

Mapeamento de variáveis climáticas

Mapping of the climatic variables

Márcio Cardim

Doutor em Energia na Agricultura, FCA/UNESP -
Botucatu (parte da tese de doutorado)
Professor na FCT/UNESP -
Campus de Presidente Prudente e FAI

Angelo Cataneo

Livre Docente em Informática Aplicada a Agricultura,
FCA/UNESP – Botucatu (orientador)
Professor na FCA/UNESP -
Botucatu e FAI

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um estudo do comportamento multivariado das principais variáveis climáticas de interesse agrícola do estado de São Paulo, mediante aplicação do método de análise de agrupamento. Utilizou-se dados de 25 variáveis climáticas compreendendo a altitude, precipitações médias mensais e temperaturas médias mensais, coletados em 117 postos meteorológicos distribuídos pelo estado de São Paulo, excluindo-se o litoral por apresentar características climáticas distintas do restante do estado.

Palavras-chave

classificação - climática - análise de agrupamento

Abstract

The purpose of this work is develop a study on the multivariated behaviour of the climatic variables average of agricultural interest in the state of São Paulo, by applying the method of grouping analysis. Data from 25 climatic variables including altitude, monthly average precipitation and monthly average temperature collected from 117 weather stations in the São Paulo State, excluding the coast.

Key words

Climatic - classification - grouping analysis

Curi (1983b) ainda destaca que a análise de agrupamento tem como objetivo transformar um conjunto de dados, a priori considerado heterogêneo, em grupos similares, utilizando na maioria dos casos a distância euclidiana como medida de similaridade.

A análise de agrupamento não exige a normalidade dos dados nem a homogeneidade de variâncias. É interessante analisar os resultados obtidos pelo agrupamento complementadas com outras técnicas, tais como análise de variância multivariada e ordenação das variáveis pela análise dos componentes principais (CURI, 1983b).

Segundo Curi (1984), não existe um critério bem definido que permita determinar o melhor número de agrupamento e o nível de similaridade que deve ser tomado para a definição dos agrupamentos.

Nery et al (1996) com o objetivo de definir períodos de intensidade de chuvas no estado do Paraná, utilizou-se de técnicas multivariadas, classificando cinco grupos homogêneos. Em cada grupo classificado, fez-se a média areal que consiste em somar todas as estações de um mesmo grupo e dividir pelo número total de estações. Esta metodologia possibilita caracterizar cada região, mostrando as diferenças de chuva nas diferentes áreas classificadas.

Aspiazú et al (1990) observaram que a análise de agrupamento tem por finalidade descobrir, mediante o cálculo de coeficientes de semelhança ou similaridade, agrupamentos entre “ m ” objetos, nos quais tenham sido feitas determinações (medições) com “ n ” variáveis ou com “ $n1$ ” componentes principais, sendo $n1 < n$. A semelhança entre os objetos pode ser medida por meio do coeficiente de correlação.

Segundo Nery et al (1998b), um conjunto de dados multivariado pode ser estudado por meio da análise de “cluster”, que é uma técnica de análise de dados classificatória, tendo como finalidade a formação de classes, tipos de grupos, tão similares entre si quanto seja possível.

Garcia et al (1986) aplicando análise de componentes principais e análise de agrupamento, mostram, por meio do dendograma, cinco grupos de estações meteorológicas homogêneas no Pantanal Mato-Grossense.

O dendograma é a representação gráfica da análise de agrupamento, que testa qual é o método de agrupamento que melhor classifica os dados (NERY et al, 1996).

No eixo das abscissas do dendograma, estão representados os grupos ou classes; no eixo das ordenadas, as similaridades (ou variância) entre os grupos.

Machado et al (1996) estudando duração da estação chuvosa em função das datas de início do período chuvoso por métodos de análise de agrupamentos, recomendaram épocas mais e menos propícias às atividades agrícolas para o estado de Minas Gerais. Observou que quanto maior o número de anos de registros para análise, maior é a subdivisão das classes de início do período chuvoso.

Nery et al (1998a) usando métodos multivariados de agrupamento caracterizaram a temperatura do estado do Paraná, determinando por meio do dendograma cinco grupos homogêneos de temperatura mínima para o estado. Constataram que o gradiente de temperatura diminui no sentido sudeste a noroeste.

