observação direta foi possível identificar que o primeiro foco de atenção do operário, no início da operação é a Carta de Critérios (Figura 4.6), pois nela se encontram as informações necessárias para o início do processo. A Carta de Critérios é fixada na parte frontal (capô) e nas laterais (paralamas) do veículo e permanece, conseqüentemente, em movimento durante toda a montagem. Para a decodificação das informações contidas na Carta de Critérios é necessário treinamento específico.

Para visualizar a informação o operário se desloca, aproximadamente, 1 metro (Figura 4.5). Ao encontrar a informação na Carta de Critérios o operário precisa tomar a decisão sobre qual o tipo de volante montar, qual parafusadeira e porca deve utilizar para esta montagem, assim como qual o *air bag* será instalado. Para alcançar estes componentes o operário é obrigado a se deslocar também, aproximadamente, 1 metro.

Reserva P.J. 365005845		SEQUENCIA: 3485		COMPLEMENTO	
Reserva P.J. 365005845		Res-VIN 93YJA15356J663417		JA J08716660	
Res-VIS 6J663417		No. FABRICACAO			
E3 NIVEL-EQUIP	EV06 NIVEL-EQUIP	A5 MOTORIZACAO	543 MONOGR ESQ	539 MONOGR DIR	CA CLIMATIZACAO
ABS SISTEMA FREIO	CONECTOR	BRE PAIS	DIREC HIDR	J64 DESEMB	397 VEICULO
CAIXA	56 CHICOTE-DIA	33 DISP-CLIMAT	ALU RODAS	0000000 RARO CONTRA MARCA	
689 BANDEAU	989 COE COFRE	887 PROT CARTER	3 02 000220	842 BASE ANTENA	683 DESTINO
VEICULO ESPECIAL				842 VOLANTE	683 PORTA-OCULOS
05 VERSOES	45 CHICOTE TRA	25 ACABAMENTO	26 EQUIP-RADIO	721 BATERIA	MV640 CALOTA
	615 MAGAZINE	EL ALAV. CAMBIO	EL FECHAMENTO	EL VIDRO DIA	EL VIDRO TRAS
				EL PACK	EL AIR-BAG
Reserva P.J. 365005845		Res-VIN 93YJA15356J663417		Res-VIS 6J663417	
		542 TIPO ABS	ANTI CHIC. PLAF.	ANTI ALARME	PJ: 365005845

Figura 4.6 – Carta de critérios

Utilizando o Formulário 02 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) se observa que esta Carta de Critérios apresenta agrupamentos das informações por meio de letras, números, cores e formas. Apresenta, também, diferenciação dos grupos de informações por meio de cor, contorno e ênfase (forma e cor). Contudo a procura por um campo de informação é dificultada pela semelhança entre os campos presentes no documento. Palavras mnemônicas não são utilizadas como artifício para memorização da informação.

Com a utilização do Formulário 03 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) observa-se na Carta de Critérios que há pouca diferenciação entre forma e fundo e que a simetria é utilizada praticamente em todos os elementos. Outros princípios relacionados à forma, como proximidade, similaridade, continuidade, fechamento, pregnância, acentuação e nivelamento não apresentam importantes influências no dispositivo.

O uso do Formulário 05 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) permite observar que o campo de informação sobre o volante na Carta de Critérios se encontra no campo de visão estendida e pode ser detectado a 6 metros de distância, porém sua leitura confortável se dá a 0,6 metros.

Com o Formulário 06 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) verificou-se que a maioria dos signos visuais utilizados para a comunicação são símbolos. A padronização do significado dos símbolos é nacional (letras e algarismos). Sinais e pictogramas não são utilizados.

De acordo com o Formulário 04 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) as cores são bem utilizadas na identificação para montagem dos conectores elétricos para acionamento do *air bag* (conector laranja) e da buzina (conector cinza). As formas dos conectores são diferentes, não possibilitando a montagem errada. Na Figura 4.7 pode-se observar, num Plano de Detalhe do volante, os conectores laranja de acionamento do *air bag* e cinza de acionamento da buzina.



Figura 4.7 – Conectores do *air bag* e da buzina

O uso do Formulário 05 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) permitiu verificar que os conectores encontram-se no campo de visão ampliada sendo confortavelmente vistos pelo operário, além de estarem sem movimento relativo e em local de fácil visualização.

Também é verificada com a utilização do Formulário 04 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) que as faixas do chão que delimitam o posto de trabalho e área de circulação utilizam cores. A

utilização destas cores segue um repertório de significados comum aos operários (integrantes da cultura ocidental e no repertório da empresa, que é transmitido aos funcionários por meio dos treinamentos).

O uso do Formulário 05 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) permitiu verificar que as faixas se encontram no campo de visão ampliada sendo confortavelmente vistos pelo operário.

Com a utilização do Formulário 04 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) se verificou que a luminosidade do posto de trabalho é boa, sendo a fonte luz geral (natural durante o dia) combinada com luz fluorescente no posto. Outros princípios relacionados com a cor como contraste simultâneo e contraste sucessivo não se aplicam para o caso dos dispositivos verificados.

A montagem do volante se dá de acordo com o preconizado pela empresa. Confirma-se que o volante está encaixado corretamente na ponta da coluna de direção de forma tátil. De fato, o operário necessita sentir o volante encostar no batente dos entalhes da ponta da coluna (controle tátil).

Com o Formulário 06 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) verificou-se que o formato do volante indica (signo índice) a posição correta de montagem.

A perfeita conexão dos acionadores da buzina e *air bag* é verificada ao se ouvir o clique emitido pelos conectores (controle auditivo). A verificação do funcionamento da buzina também é feita com o acionamento da mesma após o término da montagem do volante (controle auditivo).

Com relação ao comportamento dos operários face aos dispositivos sensoriais observou-se que o volante pode ser montado na posição errada em relação à ponta da coluna de direção e, algumas vezes, o volante não é inserido até o batente dos entalhes da ponta da coluna de

direção sendo utilizado o torque da parafusadeira para levar o volante até a posição correta. A empresa não dispunha de controle da efetividade do torque da parafusadeira, seja de forma quantitativa ou qualitativa. Não há dispositivos que indiquem que houve erro na montagem.

Alguns aspectos referentes aos fatores que promovem o aumento da transparência, verificados com o uso do Formulário 07 (subseção 3.7.2.5, Capítulo 3), apresentam problemas, como exemplo a interdependência entre os processos e operações: volante é montado somente após a montagem da coluna de direção junto com o painel. Assim como o *air-bag* só pode ser montado após a montagem do volante. A ordem e limpeza são boas e não foram encontradas apresentações de atributos referentes

4.1.5 Análise e Proposições

A visualização e decodificação da informação necessária dificulta a tomada de decisão por parte do operário de quais os componentes e ferramentas fazem parte da montagem. É necessária a memorização do código do volante e o seu relacionamento com os elementos componentes da montagem. Por este motivo é prioritário dar atenção ao processo do fluxo de informações.

Uma tomada de decisão errada compromete a montagem, visto que o tempo de ciclo é relativamente curto para retornar a *rack kanban*, devolver as peças e/ou ferramentas erradas, efetuar nova identificação e tomada de decisão. Estes problemas associados com o deslocamento necessário do operário agravam os problemas na montagem.

As informações necessárias sobre o modelo de volante, porca e parafusadeira podem ser melhoradas, por exemplo, com a instalação de dispositivos visuais que mostrem quais devem ser utilizados. Uma opção seria a utilização de painéis com luzes que indicassem quais componentes utilizar (Figura 4.8). Estes painéis são usualmente chamados de *Andon*.

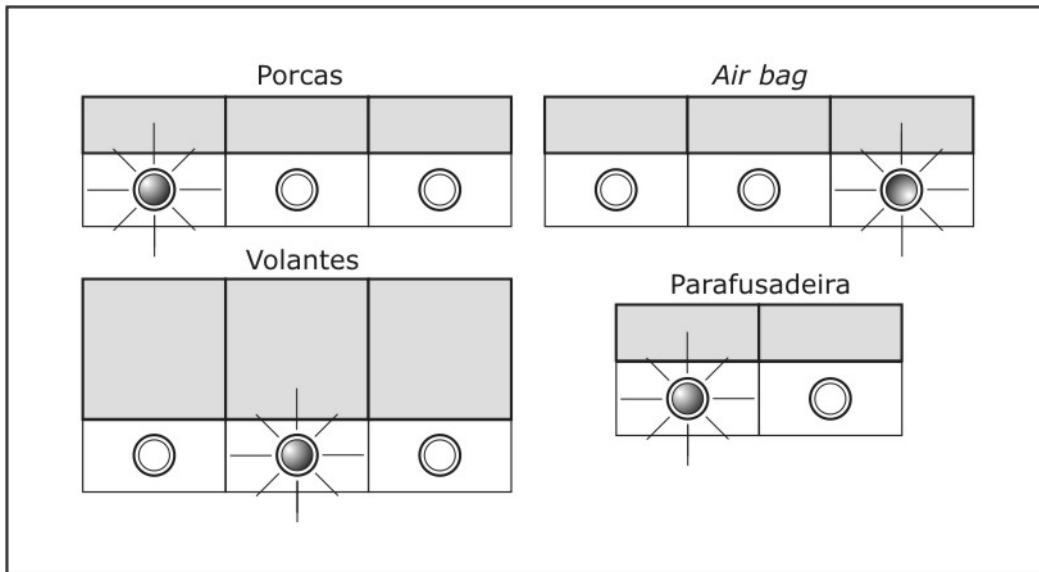


Figura 4.8 – Painel *Andon*: luzes indicadoras dos componentes a serem utilizados

Nesta proposição, as luzes indicadoras são acionadas por um sistema de informação que leva em consideração o seqüenciamento da montagem (o 1º veículo utiliza volante “x”; o 2º veículo, o volante “y”...). Outra possibilidade de melhoria é a introdução de um sistema no qual, ao entrar no posto de trabalho, um leitor ótico digital decodifica uma etiqueta (código de barras) acionando as luzes indicadoras referentes ao posto ou mostrando em um painel qual os componentes a serem montados.

Mantendo o processo da forma atual, pode-se melhorar a visualização por meio de uma rediagramação da Carta de Critérios. A rediagramação pode agrupar operações, utilizar cores ou texturas para criar uma unidade entre processos afins, melhorar a diferenciação forma x fundo, como o exemplo apresentado na Figura 4.9.

Com as modificações baseadas nos conceitos e princípios referentes ao Design Gráfico é possível reduzir o tempo necessário para encontrar as informações desejadas.

Com referência à possibilidade de erro na posição da montagem do volante, o desenho dos entalhes de forma simétrica não é o ideal. Uma forma assimétrica no desenho dos entalhes da ponta da coluna de direção e do volante, fará com que a montagem somente possa ser efetuada de maneira correta. Essa assimetria pode ser dada de várias maneiras, um exemplo é apresentado na Figura 4.11.

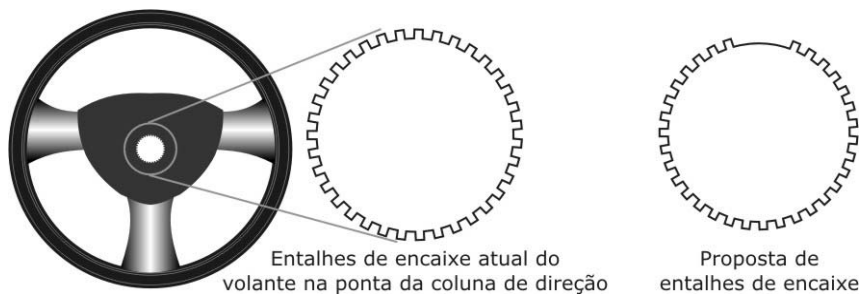


Figura 4.11 – Desenho assimétrico dos entalhes de encaixe do volante de direção

A solução implementada na empresa do estudo foi a confecção de uma chave “cachimbo” que posiciona a coluna de direção na posição correta antes da montagem do volante (Plano de Detalhe na Figura 4.12).

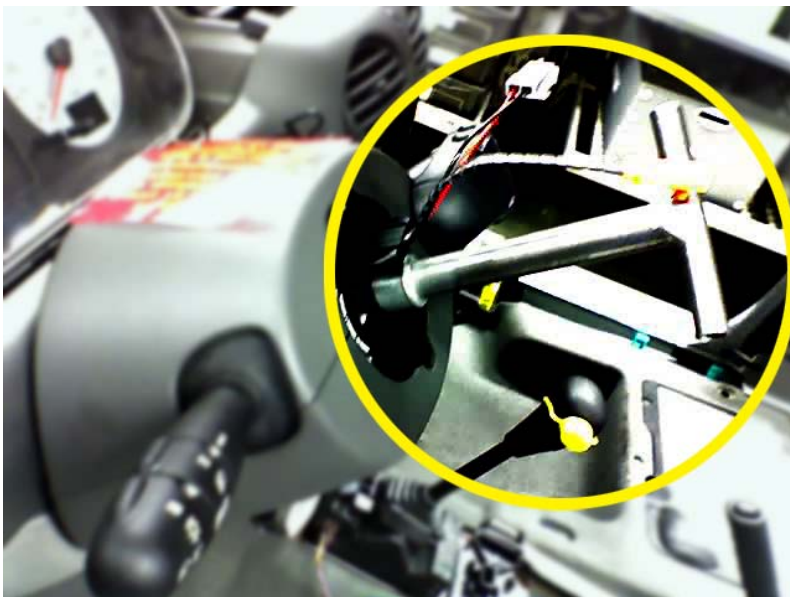


Figura 4.12 – Chave cachimbo para posicionamento da coluna de direção.

Além de aumentar uma operação a chave utilizada não possui Dispositivos Visuais que facilitem seu uso e o correto posicionamento da coluna de direção.

Outro problema é o operador não colocar o volante até o batente das ranhuras da ponta da coluna de direção. A proposta para isso é um Indicador Visual verde com 3 mm de largura pintado ou fixado ao redor da ponta da coluna de direção formando um aro colorido que aparecerá quando o volante estiver na posição correta. A este Indicador Visual pode ser acrescido outro, amarelo, indicando a posição de montagem do volante em relação à ponta da coluna de direção. A Figura 4.13 ilustra um exemplo da utilização destes Indicadores Visuais.

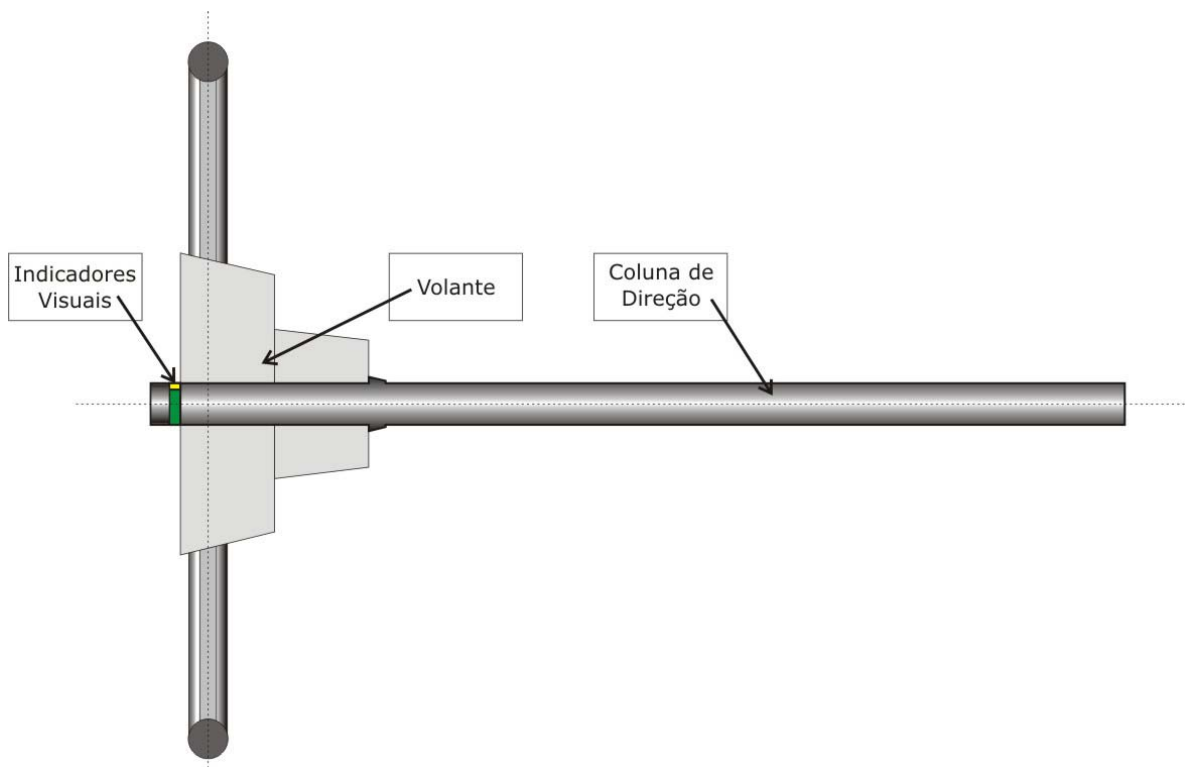


Figura 4.13 – Ponta da coluna de direção com Indicador Visual

Nessa proposta o Dispositivo Visual trabalha em redundância com o tátil, aumentando a percepção da informação (conforme apresentado na subseção 2.5.2.1 do Capítulo 2).

As implementações dessas proposições contemplam as perdas com deslocamentos desnecessários e os erros possíveis na leitura da informação. No caso específico do dispositivo *Andon* a vantagem central é a eliminação da Cartas de Critérios, economizando as

atuais 6.600 folhas e impressões A4/mês além dos custos com as operações associadas ao seu manuseio.

4.2 ESTUDO DE CASO PRINCIPAL

4.2.1 Descrição

Atendendo o critério de seleção do estudo de caso, conforme apresentado no Capítulo 3, subseção 3.7.1, o estudo foi realizado numa montadora da indústria automotiva da Região Metropolitana de Curitiba, aqui denominada Empresa “B”. A referida empresa emprega aproximadamente 28.000 funcionários nas suas 5 fábricas no país, tendo sido fundada sua primeira fábrica no Brasil em 1953. A fábrica na qual foi realizado o estudo de caso principal foi fundada em 1999, num terreno de 2 milhões de metros quadrados. Nela são empregados aproximadamente 2.000 funcionários e sua produção diária é a de 718 veículos.

4.2.2 Seleção do Processo

O processo selecionado constitui-se da “armação da caixa de roda dianteira direita” de veículo de pequeno porte (são fabricados veículos de duas categorias nesta linha: *Hatch-back Compacto* e *Sport Utility Compacto*). O processo/operação de armação foi escolhido por apresentar diversos problemas que resultam em perdas, além de haver grande interação humana, conforme critério estabelecido na subseção 3.7.1 do Capítulo Método de Pesquisa.

Com a utilização do Formulário 06 verificaram-se perdas por superprodução, estoque e espera devido ao fato de cada operário preencher os estoques intermediários das estações de trabalho em que trabalha e precisar esperar que o nível destes diminua para voltar à operação. Verificaram-se perdas por transporte (as peças são transportadas por 120 m até a célula de produção e manuseadas por 24,5 m dentro dela). Os operários se deslocam de uma estação de trabalho a outra, apresentando desperdício de movimento. As unidades defeituosas são

verificadas antes de serem colocadas nos estoques intermediários e imediatamente consertadas.

A empresa selecionada não apresentou mensurações específicas de perdas de tempo com a procura de informações ou re-trabalho na célula de produção estudada, pois estes são absorvidos pelos estoques intermediários. Dados do serviço de Controle de Qualidade da empresa indicam que os conjuntos prontos apresentam rejeição de apenas 0,0063 módulos/mil. A maior perda concentra-se no extravio dos componentes menores, como o pino soldável que apresenta perda de 147,34 peças/mil.

4.2.3 Descrição do Produto: Caixa de Roda

O produto caixa de roda dianteira direita é um módulo integrante da estrutura do carro chamada “carroceria”. A Figura 4.14 ilustra o módulo caixa de roda e seu posicionamento na carroceria. Este módulo tem por funções principais alojar o conjunto roda e suspensão dianteira direita e contribuir na garantia da solidez da estrutura onde é fixado parcialmente o motor.

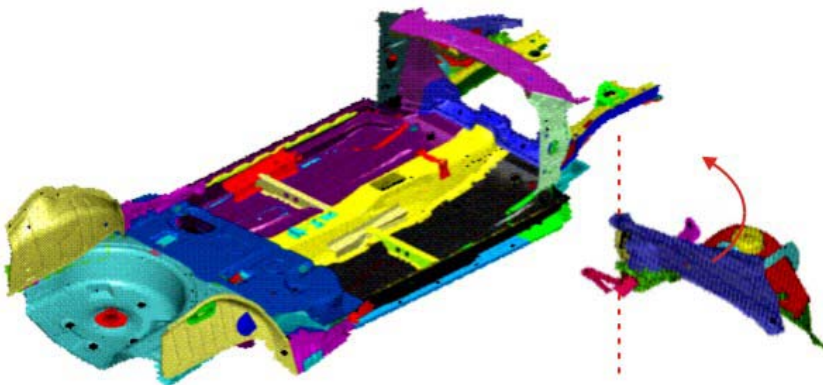


Figura 4.14 – Caixa de roda dianteira direita e seu posicionamento na carroceria

O produto módulo caixa de roda dianteira direita envolve exclusivamente a junção, por meio de adesivo e soldagem por pinos e por resistência (solda ponto), de peças metálicas conformadas a frio por processos de estampagem e fornecidas por empresas terceirizadas.

Por se tratar de peças de estrutura do veículo, esta função é determinante para a forma e materiais dos componentes. Segundo informações obtidas junto aos especialistas da empresa todo o sistema foi concebido como um agrupamento de partes e não como uma peça unibloco devido à complexidade do módulo e por questões econômicas para a fabricação do produto.

4.2.4 Coleta de Evidências

4.2.4.1 Caracterização do Fluxo do Processo de Produção

Utilizou-se o formulário constante no ANEXO 03 para a caracterização do processo de armação da caixa de roda dianteira direita. Para compreender o contexto da célula de produção que realiza a montagem da caixa de roda estudada, esta seção apresenta inicialmente o processo geral de armação do veículo. Esta etapa da produção se caracteriza pela montagem da estrutura do carro (carroceria) por meio dos diversos processos de junção de metais. Basicamente, a filosofia de produção do processo é a linha robotizada principal para aonde convergem os módulos montados manualmente nas células de produção, localizadas paralelamente ao longo da linha principal, conforme ilustra a Figura 4.15 a seguir.