Zullo (1992) por meio de métodos de agrupamentos, destaca diferentes informações de um conjunto de dados pluviométricos.

das ordenadas representa os níveis de similaridade. Na base do dendograma, os 117 postos estão com total desagregação. Aumentando-se os níveis de similaridades, os postos com características climáticas comuns começam a se agrupar, até atingir o nível máximo de similaridade, onde todos os postos ficam representados por apenas um grupo. Quanto maior o nível de similaridade, menos grupos são formados, mas eles passam a conter maior número de postos.

A classificação climática foi realizada tomando o nível de similaridade que deu origem à formação de seis grupos. Na base do dendograma, encontra-se o número de cada posto.

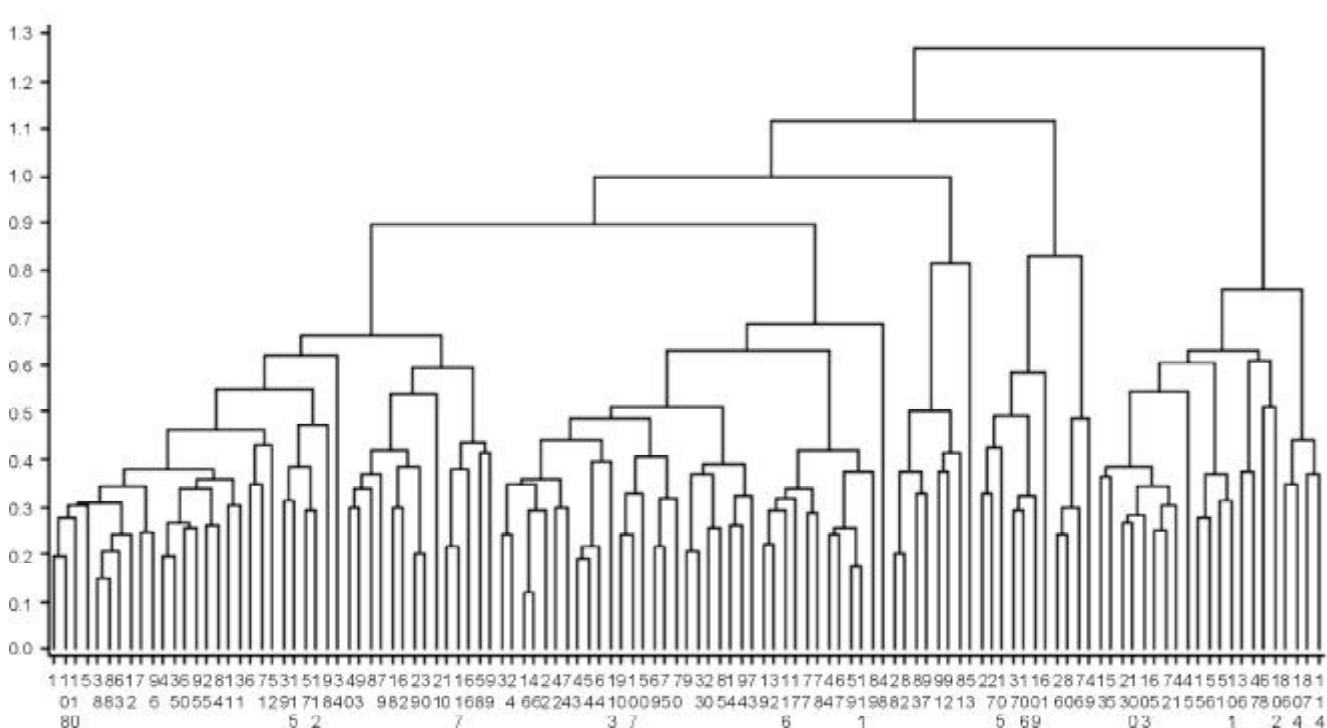


Figura 2. Dendograma resultante da análise de agrupamento sobre os dados padronizados dos 117 postos meteorológicos, utilizando-se a distância euclidiana como coeficiente de similaridade.