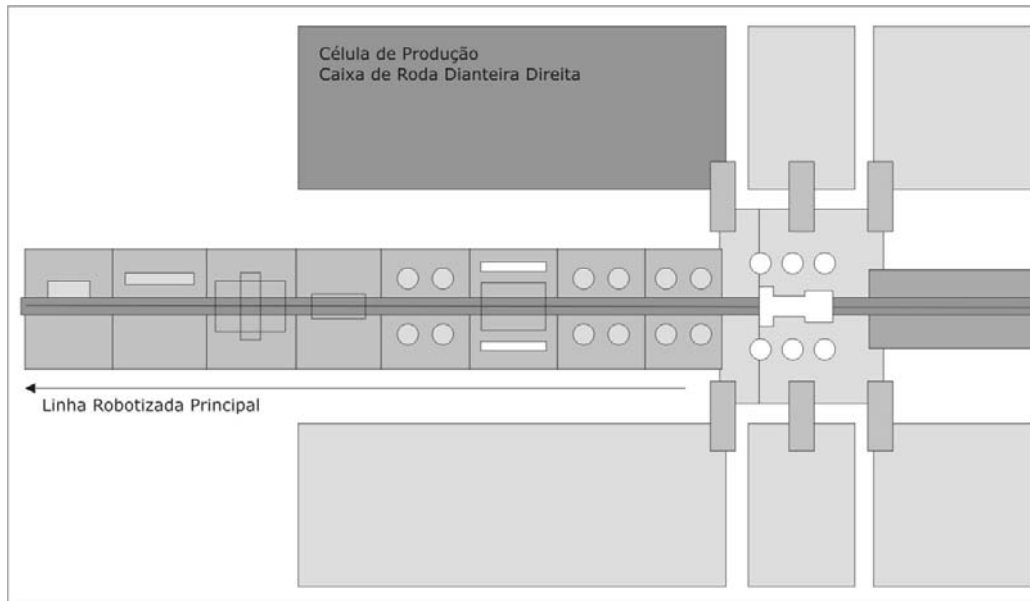


Figura 4.15 – Esquema do processo geral e a localização da célula de produção estudada

A atividade realizada nesta célula de produção é a fabricação do componente da estrutura da plataforma do carro por meio da junção ordenada das peças para formar o módulo caixa de roda por operações de soldagem dos componentes. Durante o processo são agregadas as peças de forma seqüencial, formando subconjuntos que também se agregam até a formação do módulo produto final, caixa de roda dianteira direita. O fluxo do processo pode ser observado no diagrama apresentado na Figura 4.16 seguindo a simbologia proposta por Shingo (1996b) e na ilustração apresentada na Figura 4.17.

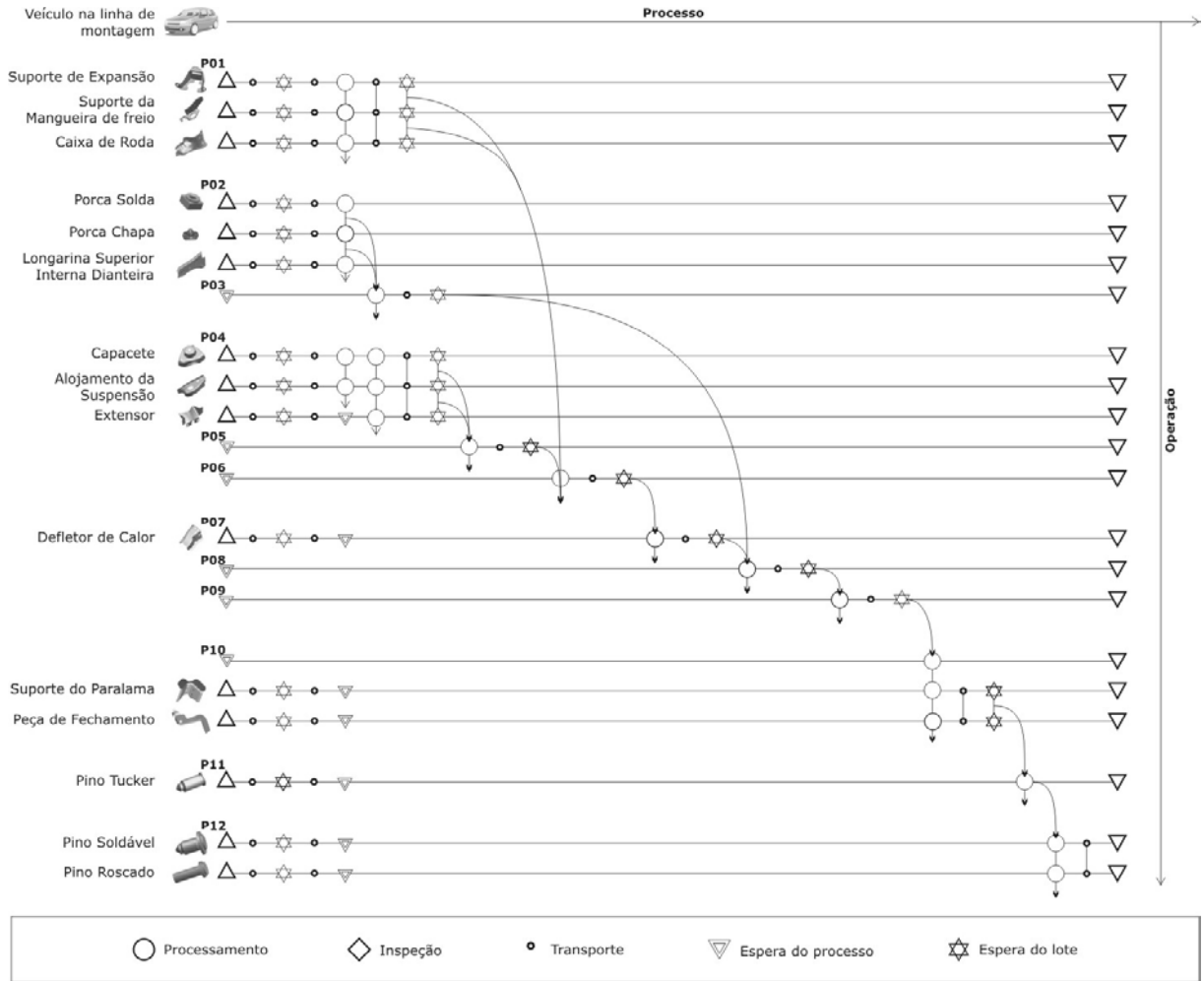


Figura 4.16 – Fluxo do processo de armação da caixa de roda dianteira direita

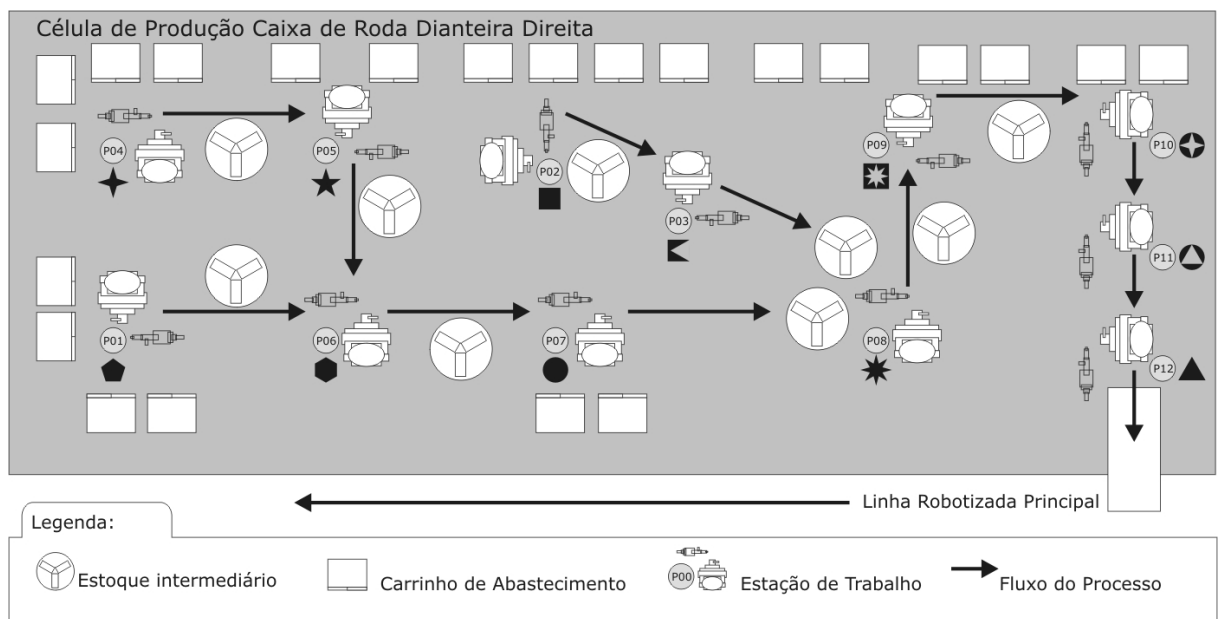


Figura 4.17 – Fluxo do processo na célula de produção estudada

Para evitar-se paradas de produção não-programadas a linha conta com estoques intermediários de subconjuntos, localizados estrategicamente entre estações críticas para a produtividade da célula de produção.

As caixas de peças são trazidas do armazém da área de armação e colocadas próximas aos locais onde serão utilizadas no processo. O instrumento utilizado para a identificação e abastecimento destes materiais é o *kanban* de caixa vazia. Existem na célula de produção 2 caixas de cada material utilizado e a presença de caixa vazia aciona o processo de reabastecimento do material.

4.2.4.2 Caracterização das Operações (Fluxo de Pessoas/Máquinas)

A utilização do ANEXO 04 – Roteiro de descrição da operação permitiu a caracterização do fluxo de operações. As operações são para unir as partes metálicas utilizando alicates de solda. Para manter o tempo de ciclo de 88 segundos na produção do módulo seis operadores por turno trabalham em 12 estações de trabalho (demonstradas como P01 à P12 na Figura 4.16 e na Figura 4.17). Os operadores possuem conhecimento prévio de soldagem além de nível médio de ensino. Na empresa são treinados para operarem, no mínimo, em duas estações de trabalho. À medida que o operador vai desenvolvendo maiores habilidades na execução das tarefas recebe treinamentos de forma a desenvolver todas as tarefas compreendidas na célula de produção.

Os operários da célula de produção estudada utilizam luva de raspa, óculos de proteção, protetor auricular e uniforme padrão da empresa como equipamentos de proteção individual. Todas as operações realizam-se com os operadores em pé, havendo o deslocamento entre as estações de trabalho sem uma padronização (ela se dá conforme a necessidade de abastecimento dos estoques intermediários).

Foram mapeados pelo serviço de segurança e medicina do trabalho os riscos aos quais estão expostos os operadores da célula de produção em questão: médio risco de acidentes; médio risco ergonômico; médio risco físico; e elevado risco químico. Estes fatores não afetam o entendimento dos Dispositivos Visuais.

4.2.4.3 Caracterização dos Controles Sensoriais/Gerenciamento Visual

Durante o processo/operação as principais informações, verificadas segundo o Formulário 02 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3), são transmitidas pelo tato e pela visão. A Tabela 4.2 apresenta os dispositivos sensoriais verificados no posto de serviço estudado.

Sentidos Humanos	Caracterização dos Dispositivos	Função
Visão	Ficha de Identificação > penduradas no local dos carrinhos de abastecimento > fixadas nos carrinhos de abastecimento	Informações sobre os componentes da montagem
	Estoques Intermediários > preenchidos com os subconjuntos soldados > localizados entre as estações de trabalho	Informações sobre a quantidade de subconjuntos prontos para seguirem o processo
	Comandos dos Alicates de Solda > verdes: acionamento da máquina	Informações sobre sua localização e segurança do operário ao acionar a máquina
	Capas das Pontas dos Alicates de Solda > vermelhas: execução da solda	Informações sobre sua localização e sobre o fato que oferece risco ao operário
	Faixas > delimitadoras de espaço > pintadas no chão	Informações sobre o espaço da célula de produção
	Gabaritos de Solda	Informação dos locais dos pontos de solda
Tato	Gabaritos de Solda	Informação dos locais dos pontos de solda

Tabela 4.2 – Dispositivos sensoriais da célula de produção da armação da caixa de roda dianteira direita

Através da utilização de gabaritos o operador localiza a posição dos pontos de solda e tal operação é realizada com significativa restrição de visibilidade. A Figura 4.18 mostra, em um Plano de Detalhe, um exemplo de utilização destes gabaritos, nota-se a capa da ponta do alicate de solda encostado no gabarito, garantindo a posição correta do ponto de solda.

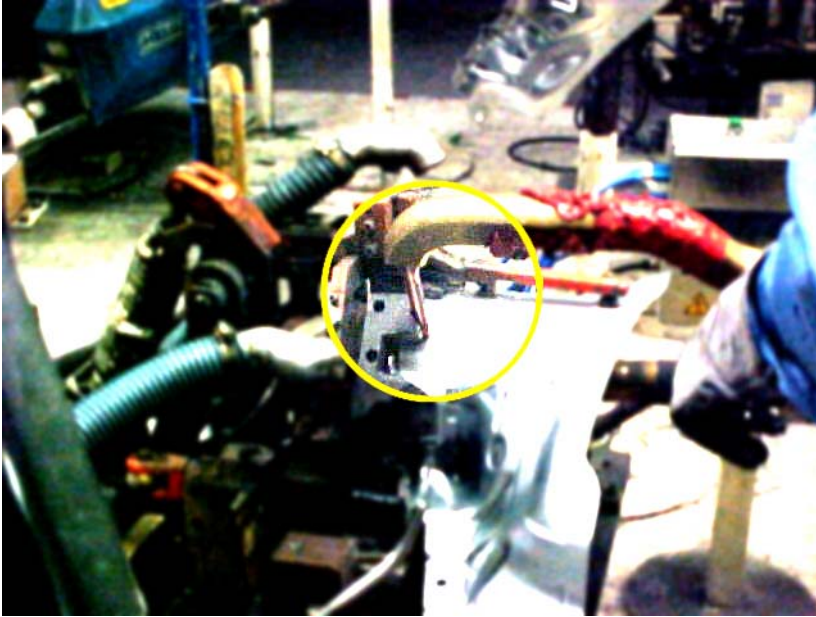


Figura 4.18 – Operação de solda com o uso do gabarito.

Também decorrente das informações coletadas através do Formulário 02 verificou-se que as informações visuais concentram-se no suprimento de componentes na célula de produção. Neste caso são utilizados dados simbólicos, como letras romanas e algarismos arábicos. Os dados apresentam-se agrupados por significados. Foi verificado a não utilização de palavras mnemônicas nem agrupamentos, como técnicas para facilitar a memorização e a decodificação das informações das fichas de informações, conforme ilustra o Plano de Detalhe da Ficha de Identificação na Figura 4.19.



Figura 4.19 – Ficha de identificação

Com a utilização do Formulário 03 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3), verificou-se que os dispositivos visuais possuíam boa diferenciação forma x fundo, como pode ser visto na Ficha de Identificação (Figura 4.19), na qual os elementos visuais são distribuídos de forma assimétrica. Os aspectos relacionados com proximidade, similaridade, continuidade, fechamento, pregnância, acentuação e nivelamento, não se aplicavam aos referentes dispositivos.

O uso do Formulário 05 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) permitiu verificar que as Fichas de Identificação encontram-se no campo de visão estendida. Seus elementos visuais podem ser confortavelmente vistos pelo operário que abastece a célula de produção a uma distância de 1 metro.

Na caracterização dos signos utilizados na Ficha de Identificação, verificou-se por meio do uso do Formulário 06 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) que são símbolos com padronização nacional (alfabeto e algarismos). A utilização de sinais e pictogramas não foi encontrada.

Por meio da utilização do mesmo Formulário 04 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3) verificou-se que os comandos dos equipamentos utilizam cores para a informação da sua localização, contudo eles se apresentam sujos, dificultando sua visualização, caracterizando uma interferência na eficácia da comunicação. O repertório utilizado é compatível com os operários (todos integrantes da cultura ocidental). Como exemplo pode-se citar os comandos de acionamento do alicate de solda na cor verde, simbolizando segurança e as pontas dos alicates de solda na cor vermelha simbolizando perigo, conforme é apresentado na Tabela 2.2, do Capítulo 2, onde se apresentou as cores e seus significados em culturas diferentes.

Verificaram-se problemas na questão de luminosidade dos comandos, provocados principalmente pela sujeira. Há dois níveis de iluminação: uma geral em toda a fábrica e outra específica para cada estação de trabalho. Verificou-se que a iluminação geral possuía várias

lâmpadas apagadas. A iluminação natural não era boa, contudo a iluminação local do posto de trabalho é feita por meio de lâmpadas fluorescentes, suprimindo a necessidade dos operadores, conforme dados obtidos com o Formulário 04.

Seguindo com a verificação com base no Formulário 04, verificou-se que as estações de trabalho apresentavam baixo contraste de cores. A Figura 4.20 apresenta num Plano Médio a estação de trabalho na qual é efetuada a solda das porcas onde se pode verificar o pouco contraste de cores.



Figura 4.20 – Estação de trabalho de soldagem das porcas com pouco contraste de cores

As questões relacionadas com acuidade visual foram verificadas com a utilização do Formulário 05 (subseção 3.7.2.3, Capítulo 3). A maioria das informações necessárias, para os operários, se encontrava no Campo de Visão Ampliada.

Utilizando o ANEXO 02 – Roteiro de procedimentos para observação direta, observou-se que o primeiro foco de atenção do operário, no início de cada ciclo de produção é o local em

que estão estocados, próximos à operação, os componentes a serem soldados. Estes componentes estão à disposição do operário, em geral sem necessidade de deslocamento, e normalmente são únicos em cada função do conjunto trabalhado em cada operação. Não foi identificada, neste processo, a necessidade de deslocamento para ter acesso aos componentes ou informações.

O início das operações não depende da procura de informações e não há decisão por parte do operador para executá-la. Assim como os materiais, as ferramentas e os equipamentos encontram-se próximas ao operador e são, em geral, únicas para a operação.

Após a execução das operações não há dispositivos que indiquem que a tarefa foi bem sucedida no que tange a execução do padrão do produto ou que houve erros no processo.

Iniciadas as operações os operários permanecem em atividade até preencherem o estoque intermediário, não havendo tempo ocioso entre as operações de uma estação de trabalho. O processo trabalhava claramente em sistema de produção empurrada.

Foram observadas algumas questões quanto ao comportamento dos operários face aos dispositivos visuais (utilizando ainda o ANEXO 02). Alguns deles não seguem o padrão recomendado para a operação. No caso da utilização do gabarito de solda (Figura 4.18) alguns operários fechavam apenas a parte inferior do gabarito, o suficiente para a fixação das peças em suas posições para soldagem. A Figura 4.21 mostra um Plano de Detalhe do operador executando a solda sem o uso do gabarito.



Figura 4.21 – Operação de solda sem o uso do gabarito.

A soldagem das porcas (Figura 4.20) apresenta problema semelhante. O orifício da peça deve ser encaixado numa guia (capa da ponta do alicate de solda) e a peça, como um todo, em um gabarito. Alguns operários colocam o orifício da peça na guia e não encaixam a peça no gabarito.

Alguns aspectos referentes aos fatores que promovem o aumento da transparência, verificados com o uso do Formulário 07 (subseção 3.7.2.5, Capítulo 3), apresentam problemas, como exemplo a manutenção da limpeza e ordem.

Foram verificadas que as capas das pontas de solda emitem faíscas, provocadas por falta de manutenção e limpeza, além de estarem com o revestimento em mau estado (na Figura 4.18 pode-se verificar estado do revestimento vermelho da ponta do alicate de solda). As faíscas interferem na eficácia da comunicação, pois dificultam a visualização dos Dispositivos Visuais, assim como o mau estado do revestimento diminui a percepção do dispositivo.

Outro problema, relacionado com a ordem, é o fato de os operários deixarem peças e ferramentas sobre as máquinas para facilitar o manuseio dos mesmos. Também por este motivo os operários não utilizam o equipamento de proteção individual conforme

especificado. Na Figura 4.22 pode-se observar um Plano Americano de uma estação de trabalho. As porcas, que deveriam ficar na caixa ao lado do operador, estão esparramadas sobre a máquina (no detalhe do círculo inferior). Pode-se observar o uso inadequado das luvas de algodão, que facilitam pegar as porcas e posicioná-las. As luvas corretas podem ser vistas sobre uma bancada ao fundo (no detalhe do círculo superior).



Figura 4.22 – Operação de solda.

Também foi verificada a existência de interdependência entre as operações (isto pode ser verificado por meio do diagrama da Figura 4.16).

Os Estoques intermediários promovem a direta visualização do *status* do processo indicando ao operador a quantidade de peças prontas.

Informações disponíveis diretamente no processo e apresentação de atributos, como mensurações, não foram encontradas.

4.2.5 Análise e Proposições

A análise se baseia nas informações apresentada anteriormente neste estudo e servirão como indicação de deficiências possíveis de serem reduzidas ou eliminadas.

Os gabaritos, as máquinas e as peças possuem pouca diferenciação visual de seus componentes, principalmente com relação às cores utilizadas, proporcionando um ambiente de difícil identificação das partes das máquinas e utilização dos gabaritos. As peças a serem soldadas não possuem dispositivos visuais que indiquem a posição correta para serem colocadas nos gabaritos e estes não possuem dispositivos visuais indicando os locais dos pontos de solda.

O comportamento de alguns operários de não seguirem aos procedimentos prescritos pela empresa se deve ao fato de não haver um controle de tempo de cada operação em particular. Desta forma o operário tenta “ganhar tempo” e preencher os estoques intermediários o mais rápido possível, seja para compensar o tempo perdido no conserto de um subconjunto defeituoso ou para ter mais tempo livre.

A realização das soldas sem o uso do gabarito faz com que os locais dos pontos de solda sejam “intuídos” com base na experiência individual do operário, aumentando a possibilidade de erro.

A identificação dos locais de estacionamento dos carrinhos de abastecimento dos componentes, na célula de produção, é dificultada por ser necessária a decodificação das informações da ficha identificação (Figura 4.19) e pela difícil visualização das faixas delimitadoras da área. Com isso os carrinhos ficam desalinhados ou distantes do posto de trabalho, obrigando o operador se deslocar para alcançá-los.

O fato de os estoques intermediários suprirem eventuais paradas os operários não quantificam as perdas dentro da célula de produção. Embora algumas dessas perdas sejam inevitáveis (ou não compense economicamente sua extinção) outras são mensuradas pela empresa, porém esta informação não é transmitida aos operários de forma sistematizada.

Entre as soluções passíveis de aplicação neste processo as peças que serão soldadas podem possuir indicadores visuais que identifiquem o perfeito posicionamento em relação ao gabarito de solda, à máquina ou à outra peça que será soldada. Os gabaritos podem ter as mesmas identificações.

Baseado no fato de os operários não utilizarem o gabarito para a solda (Figura 4.21) pode-se inserir indicadores visuais, ou trocar o gabarito por esses indicadores, nos locais dos pontos de solda. Esses indicadores devem utilizar uma forma com grande pregnância (como círculos), em cores significativas no contexto dos operários (amarelas – significam atenção para a posição correta) e grande diferenciação com o fundo, possuindo pelo menos 5mm de diâmetro (proporcionando visualização confortável na distância de 1m). As Figuras 4.23 e 4.24 apresentam Planos de Detalhes de exemplo de uso dos indicadores visuais na peça e no gabarito de solda, neste último o dispositivo visual atua em redundância com o tátil, aumentando a percepção da informação (conforme apresentado na subseção 2.5.2.1 do Capítulo 2).