Os seis grupos formados foram indicados pelas letras de A a F, sendo eles:

- Grupo A: formado pelos postos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 18, 21, 25, 29, 30, 31, 34, 35, 38, 39, 40, 52, 57, 58, 60, 62, 63, 66, 71, 79, 84, 88, 93, 95, 96, 98, 99, 108, 110, 112, 115, 117, respectivamente Aguaí, Americana, Américo Brasiliense, Amparo, Analândia, Anhembi, Araçoiaba da Serra, Araraquara, Araras, Bauru, Boituva, Brotas, Cerquillo, Cesário Lange, Charqueada, Corumbataí, Cosmópolis, Descalvado, Dois Córregos, Duartina, Itapira, Itirapina, Itu, Jaguariuna, Laranjal Paulista, Leme, Marília, Mogi Mirim, Oriente, Pedreira, Pirassununga, Quintana, Ribeirão Bonito, Rio Claro, São Carlos, São Manoel, Santa Cruz das Palmeiras, Santa Rosa do Viterbo, Torrinha, Vinhedo e Votorantim;
- Grupo B: formado pelos postos 13, 15, 23, 36, 41, 45, 47, 51, 55, 56, 65, 68, 72, 86, 87, 100, 101, 102, 103, 104, 114, respectivamente Atibaia, Avaré, Botucatu, Cotia, Franco da Rocha, Guarulhos, Ibiúna, Itapetininga, Itatiba, Itatinga, Mairiporã, Mauá, Morungaba, Pinhal, Pinhalzinho, São Paulo, Sarutaia, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Serra Negra e Vargem;
- Grupo C: formado pelos postos 2, 27, 37, 61, 105, 106, 109, respectivamente Altinópolis, Caconde, Cravinhos, Jeriquara, São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo e Santa Rita do Passa Quatro;
- Grupo D: formado pelos postos 28, 53, 81, 82, 83, 91, 92, 97, respectivamente Cândido Mota, Itaporanga, Oswaldo Cruz, Ourinhos, Paraguaçu Paulista, Presidente Prudente, Presidente Venceslau e Salto Grande;

Comparando o mapa da figura 4 com o mapa climático segundo Köppen, nota-se que a classificação climática de Köppen pode ser subdividida em áreas menores com características climáticas distintas, oferecendo uma maior discriminação dos grupos climáticos.

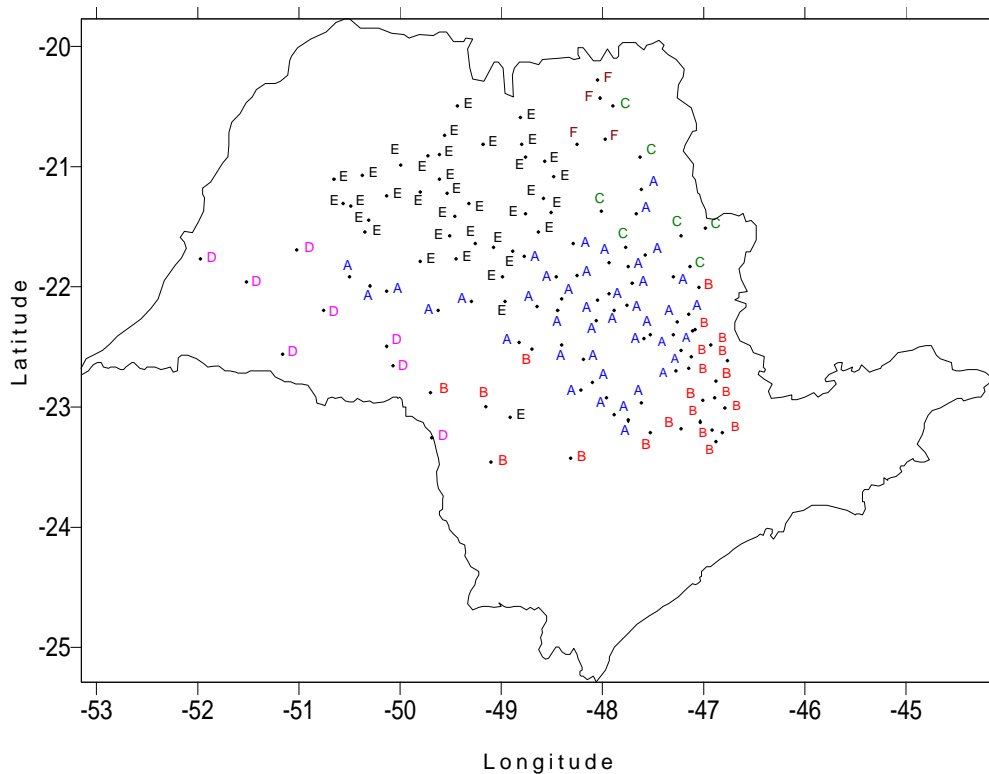


Figura 4. Localização geográfica dos seis grupos homogêneos formados no estado de São Paulo, indicados pelas letras de A a F.

O quadro 1 contém médias, desvios padrões e coeficientes de variação referente aos seis grupos formados, para as variáveis altitude e precipitações, para os dados originais.

Em relação à precipitação, as maiores diferenças entre a máxima e a mínima médias mensais ocorrem entre os grupos D e F nos meses de janeiro (CH01), de 189 mm a 304,3 mm; fevereiro (CH02), de 178,8 mm a 248,5 mm; março (CH03), de 124,1 mm a 193 mm; novembro (CH11), de 116,3 mm a 194,5 mm e dezembro (CH12) de 153,5 mm a 250,6 mm. Observa-se que esses dois grupos estão distantes um do outro, o grupo D a oeste e o grupo F ao norte do estado. Os meses citados são os mais chuvosos para o estado de São Paulo. Essas variações ocorrem do valor mínimo no grupo D, composto de 8 postos ao valor máximo no grupo F, composto de quatro postos.

Quadro 1. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da altitude e precipitações por grupos de postos formados. As três últimas linhas correspondem aos valores mínimo, máximo e diferença (entre máximo e mínimo) das médias dos grupos.

Quadro 2. Média, desvio padrão e coeficiente de variação das temperaturas por grupos de postos formados. As três últimas linhas correspondem aos valores mínimo, máximo e diferença (entre máximo e mínimo) das médias dos grupos.

Grupo	N	TE01	TE02	TE03	TE04	TE05	TE06	TE07	TE08	TE09	TE10	TE11	TE12
A	41	24.1 0.4 1.8	24.3 0.4 1.9	23.7 0.5 2.1	21.5 0.5 2.3	19.2 0.4 2.2	18.0 0.4 2.4	17.9 0.6 3.2	19.6 0.6 3.1	21.1 0.6 2.7	22.2 0.5 2.2	22.9 0.4 1.9	23.4 0.4 1.8
B	21	22.8 0.4 1.8	23.0 0.4 1.9	22.4 0.4 1.8	20.1 0.4 1.9	17.8 0.4 2.0	16.2 0.8 4.7	16.2 0.3 2.2	17.8 0.4 2.2	19.3 0.4 2.0	20.4 0.4 1.8	21.3 0.5 2.1	22.0 0.4 1.7
C	7	23.2 0.4 1.7	23.3 0.4 1.9	22.8 0.4 1.8	21.0 0.3 1.6	18.8 0.3 1.8	17.7 0.4 2.0	17.6 0.3 1.9	19.4 0.4 2.0	21.2 0.4 2.1	22.0 0.4 1.8	22.3 0.4 1.6	22.7 0.4 1.6
D	8	25.2 0.4 1.5	25.4 0.4 1.5	24.8 0.4 1.8	22.6 0.5 2.4	20.3 0.6 2.8	19.0 0.7 3.5	18.8 0.7 3.5	20.7 0.8 3.8	22.1 0.8 3.7	23.2 0.8 3.3	23.9 0.6 2.4	24.5 0.5 2.0
E	36	25.3 0.4 1.7	25.4 0.4 1.7	25.0 0.4 1.8	23.1 0.4 1.9	20.9 0.5 2.2	19.7 0.5 2.5	19.6 0.5 2.5	21.6 0.6 2.6	23.2 0.6 2.6	24.1 0.5 2.3	24.5 0.5 1.9	24.8 0.4 1.8
F	4	24.4 0.4 1.8	24.5 0.4 1.7	24.2 0.4 1.7	22.5 0.4 2.0	20.4 0.5 2.2	19.3 0.5 2.4	19.3 0.5 2.7	21.4 0.6 2.7	23.1 0.6 2.6	23.9 0.5 2.3	23.9 0.5 2.1	24.1 0.4 1.8
Mín.		22.8	23.0	22.4	20.1	17.8	16.2	16.2	17.8	19.3	20.4	21.3	22.0
Máx.		25.3	25.4	25.0	23.1	20.9	19.7	19.6	21.6	23.2	24.1	24.5	24.8
Dif.		2.4	2.4	2.6	3.0	3.1	3.5	3.4	3.9	4.0	3.7	3.2	2.9

Na verdade, absolutamente, as médias de temperaturas são menores e levam a pensar que pequenas diferenças sejam desprezíveis. Isso não é verdade, 1 grau de variação na temperatura pode ter grande influência em várias culturas.