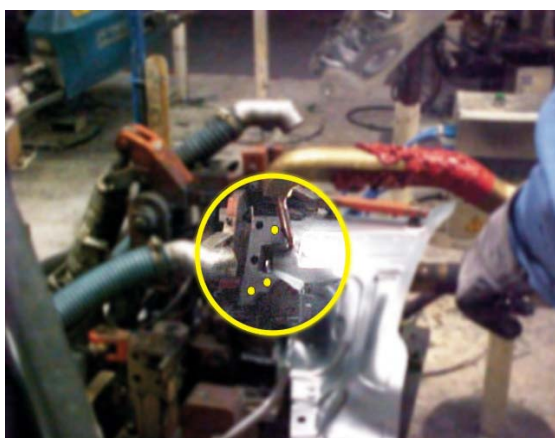


Figura 4.23 – Gabarito com Indicadores Visuais

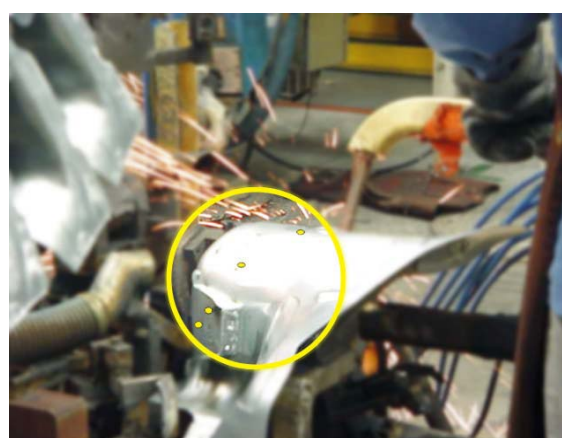


Figura 4.24 – Peça com Indicadores Visuais

A proposta de solução para os problemas da soldagem das porcas também se baseia na inserção de Indicadores Visuais nas peças e nos gabaritos. Poderão ser utilizadas formas de grande pregnância (círculo, quadrado, triângulo), no tamanho de 5mm para proporcionar visualização confortável a 1 metro. As cores devem ser adequadas ao repertório dos operários,

possuindo diferenciação em relação ao fundo em que é aplicada, indicando a posição correta de colocação da peça no gabarito, que possuirão as mesmas cores de orientação. As formas dos gabaritos poderiam ser revisadas para que tenham menor complexidade na forma e maior facilidade de encaixe. A Figura 4.25 ilustra um exemplo desta utilização dos Indicadores Visuais.

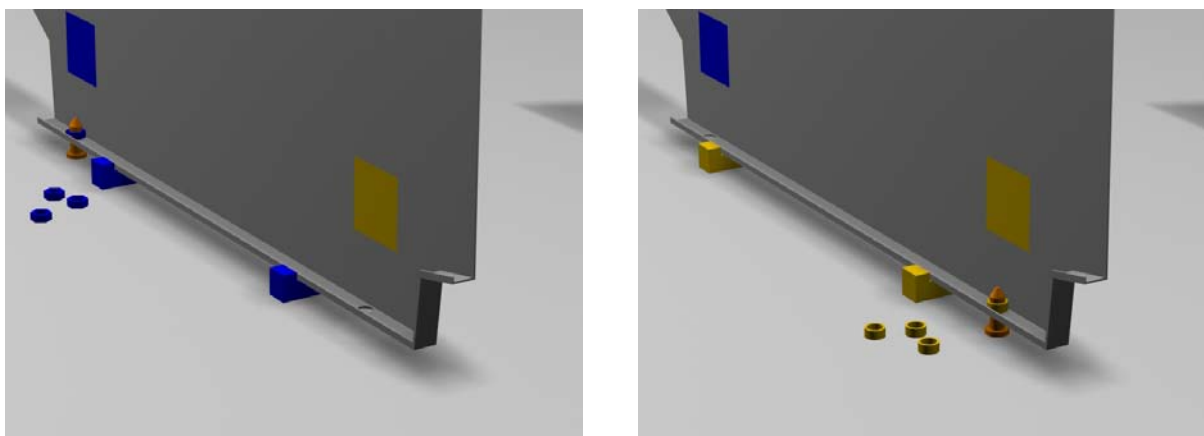


Figura 4.25 – Indicadores Visuais na peça, no gabarito e nas porcas

Cada estação de trabalho pode ser identificada por uma forma, a mesma que será utilizada no indicador visual da peça a ser trabalhada naquela estação, como exemplo o quadrado da longarina (Figura 4.25) na estação de trabalho P02, como apresentado na ilustração da Figura 4.17.

As Fichas de Identificação das peças podem seguir a mesma padronização utilizada nas estações de trabalho, isto é, contarão com a forma atribuída aos indicadores utilizados nas peças. Além disso, podem ser desenvolvidos pictogramas facilitando a identificação do local de estacionamento dos carrinhos. Também podem ser utilizados agrupamentos para facilitar a memorização do código da peça, além do destaque do nome, ou de sua parte principal, e será privilegiada uma distribuição simétrica dos seus elementos. Também se pode criar um mapa simplificado da célula de manufatura com o local de entrega da peça destacada por meio de cor e inserir este mapa na ficha de identificação que segue com o carrinho de abastecimento. A Figura 4.26 ilustra um exemplo de diagramação utilizando estas propostas.

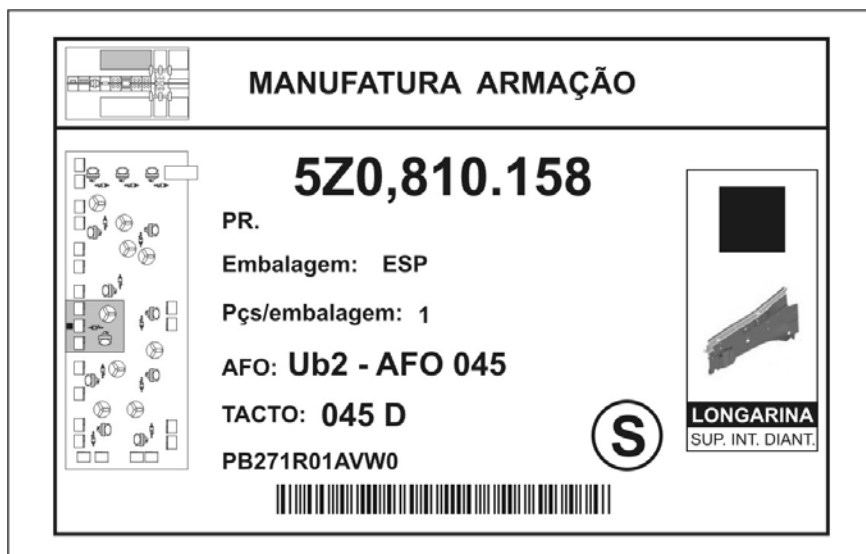


Figura 4.26 – Rediagramação da Ficha de Identificação

Com relação à posição de estacionamento dos carrinhos de abastecimento das peças a proposta de solução é a inserção de Controles Visuais na forma de batentes como o exemplo apresentado na Figura 4.27.

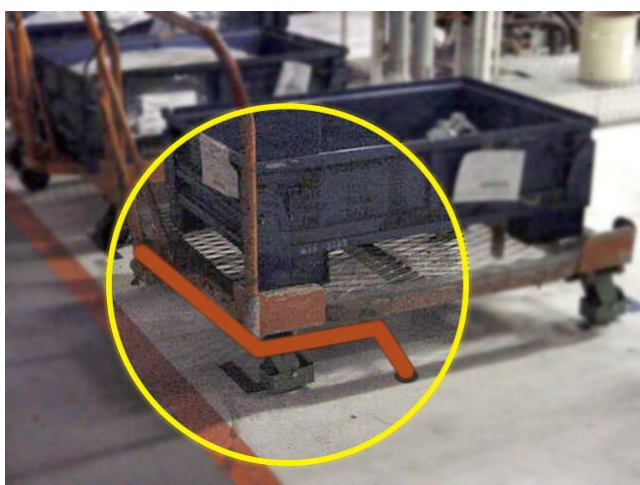


Figura 4.27 – Carrinho de abastecimento e Controle Visual

As propostas das soluções têm como princípio a tentativa de reduzir ou eliminar as perdas verificadas com a aplicação dos princípios do Design Gráfico e do Gerenciamento Visual juntos, principalmente no que se refere à transmissão das informações.

As implementações dessas proposições contemplam, nas operações de soldagem, com base no comportamento observado nos operários, facilitar a identificação dos locais dos pontos de

solda. Na entrega dos carrinhos com componentes contemplam as perdas com a procura de informação. Estas alterações podem beneficiar a todos os operários da célula de produção, principalmente os recém ingressos.

5. CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES GERAIS SOBRE O PROBLEMA, OBJETIVO E HIPÓTESE

Esta dissertação buscou responder a pergunta “Como promover o aumento da transparência em sistemas de produção no setor metal-mecânico utilizando os princípios do Gerenciamento Visual e do Design Gráfico?”.

O objetivo principal desta dissertação tratou do desenvolvimento de um método de diagnóstico das necessidades de melhorias no Gerenciamento Visual de sistemas de produção no setor metal-mecânico com foco nos Dispositivos Visuais, presentes em processos e operações. A abordagem utilizada foi a integração de princípios e conceitos oriundos tanto do Design Gráfico como da Engenharia de Produção.

Entende-se que a base conceitual apresentada associada ao protocolo de coleta de dados apresentado no Capítulo 3 permite o diagnóstico adequado de sistemas de produção ou, até mesmo, postos de trabalho isolados quanto a eficiência dos Dispositivos Visuais existentes, assim como a necessidades de novos dispositivos.

Como hipótese tem-se que o aumento da transparência em processos e operações de sistemas de produção no setor metal-mecânico, utilizando juntos os princípios referentes ao Design Gráfico e ao Gerenciamento Visual, deverá oferecer o potencial de contribuir efetivamente para a redução de perdas.

Esta hipótese é confirmada, visto que, a base teórica do Gerenciamento Visual permite verificar a existências dos vários tipos de perdas e abordagens para o aumento de transparência no ambiente de produção, além de possibilitar a verificação do fluxo do processo e operações nos quais as informações são transmitidas por Dispositivos Visuais. A

base teórica do Design Gráfico permite verificar e melhorar a eficácia da comunicação por meio destes dispositivos.

5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA

A escolha do Estudo de Caso como estratégia de pesquisa se mostrou acertado ao passo que cada posto de trabalho apresenta suas peculiaridades sendo necessária observação e reflexão sobre as perdas existentes e as sugestões de possíveis soluções a serem implementadas.

A formatação de formulários estruturados para a coleta de evidências, levantamento de perdas no processo e caracterização do Gerenciamento Visual no posto de trabalho, baseados nos conceitos e princípios da Engenharia de Produção e do Design Gráfico auxiliaram a verificação de forma consistente de vários itens importantes para a análise da eficiência dos Dispositivos Visuais utilizados nos ambientes de produção.

A observação direta, principalmente focada no comportamento dos operários, serviu de verificação da eficácia dos Dispositivos Visuais nos ambientes de produção. Nem sempre o que se espera que aconteça, acontece. Os operários são influenciados questões ambientais e psicológicas que promovem um comportamento diferente do imaginado no momento do projeto do Dispositivo Visual.

O Estudo de Caso efetuado em dois ambientes de produção diferentes permitiu que fosse possível avaliar separadamente as descrições dos procedimentos esperados pelas fábricas, os Dispositivos Visuais desenvolvidos e implementados para que estes procedimentos fossem realizados da forma desejada, e o comportamento dos operários frente a esses dispositivos na execução da operação.

Com a triangulação das informações captadas foi possível uma análise do inter-relacionamento dos fatores, sob a ótica do Gerenciamento Visual e do Design Gráfico, e a formulação de propostas de implementação de melhorias no ambiente de produção estudado. A implementação destas propostas podem melhorar a comunicação por meio dos Dispositivos Visuais e reduzir ou eliminar as perdas existentes.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura apresenta o Gerenciamento Visual como uma ferramenta de aumento da Transparência, visando a melhoria contínua em busca da Produção Enxuta. Ele traz uma série de benefícios nos processos, operações e nos produtos trabalhando-os de forma individual, em uma só parte como o processo, ou num contexto global.

O Design Gráfico possui uma base teórica e prática sendo utilizada em vários meios, que podem ser aplicadas ao Gerenciamento Visual ajudando na identificação das necessidades de melhorias. Por meio dos seus conceitos e princípios é possível preencher as lacunas que existem entre o fato de as informações existirem e serem apresentadas da melhor forma possível, além de auxiliar na verificação da necessidade de informações que não estão disponíveis nos ambientes de produção.

As perdas tem forte ligação com déficit de informação no local de trabalho e a implementação dos princípios da Transparência auxiliados com os do Design Gráfico podem auxiliar a reduzir ou eliminar as atividades que não agregam valor, conseqüentemente, melhorando a qualidade geral do processo/operação e diminuindo os custos.

Este estudo tem como sugestão a implementação de Dispositivos Visuais que tenham como objetivo a simplificação e maior coerência na tomada de decisão nos ambientes de produção.

As propostas apresentadas se enquadram nos princípios da Transparência e do Design Gráfico citados no corpo da dissertação.

O trabalho em conjunto de Engenharia e Design em ambientes de produção poderá propiciar o aumento na qualidade da informação verificando a existência dos significados dos signos existentes no público-alvo, alterando, criando ou difundindo novos significados de forma maximizada contribuindo, desta forma, para o aumento da transparência.

5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas abordagens que ficaram fora do escopo deste estudo servem como sugestões para trabalhos futuros. Uma delas é o foco em Garantias Visuais (*poka yoke*) com base nos princípios do Gerenciamento Visual e Design de Produto. Outras abordagens interessantes são as relacionadas a Dispositivos Sensoriais que não utilizam a visão, isto é, dispositivos que privilegiem outros sentidos para a transmissão das informações nos ambientes de produção.

Utilizar os princípios do Gerenciamento Visual no Design Gráfico, como na *internet* e jogos de computador, por exemplo, apresenta-se como outra sugestão.

A execução de estudos baseados nos princípios do Gerenciamento Visual integrados com os de outras áreas de conhecimento, por exemplo Psicologia, Cognição, Gestão da Informação, formam um amplo campo de estudo aplicados à ambientes de produção.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, T. Odor, information and new cosmetics - the ripple effect on life by aromachology reserarch. **Chemical Senses**, nº 30, 2005.

ABERGO – **Associação Brasileira de Ergonomia**, 2006. Disponível em <<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2006, 16:53.

ABIMAQ. **Anuário Abimaq** – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos, 2005. Disponível em <<http://www.anuarioabimaq.com.br>>. Acesso em: 06 abr. 2006, 17:28.

ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. São Paulo: Anfavea – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2005.

ARNHEIM, R. **Arte e Percepção Visual**: uma psicologia da visão criadora; 13ª Ed. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2002.

AVELAR, A. P. **Bens de Capital** – relatório setorial preliminar. FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, 2004.

BAER, L. **Produção gráfica**; 4ª ed. São Paulo: Editora SENAC, 2002.

BERNARDET, J. **O que é cinema**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

BONSIEPE, G. Design do material ao digital. SENAI: 1995.

CHEVREUL; M. E. De la loi du contraste simultanée des couleurs et de l'assortiment des object colorés. Paris 1839. (*apud* PEDROSA, 2002)

CIOSAKI, L. M. **Gerenciamento Visual da Produção e Trabalho em Grupos**: Ferramentas do Sistema Just in Time aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados. 1999. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

COELHO, L. A. Reasoning through concepts. In: **Selected Readings of Information Design International Conference**: Recife, 2004, chapter 4; p. 47-54.

DAHL, D. W.; CHATTOPADHYAY, A. The importance of visualisation in concept design. **Design Studies**, nº 22, 2001.

DENIS, R C. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**; 2ªEd. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

FARIAS, Priscila. Images, diagrams and metaphors: a contribution from semiotics to information design. In: **Selected Readings of Information Design International Conference**: Recife, 2004, chapter 7; p. 71-78.

FORMIGA, E. Avaliação de compreensibilidade de símbolos gráficos através de métodos de ergonomia informacional. In: **Avisos, advertências e projeto de sinalização. 2002**, p. 113-142.

FRASCARA, Jorge. Optometry, legibility and readability in information design. In: **Selected Readings of Information Design International Conference**: Recife, 2004, chapter 5; p. 55-62.

FRUTIGER, A. **Sinais e símbolos**: desenho, projeto e significado; 2ª Ed., Trad. Karina Jannini. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

GALSWORTH, G. D. **Visual Systems** – Harnessing the power of the visual workplace. Amacom – American Management Association, 1997.

GANIER, Franck. Processing text and pictures in procedural instructions. **Information Design Journal**, Vol.10, Nº 2, p. 146-153, 2000/2001.

GREIF, M. **The Visual Factory** – Building Participation Through shared Information. Portland, Oregon: Productivity Press, 1991.

HEILIG, Mort. "El Cine Del Futuro: The Cinema of the Future". **Presence**, Vol. 1, Nº. 3, p 279-274, MIT Press, 1992.

HOLLIS, R. **Design gráfico**: uma história concisa; trad. Carlos Daudt. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory physics**; 2nd Ed. EUA: The McGraw-Hill Companies Inc, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção; 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE - Center for Integrated Facility Engineering, Technical report nº 72. Stanford University, Stanford, 1992.

LDB - Lei de Diretrizes e Bases - Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em design. Ministério da Educação. Diário Oficial da União, nº 90, 13/05/2002.

LIM, Y.K.; SATO, K. Describing multiple aspects of use situation: applications of design information framework (DIF) to scenario development. **Design Studies**, nº27, 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, Anuário estatístico – setor metalúrgico. Brasília: **Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral**: 2005.

MONDEN, Y. **Toyota production system**: a integrated approach to just-in-time; 3rd ed. EUA: Engineering & Management Press, 1997.

MOORE, D. R. Perception "noise" in the cognition of visualised construction process concepts; **Itcon**, vol. 7, pp.157-166. Disponível em <<http://www.itcon.org/2002/10>>. 2002.

MORAES, A.; ALESSANDRI, G. M. Ergonomização de avisos e advertências: segurança de usuários. Ergodesign informacional In: **Avisos, advertências e projeto de sinalização. 2002**,. Rio de Janeiro.

NÖTH, W. **Handbook of semiotics**. USA, Bloomington: Indiana University Press, 1995.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre, editora Bookman, 1997.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**; 8ª Ed. Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial Ltda./EDUF, 2002.

RECH, G. C. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas**: a experiência de uma metalúrgica. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

RESNICK, E. **Design for communication**: conceptual graphic design basics. New Jersey: Wiley & Sons Inc., 2003.

ROCHA, C. S.; NOGUEIRA, M. M. **Design Gráfico**: Panorâmica das artes gráficas II. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1995.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management of constructions sites**. 1999. Thesis (PhD) – School of Construction and Property Management, The University of Salford, UK, 1999.

SANTOS, A. **Gerenciamento Sensorial em Canteiros de Obra**: Teoria e Prática – 1ª ed, Curitiba, 2003. NO PRELO.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Trad. Lia Weber Mendes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996a.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da engenharia de produção**; 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b.

SPINILLO, Carla Galvão. Instruções visuais: algumas considerações e diretrizes para o design de seqüência pictórica de procedimentos. **Revista Estudos em Design**, 2002.

TROMMELEN, M.; AKERBOOM, S. P.. Explicit warnings for child-care products. In: **Visual information for everyday use: design and research perspectives**. Great Britain: Taylor & Francis Ltd, 1999, chapter 9, p. 119-125.

WARE, C. **Information visualization: perception for design**. 2nd Ed. USA, CA, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier, 2004.

WOGALTER, Michael S. Factors influencing the effectiveness of warning. In: **Visual information for everyday use: design and research perspectives**. Great Britain: Taylor & Francis Ltd, 1999, chapter 7, p. 93-108.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WRIGHT, Patricia. Printed instruction: can research make a difference? In: **Visual information for everyday use: design and research perspectives**. Great Britain: Taylor & Francis Ltd, 1999, p. 45-64.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**; trad. Daniel Grassi; 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

7. APÊNDICE

7.1 PRINCÍPIOS DO DESIGN GRÁFICO

O Design Gráfico inclui a “arte” de comunicar, informar, educar e influenciar, isto é, de promover uma experiência visual combinando arte e tecnologia para comunicar mensagens vitais para nossa vida diária (RESNICK, 2003).

O designer gráfico é o profissional capacitado a produzir projetos que envolvam sistemas de informações visuais, levando em consideração os aspectos históricos, culturais, e as características sócio-econômicas dos usuários (LDB, 2002), ele é um “solucionador” criativo de problemas que planeja e executa projetos que comunicam uma mensagem de forma imaginativa e visual para um determinado público-alvo (RESNICK, 2003).

O profissional de Design Gráfico pode transmitir a informação de forma visual com vantagens, como possibilitar a compreensão imediata de uma grande quantidade de informações; facilitar a percepção de padrões; visualizar de maneira imediata os problemas; facilitar o relacionamento de dados e a construção de hipóteses (WARE, 2004).

A mensagem visual produzida pelo designer gráfico deve atender às necessidades do receptor colocando-a numa linguagem e estética que o público-alvo reconheça e entenda (HOLLIS, 2000).

Para se transmitir a informação visual utiliza-se princípios de Design Gráfico, que segundo Resnick (2003) os principais são:

- Ênfase – indicação de qual elemento é mais ou menos importante;
- Ritmo – modelo de repetição que denota movimento;
- Unidade – relação que um elemento possui com os demais;

- Contraste – diferenças visuais entre os elementos.

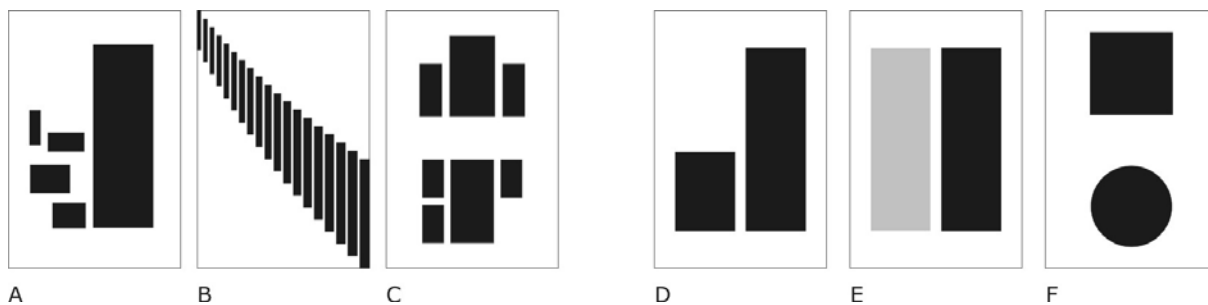


Figura 7.1 – Exemplos dos princípios do Design

A Figura 7.1 exemplifica os princípios do design. A imagem “A” o retângulo maior promove maior ênfase a este elemento; na imagem “B” aumentam de tamanho e descem num ritmo determinado; na imagem “C” os grupamentos definem as unidades a que os elementos pertencem. O contraste é mostrado na imagem “D” pelo tamanho, na “E” pela cor e na “F” pela forma.