Os coeficientes de variação para as temperaturas, como era de se esperar, foram mais baixos do que para as precipitações.

A classificação climática obtida na figura 4, para o estado de São Paulo, abrange seis grupos homogêneos, correspondendo a seis tipos climáticos distintos. Desta classificação pode-se apontar algumas semelhanças com a classificação proposta por Köppen. O grupo A, localizado na parte central do Planalto, coincide com o tipo Cwa. O grupo B tem coincidência parcial com os tipos Cfb e Cwa, tendo postos localizados em ambos os tipos. O grupo C também coincide com o tipo Cwa. O grupo D abrange as classificações Cwa, Cfa e Aw. O grupo E tem localização parcial entre os tipos Cwa e Aw. Finalmente o grupo F faz parte da classificação Aw.

O baixo número de postos meteorológicos com grandes áreas descobertas dificulta uma classificação climática mais precisa.

CURI, P. R. **Análise de agrupamento complementada com ordenação pelos componentes principais e análise de variância multivariada. Um exemplo biológico.** Ciência e Cultura, v.37, n.6, p.879-888, 1984.

DYER, T. G. J. **The assignment of rainfall stations into homogeneous groups: an application of principal component analysis.** Quarterly Journal Royal Meteorology Society, v.101, n.430, p.1005-1013, 1975.

NERY, J. T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. L. O. F. **Caracterização da precipitação no estado do Paraná.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 4, n. 2, p. 81-89, 1996.

CURI, P. R. **A Similaridade na análise de agrupamentos: coeficientes de correlação e de distância.** Ciência e Cultura, v.35, n.11, p.1678-1685, 1983a.

CURI, P. R. **Análise de agrupamento: métodos seqüenciais, aglomerativos e hierárquicos.** Ciência e Cultura, v.35, n.10, p.1416-1429, 1983b.

ASPIAZÚ, C. et al. **Análise dos componentes principais aplicada na classificação climática do estado de Minas Gerais. Teste Metodológico.** Revista Árvore, v. 14, n. 1, p. 1-15, 1990.

NERY, J. T.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. **Variabilidade da temperatura mínima no estado do Paraná.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 6, n. 2, p. 207-212, 1998a.

NERY, J.T. et al. **Caracterização das precipitações pluviométricas mensais para os estados de Alagoas, Pernambuco e Sergipe.** Acta Scientiarum, v. 20, n. 4, p. 515-522, 1998b.

GARCIA, E. A. C.; CASTRO, L. H. R. **Análise da freqüência de chuva no pantanal Matogrossense.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 21, n. 9, p. 909-925, 1986.

MACHADO, M. A. M. et al. **Duração da estação chuvosa em função das datas de início do período chuvoso para o estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 4, n. 2, p. 73-79, 1996.

ZULLO, S. A. **Aplicação das técnicas de componentes principais e agrupamentos em pluviometria: análise do nordeste paraense e estado de São Paulo.** Universidade Estadual de Campinas, 1992. 101 p. (Dissertação Mestrado) IMECC-UNICAMP.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **Guide for Personal Computers**, Version 6 Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc. 1987. 1028 p.

de vida. Desde o início da vida na Terra, a busca pelo conhecimento e pela inovação foi pautada pelo domínio da tecnologia, como ocorrera com advento do fogo, por volta de 600.000 a.C. Este constituiu o maior avanço técnico e cultural antes do surgimento da agricultura e da pecuária. Fonte de luz e calor, a energia gerada pelo fogo permitiu a vida em regiões anteriormente inabitáveis, assim como a caça e a preparação de alimentos.