Resnick (2003) também apresenta os principais elementos básicos do Design Gráfico:

- Linha – elemento abstrato unidimensional de conexão entre dois pontos, as linhas podem organizar, direcionar, separar, expressar ou sugerir emoções e criar ritmo;
- Forma – é o contorno externo de algo bidimensional, são três as formas fundamentais do Design Gráfico: o círculo, o quadrado e o triângulo;
- Textura – é a percepção visual de uma superfície bidimensional;
- Espaço – distância entre as formas, o “espaço em branco”, “espaço negativo”, “espaço vazio” ou a área que em torno dos elementos visuais;
- Luminosidade – é a luminosidade ou escuridão das áreas ou superfícies, ele pode criar a ilusão de dimensão e profundidade. Pessoas comuns observam com conforto 13 graduações de um extremo a outro de luminosidade (IIDA, 2005).

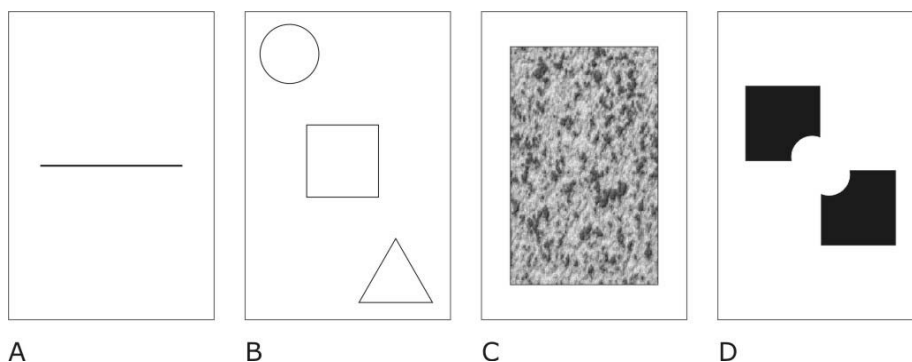


Figura 7.2 – Elementos do Design: linha, forma, textura e espaço

A Figura 7.2 mostra os elementos listados por Resnick (2003): na imagem “A” a linha; na “B” as formas elementares – círculo, quadrado e triângulo -, na imagem “C” a textura, na imagem “D” o espaço – elemento que circunda as duas formas em preto e na imagem “E” o brilho proporcionando uma ilusão de profundidade.



Figura 7.3 – Escala de luminosidade e o emprego dela proporcionando a ilusão de profundidade

Na Figura 7.3 vemos uma escala de luminosidade, indo do branco ao preto com 13 gradações (“A”), os retângulos horizontais apresentam a gradação intermediária entre os dois retângulos verticais acima dele, mostrando a difícil identificação visual desta diferença. Na imagem “B” a escala de luminosidade é utilizada para criar a ilusão de profundidade.

Dondis (2000) acrescenta a essa lista os elementos:

- Ponto – unidade mais simples e comum da comunicação visual, funciona como referência ou indicador de espaço com grande poder de atração visual, vários pontos são capazes de dirigir o olhar ou criar a ilusão de tom ou cor;

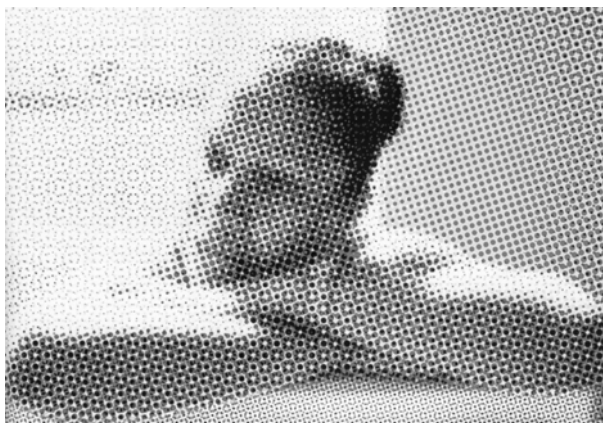


Figura 7.4 – Pontos formando uma imagem

A Figura 7.4 mostra como pontos podem representar uma imagem, assim como diferenças de tonalidades.

- Direção – trata-se da expressão direcionais visuais das formas: a vertical-horizontal tem significado de equilíbrio e estabilidade, a diagonal de instabilidade, as curvas de abrangência e repetição, conforme apresentado na figura 7.5.

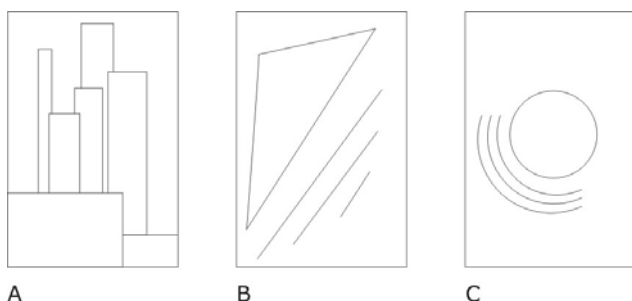


Figura 7.5 – Direções vertical-horizontal, diagonal e curvas

Dondis (2000) apresenta algumas técnicas visuais, elas se baseiam na confrontação dos opostos, cada pólo destas técnicas possui suas características e cabe ao designer optar de acordo com sua estratégia de comunicação.

O emprego das técnicas visuais se dá pela utilização de vários elementos construtivos que estruturam as imagens e interagem entre si, produzindo a informação visual (ROCHA e NOGUEIRA).

As principais técnicas visuais apresentadas por Dondis (2000) são:

- Equilíbrio x Instabilidade – equilíbrio é uma estratégia de design gráfico na qual existe um centro entre dois pesos (Figura 7.6 imagem “A”). A instabilidade é a ausência desse equilíbrio promovendo uma imagem inquietante (Figura 7.6 imagem “B”);
- Regularidade x Irregularidade – regularidade é a uniformidade dos elementos baseada em um princípio ou método invariável (Figura 7.6 imagem “C”). A irregularidade promove a sensação do inesperado e insólito, não decifrável (Figura 7.6 imagem “D”);
- Simplicidade x Complexidade – simplicidade é a uniformidade da forma elementar, sem complicações ou elaborações secundárias promovendo a imediatez (Figura 7.6 imagem “E”). A complexidade é constituída por inúmeras unidades e forças resultando num difícil processo de organização do significado (Figura 7.6 imagem “F”);

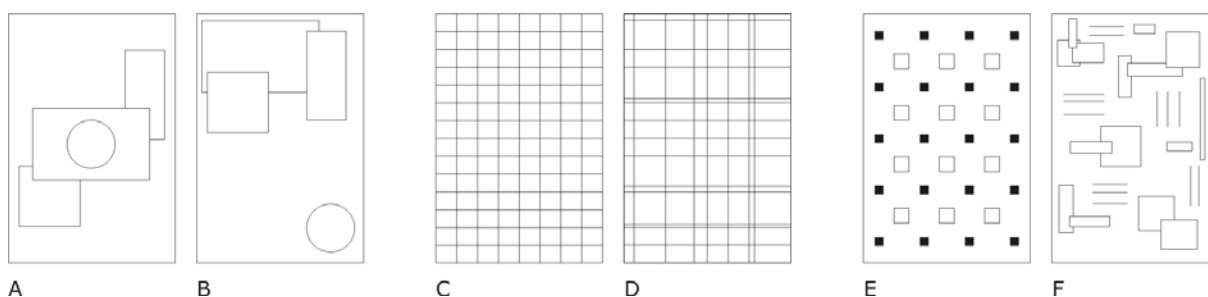


Figura 7.6 – Técnicas visuais equilíbrio x instabilidade, regularidade x irregularidade e simplicidade x complexidade

- Unidade x Fragmentação – unidade é o equilíbrio dos elementos em uma totalidade (Figura 7.7 imagem “A”). A união das unidades deve se harmonizar de modo que possa ser considerada como uma só. A fragmentação é a separação dos elementos de uma unidade, os elementos possuem um caráter individual sem perder o relacionamento entre si (Figura 7.7 imagem “B”);

- Economia x Profusão – economia é a presença de unidades mínimas dos elementos promovendo uma imagem parcimoniosa, sensata e conservadora (Figura 7.7 imagem “C”). A profusão é carregada de detalhes (Figura 7.7 imagem “D”);
- Minimização x Exagero – a minimização procura obter do observador a máxima resposta a partir de elementos mínimos (Figura 7.7 imagem “E”). O exagero é a utilização extravagante dos elementos (Figura 7.7 imagem “F”);

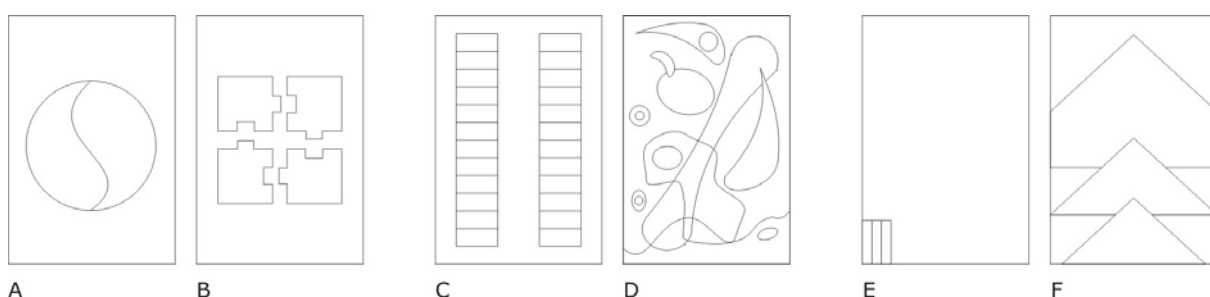


Figura 7.7 – Técnicas visuais unidade x fragmentação, economia x profusão e minimização x exagero

- Previsibilidade x Espontaneidade – a previsibilidade possui uma ordem convencional a qual possibilita o observador a prever de antemão como será toda a imagem com o mínimo de informação (Figura 7.8 imagem “A”). A espontaneidade aparenta uma falta de planejamento (Figura 7.8 imagem “B”);
- Atividade x Estase – a atividade representa ou sugere o movimento promovendo uma imagem enérgica e estimulante (Figura 7.8 imagem “C”). A estase promove o repouso e tranquilidade (Figura 7.8 imagem “D”);
- Transparência x Opacidade – a transparência é a apresentação de forma que os detalhes que ficam atrás de uma imagem também possam ser vistos (Figura 7.8 imagem “E”). Opacidade é o bloqueio total (Figura 7.8 imagem “F”);

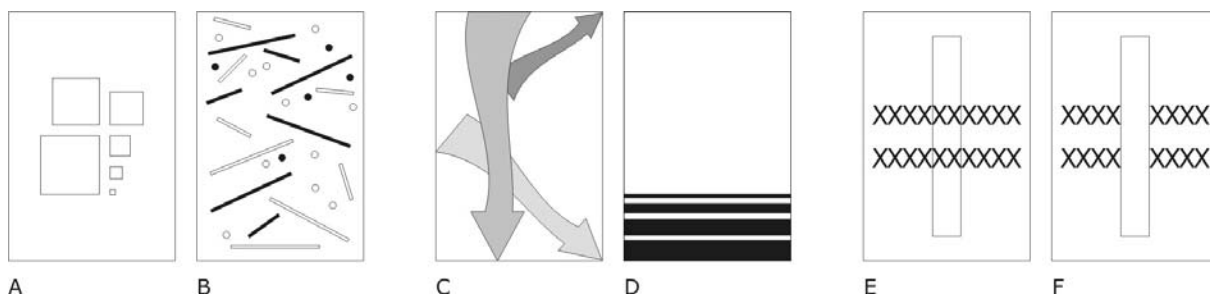


Figura 7.8 – Técnicas visuais previsibilidade x espontaneidade, atividade x estase e transparência x opacidade

- Estabilidade x Variação – a estabilidade desenvolve uma composição uniforme e coerente (Figura 7.9 imagem “A”). A variação promove diversidade e sortimento (Figura 7.9 imagem “B”);
- Planura x Profundidade – a planura se caracteriza pela não utilização de perspectiva. Na imagem “C”, da Figura 7.9, vemos uma representação sem o uso da perspectiva e na imagem “D” com o uso dela.;
- Singularidade x Justaposição – a singularidade é a focalização de um tema isolado e independente (Figura 7.9 imagem “E”). A justaposição é a interação de dois temas promovendo a comparação entre eles (Figura 7.9 imagem “F”);

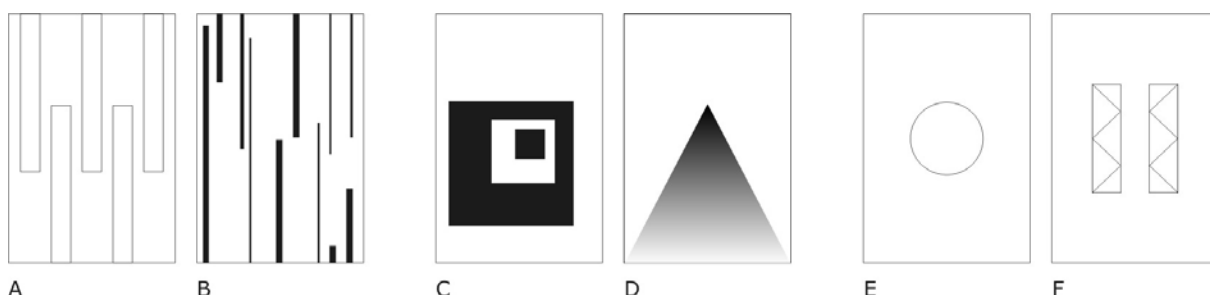


Figura 7.9 – Técnicas visuais previsibilidade x espontaneidade, atividade x estase e transparência x opacidade

- Seqüencialidade x Acaso – a seqüencialidade é a disposição lógica, segundo um ritmo, dos elementos visuais (Figura 7.10 imagem “A”). O acaso sugere uma desorganização intencional ou apresentação ocasional da informação visual (Figura 7.10 imagem “B”);

- Agudeza x Difusão – a agudeza está ligada com a precisão e clareza da expressão, do estado físico, utilizando contornos rígidos fáceis de identificar (Figura 7.10 imagem “C”). A difusão se proporciona a criação de uma atmosfera, a transmissão de sentimentos (Figura 7.10 imagem “D”);
- Repetição x Episodicidade – a repetição fornece conexões visuais unificando as partes ao todo (Figura 7.10 imagem “E”). A episodicidade aponta as conexões, mas estas são frágeis, contudo ela reforça a qualidade individual das partes sem comprometer o significado do todo (Figura 7.10 imagem “F”).

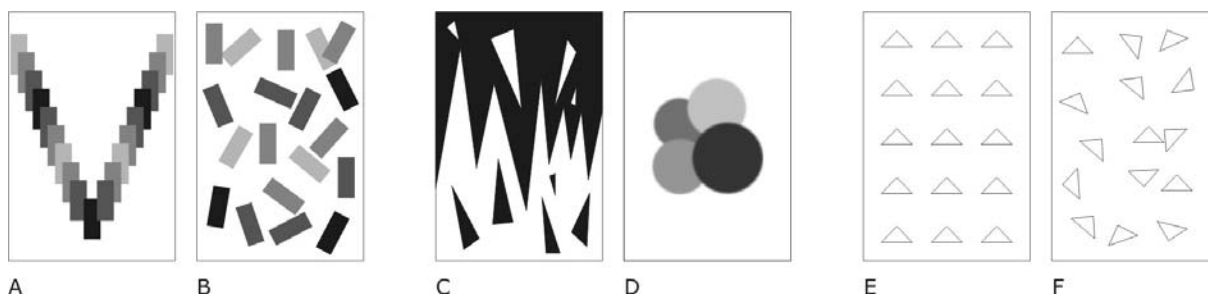


Figura 7.10 – Técnicas visuais unidade x fragmentação, economia x profusão e minimização x exagero

Segundo ROCHA e NOGUEIRA os desenhos e projetos de caráter técnico e científico obedecem regras de representação e de apresentação. Utiliza-se uma simbologia convencional e a estética é deixada em segundo plano em função da otimização funcional e máxima simplificação.

Contudo, a estética sempre está presente e sua exploração pode melhorar o entendimento e reduzir o tempo de detecção e assimilação das mensagens visuais.

7.1.1 2.. Seqüência Pictórica de Procedimento - SPP

Dentro do Design Gráfico, o Design da Informação apresenta estudos direcionados à transmissão da informação e é definido como:

SBDI – Sociedade Brasileira de Design da Informação,

[...] uma área do design gráfico que objetiva equacionar os aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos que envolvem os sistemas de informação através da contextualização, planejamento, produção e interface gráfica da informação junto ao seu público alvo. Seu princípio básico é o de otimizar o processo de aquisição da informação efetivado nos sistemas de comunicação analógicos e digitais.

No Design de Informação, a Seqüência Pictórica de Procedimento (SPPs) apresenta-se como sendo a representação de instruções por meio de ilustrações, com isso é possível propor soluções para representar de forma eficaz uma série de passos. (SPINILLO, 2002). Os aspectos que serão observados nos controles visuais são:

Conteúdo informacional:

- Completude da representação do conteúdo processual: se o conteúdo é representado de forma concisa e apenas com as informações necessárias;
- Relevância do conteúdo não-processual: se aparecem com títulos e, em caso de situações de risco, se há reforço da informação (SPP + Texto);

Apresentação Gráfica:

- Apresentação do texto: se é apresentado de forma clara em relação às ilustrações, se separados das ilustrações se existe elementos de correspondência, se estão de forma afirmativa e imperativa;
- Disposição da seqüência: se estão de acordo com a seqüência do sistema de escrita utilizada pelo receptor, se promovem ambigüidade;
- Orientadores de leitura: se são utilizados e se são necessários;
- Elementos de separação visual: se são utilizados e se são necessários;

- Elementos simbólicos: se são utilizados e se pertencem ao repertório visual do receptor;
- Elementos enfáticos: se são utilizados e se são necessários;
- Estilo da ilustração: se assemelham-se aos objetos ou situações reais, se possuem excesso ou insuficiência de informações;
- Representação da figura: se são utilizadas figuras parciais ou totais, se são suficientes e necessárias;

Aspectos do receptor:

- Necessidade informacional: se a informação é necessária ao receptor;
- Familiaridade com a representação gráfica: se o receptor reconhece as ilustrações e se tem entendimento da seqüência e lapso temporal;
- Aceitabilidade da representação gráfica: se a informação transmite confiança ao receptor;

Aspectos do controle visual:

- Meio de apresentação: se o estilo de representação está adequado ao suporte em que é apresentado;
- Meio de reprodução: se o processo de impressão está adequado ao suporte em que é apresentado;
- Recursos disponíveis: se os equipamentos, tempo e orçamento estão de acordo com a necessidade de produção do dispositivo visual;

- Circunstâncias de uso: se as características do suporte e da reprodução estão de acordo com as situações e ambientes em que os dispositivos serão utilizados.

8. ANEXOS

ANEXO 01 – Roteiro de procedimento para **fotografia** (1/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Observação: Ações antes de iniciar a captura de imagens:

- Apresentar-se e explicar o que será feito e o motivo, às pessoas envolvidas, pedindo autorização às mesmas;
- Verificar o grau de iluminação. Optar, sempre que possível, pela não utilização de *flash*. Se necessário o uso de *flash*, verificar se este não interferirá na realização da Operação;
- Verificar fontes de luz que podem ofuscar a imagem, assim como reflexos que prejudiquem a imagem, inclusive oriundas do próprio *flash*;
- Verificar a cada procedimento as necessárias e possíveis localizações e posições antes de executá-los (evitar ficar andando pela fábrica desnecessariamente).

ANEXO 01 – Roteiro de procedimento para **fotografia** (2/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Fotografia do Processo:

- capturar imagens em PG, com ângulo de 90° entre suas visadas (ou o mais próximo disto possível);
- capturar em PC e com ângulos de 90° (ou o mais próximo disto possível) entre suas visadas imagens dos ambientes produção que compõem o processo ou do posto de trabalho.

Fotografia da Operação:

- Capturar em PM, em PA ou PP, imagens dos operários durante a execução da operação, o número de imagens e o ângulo entre as visadas dependerá da operação, contudo deve-se obter imagens dos pontos chaves em vários ângulos.

Fotografia dos Dispositivos Visuais:

- Capturar em PC e em PM, PA ou PP, imagens dos operários e do Dispositivo Visual. Produzindo imagens com ângulo de 90° entre as visadas (ou o mais próximo dito possível);
- Capturar em PD, imagens do dispositivo visual. Produzindo imagens com ângulo de 90° entre as visadas (ou o mais próximo dito possível). Em caso de Dispositivos Visuais que mudam de estado, realizar este procedimento uma vez para cada estado diferente. Também realizar este procedimento com a interação do operário, quando for o caso.

ANEXO 02 – Roteiro de procedimentos para **observação direta** (1/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Nome do Observador:

Data:

Posto de Trabalho Observado:

Verificar os itens abaixo relacionados:

- Qual o primeiro foco de atenção do operário quando o ciclo inicia?
- Qual a distância do deslocamento do operário para visualizar a informação necessária para início da operação?
- Qual o tempo dispensado para o operário encontrar as informações necessárias para o início da operação?
- Qual o tempo para a tomada de decisão após a verificação destas informações?
- Quais as informações identificam e auxiliam a escolha da matéria-prima ou componentes para a operação?
- Qual a distância do deslocamento para acesso às informações para a escolha da matéria-prima ou componentes?
- Qual o tempo dispensado para o operário encontrar as informações necessárias para a escolha da matéria-prima ou componentes?

ANEXO 02 – Roteiro de procedimentos para **observação direta** (2/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

- Quais as informações identificam ou auxiliam a escolha dos equipamentos e ferramentas para a operação?
- Qual a distância de deslocamento para acesso as informações para a escolha dos equipamentos e ferramentas?
- Qual o tempo dispensado para o operário encontrar as informações necessárias para a escolha dos equipamentos e ferramentas?
- Onde se encontram as informações para executar a operação?
- Quanto tempo é necessário para que o operário assimile e inicie a operação?
- Quais as informações de que a operação foi bem sucedida?
- Quais as informações de que houve erros?
- O operário utiliza os Dispositivos Visuais?
- Qual o tempo ocioso do operário entre os ciclos?

ANEXO 03 – Roteiro de Caracterização do **processo**.



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Verificar os itens abaixo em relação ao fluxo de MATERIAIS e INFORMAÇÕES no posto de trabalho analisado:

- Em que parte do processo geral se encontra o processo estudado?
- Como o processo estudado se insere no processo geral?
- Qual a atividade é executada no processo estudado?
- Como se dá o abastecimento de material?

ANEXO 04 – Roteiro de descrição da **operação** (1/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Verificar os itens abaixo em relação ao fluxo de EQUIPAMENTOS e OPERADORES no posto de trabalho analisado.

Descrição dos aspectos gerais da operação e as condições em que elas são executadas (IIDA,2005):

- Qual a localização da operação no processo?

- Para quem serve a operação?

- O que será executado?

- Qual a duração da operação?

- Quais os equipamentos envolvidos na operação?

- Os operários se deslocam para a realização da operação?

- Qual o movimento empregado na operação?

- O trabalho é realizado em grupos?

ANEXO 04 – Roteiro de descrição da **operação** (2/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

- Qual o grau de instrução?
- Qual o grau de treinamento?
- Qual a experiência na operação?
- Quais EPIs utilizados?
- Qual a postura do operador?
- Qual o nível de ruídos?
- Qual o nível de vibrações?
- Qual o nível de umidade?
- Qual o nível de emanção de gases?