A capacidade humana de organizar criativamente pensamentos em prol do bem-estar, ganhando longevidade, levou à produção de peças para defesa, para caça e para trabalho: o próprio senso de criação. Foram utilizadas pedras lascadas e polidas, assim como utensílios metálicos para a confecção dos primeiros utensílios que auxiliam o ser humano em sua escala evolutiva. Dos minérios à fundição de metais ferrosos e não ferrosos, ao mesmo tempo em que se devastavam florestas para fornecimento de carvão para a metalurgia, começa, em algum ponto entre 6.000 e 7.000 a.C., a odisséia humana de exploração e recursos naturais e a própria conversão destes recursos pela tecnologia (ROBERTS, 2001).

Dos primórdios da vida civilizada na Terra, passando pelas grandes navegações como um período de ampliação das fronteiras econômicas e pela roda d'água como meio de geração de energia medieval, chega-se à Revolução Industrial, no século 19, tendo como base os movimentos do Renascimento e o do Iluminismo. O chamado "século da ciência", pelo desenvolvimento da biologia e da medicina, foi palco das pesquisas de Darwin sobre a teoria da seleção natural. Outros avanços também aconteceram, como inovações no campo engenharia, da química, da física e da psicologia. Foi justamente este cenário dinâmico que marcou a início do século 20, um ambiente multifacetado cultural e cientificamente, e sob a turbulência da Primeira Guerra Mundial. No Brasil, os ventos da mudança vieram embalados pela realização da Semana de Arte Moderna, em 1922 (MAIOR, 1971).

A crescente industrialização e os avanços da tecnologia da informação no século 20 foram, em grande parte, responsáveis por um estilo de vida um tanto voraz por parte do ser humano. Estima-se que se toda a humanidade tivesse o mesmo padrão de consumo dos EUA, seriam necessárias três planetas iguais a Terra para suportar tal impacto ambiental (HART, 1997). No Brasil, êxodo rural e o conseqüente inchaço das regiões metropolitanas levam a um cenário de degradação social, o que inclui danos ao meio ambiente e à qualidade de vida, mesmo em cidades premiadas como Curitiba e Florianópolis.

Os avanços da comunicação, simultaneamente massificada e personalizada, impulsionaram a transição da economia de escala para a uma economia mais fragmentada, fundada no atendimento às demandas individuais. O *e-capital* nasce como o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais que atualmente equipara-se em valor aos ativos tangíveis das empresas (WOLF, 2001). Do homem industrial, aos moldes de Taylor e Ford, ao surgimento de um novo ser, mais contingencial e embalado pela sociedade do conhecimento no século 21: uma combinação titânica de velocidade e de integração (TEIXEIRA FILHO 2000).

O desafio de abordagem do design como campo de pesquisa científica e de trabalho nas empresas, diante da trajetória humana, está na obtenção de uma visão abrangente sobre o processo de criação humana, o projeto do produto. O processo de projeto do produto, como ciência e arte, ocorre a partir do delineamento gerado pela adequada elaboração dos requisitos de produto. Este conjunto de diretrizes orienta a tomada de decisão da equipe de projetos, ao mesmo tempo em que constitui um documento que formaliza a gestão empresarial durante as fases iniciais de criação do produto. A gestão de projetos tendo como base os requisitos do produto visa compatibilizar desenvolvimento tecnológico e ciclo de vida do produto no mercado.

Os requisitos surgem como elementos que compatibilizam a gestão da tecnologia e o próprio ciclo de vida mercadológico do produto (BAXTER, 1998). Design como expressão do equilíbrio decisório entre função, forma, material, meios ou processo é o desafio criativo que se apresenta à sociedade (ASHBY, 1992). Tal abordagem holística tem como núcleo o cliente final, o consumidor como usuário do produto.

mental. À medida que a metodologia do processo do projeto do produto organiza a tomada de decisão do designer, liberta-o para o pensamento criativo. Em síntese, a adequação do produto aos sentidos humanos do tato, do olfato, do paladar, da visão e da audição é o caminho para a criação de valor ao consumidor. Tal processo passa pela consideração do ser humano nas dimensões cognitiva, emocional e comportamental (SCHMIDT, 1993).

Na Ford, o Focus foi projetado segundo padrões atualizados de segurança e ergonomia. Ganhador do prêmio “obra-prima em ergonomia” na Inglaterra por seu conceito geral, com destaque aos detalhes como a distribuição de comandos pela frequência de uso, ou por tornar os botões do rádio maiores, revestindo-os com borrachas que facilitam a identificação pelo tato. Quanto à segurança, a carroceria foi projetada para ser uma célula de sobrevivência, com deformação controlada. Complementarmente, barras, vigas e assoalhos atuam conjuntamente neutralizando ao máximo os danos ao ser humano. Já na Daimler-Chrysler, o ecodesign ocorre pela utilização de matérias primas naturais como fibra de coco e látex, no lugar de poliuretano, para o enchimento de bancos e encostos. Tecnologias limpas apontam novas soluções para evitar que os resíduos afetem a qualidade do solo, da água e do ar, como a estratégia de design adotada pela Nike ao investir em cola à base de água. Na Mercedes, a utilização de tinta hidrossolúvel é a solução para a conservação do meio ambiente. Iniciativas ecológicas necessárias à medida que apenas 1% da água disponível na Terra é doce para uma população de mais de seis bilhões de pessoas (IDEC, 2000). Noutra iniciativa, refletindo a noção do tempo como dinheiro, o fator integração, produtos dois em um, chega ao design de produtos para escritório, para o lar e para o lazer. São bolsas-relógio, eletrodomésticos multifuncionais e versões culturais como marcador de livros com lupa. Ergonomia, segurança, psicologia e ecologia são instrumentos do cotidiano do designer.

Conhecedor do ser humano, o designer deve conhecer o estilo de vida do usuário e qual o tipo de experiência em relação ao produto. Projetar junto com e para as pessoas significa observar determinados contextos de interface entre o ser humano e o ambiente, visualizando oportunidades e aproveitando-as criativa e eficazmente em abordagens muito ou pouco originais (BONSIEPE, 1997). A P&G, impulsionada pela intensa concorrência japonesa no mercado de fraldas, investe em pesquisas para a identificação dos hábitos dos bebês: como andam, como engatinham e como brincam. Tudo isto em prol de um design mais competitivo no mercado. O conhecimento mercadológico é necessário ao designer para que possa, de forma eficiente, eficaz e sustentável, gerar inovações tecnológicas e sociais, ou, simplesmente, soluções de alto valor agregado (DESCHAMPS; NAYAK, 1996). No Brasil, em decorrência às questões socioeconômicas, faz sentido direcionar o potencial criativo do design para a área social. Isto significa gerar conceitos que ampliem o acesso às novas tecnologias para toda a sociedade.

O design total tem como meio e finalidade o ser humano, não poupando desdobramentos que constituem a geração de um portfólio de produtos. Denominações são lançadas todos os dias, e nada mais significam do que o processo sistematizado de criação valor aplicado aos diferentes objetos ou mercados: design universal, design gráfico e de embalagens, webdesign, design de informação, comunicação visual, design de interface, design de moda e de vestuário, design de interiores, paisagismo, ecodesign, biodesign, gastronomia e design cultural (MEC, 1999). Em síntese, compreende-se o design como uma expressão social da integração entre áreas convergentes de conhecimento: Comportamento do Consumidor, Gestão de Projetos e Ciência & Tecnologia, como apresentado na Figura 1.

- BAXTER, M. **Projeto de Produto**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- BONSIEPE, Gui. **Design - do material ao digital**. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997.
- DESCHAMPS, J-P.; NAYAK, P. R. **Produtos irresistíveis**. São Paulo: Makron Books, 1996.
- GIANNETI DA FONSECA, E. **Entrevista concedida ao Valor Econômico**. São Paulo, 06 set. 2001.
- HART, S. L. Strategies for a sustainable world. **Harvard Business Review**, p. 67-78, jan.-feb, 1997.
- INSTITUTO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Manual de Consumo Sustentável**. <http://www.idec.org.br>. 10 dez. 2000.
- MAIOR, A. S. **História geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Diretrizes educacionais para o ensino de graduação em Design**. Rio de Janeiro, 1999.
- ROBERTS, J. M. **O livro de ouro da história do mundo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.
- TEIXEIRA FILHO, J. **Gerenciando conhecimento**. Rio de Janeiro: Senac, 2000.
- SCHIMIDT, I. T. **Teorias contemporâneas de motivação no trabalho**. Concurso de Livre Docência, UNESP. Assis, 1993.
- VIOTTI, E. Design de produto. **CADESIGN**, V. 5, n. 58, p. 18-24, 2000.