

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA COM
ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**A IMPORTÂNCIA DOS DESENHOS ASSISTIDOS POR
COMPUTADOR (CADS) NA LOGÍSTICA**

GUILHERME JORGE DAVATZ AUGUSTO

**BOTUCATU – SP
DEZEMBRO – 2005**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA COM
ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**A IMPORTÂNCIA DOS DESENHOS ASSISTIDOS POR
COMPUTADOR (CADS) NA LOGÍSTICA**

GUILHERME JORGE DAVATZ AUGUSTO

Orientadora: Profa. Vivian Toledo Santos

Co – Orientador: Prof. Ms. Luís Fernando Nicolosi Bravin

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo em Curso de Logística: ênfase em
transportes.

**BOTUCATU – SP
DEZEMBRO – 2005**

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a todos aqueles que estão desenvolvendo trabalhos e pesquisas com softwares de Desenhos Assistidos por Computador (CADS), principalmente voltados a *layouts* ou arranjos físicos logísticos, pois com o progresso da tecnologia da informação e das soluções, é uma alternativa e um auxílio importante nas estratégias, concepções e resoluções para o cumprimento de metas e objetivos de empresas e de prestadores de serviços do cotidiano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela oportunidade que me deu em orientar e ajudar em momentos difíceis, me fortalecendo e trazendo a sabedoria necessária para realizar estes três anos de conclusão de um curso e um caminho novo iniciado após esta graduação.

Aos meus familiares todos, que puderam acompanhar, suprir e me auxiliar nesta jornada que está se concluindo, além da educação recebida, pelos bons exemplos, pelo apoio e incentivo dado em todos os momentos da vida.

Agradeço a Deus também por apresentar em meu caminho logístico, amigos que considero irmãos especiais, que sempre estiveram ao meu lado mesmo em momentos difíceis, pois uma família precisa amadurecer a compreensão para, assim, ajudar a vencer as adversidades da vida de cada um de nós. Aos pais e familiares de todos estes irmãos meus, que tiveram paciência, compreensão e até auxiliaram em muitos desenvolvimentos e estudos dos aprimoramentos que tivemos dos conteúdos aprendidos. Dentre estes irmãos de que cito, em especial agradeço ao Ilson, Tassi, aos Dantas's, a Camila, ao Adriano, Acir, Suman, Wagner Camargo, Patrícia, Quevedo e aos irmãos e irmãs que me ajudaram a reviver um jovem que estava em uma cama em Janeiro deste ano, que passou por muitas dificuldades, mas que agora está concluindo em pé e andando para pegar o diploma de formando deste curso importante e promissor para o progresso meu e de todos que puder retribuir esta ajuda.

Agradeço à minha orientadora, professora Vivian Toledo Santos pela orientação, dedicação, apoio e paciência demonstradas durante a execução desse projeto, que agora posso demonstrar a qualidade e êxito deste trabalho. Agradeço também a todos os meus outros professores, dentre eles, ao Bravin, Érico Guerreiro, Luis Antônio, Evandro, Rota, Osmar, José Benedito, Carlos (Kaká), Colenci e outros desse e de outros cursos realizados, que contribuíram na minha formação, assim como aos funcionários dessas instituições de ensino.

E agradeço a todas as outras pessoas, autores de sites, livros, revistas, palestras e outros informativos pesquisados que, de uma forma ou de outra, contribuíram para esse trabalho.

O autor

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE QUADROS	V
LISTA DE ANEXOS	VI
RESUMO	VII
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Justificativa	3
II. CAPÍTULO 1 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI)	4
2.1. A Influência da TI na Logística	8
III. CAPÍTULO 2 – LOGÍSTICA EM <i>LAYOUT</i>	15
3.1. Instalações de Trabalho na História Moderna	16
3.2. Planejamento do Macro-Espaço e do Terreno	18
3.3. Ergonomia	22
3.4. Modelagens Dinâmica, Física e Tridimensionais	25
IV. CAPÍTULO 3 – CADS (DESENHOS AUXILIADOS POR COMPUTADOR)	34
4.1. Aplicações de CADS	37
4.2. Funções Relacionadas com a Logística	38
4.3. Outras Generalidades sobre CAD	42
V. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VII. GLOSSÁRIO	49
VIII. ANEXOS	52
8.1. Anexo A: <i>Checklist</i> da Infra-Estrutura Física segundo Lee, 1998	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Projeto do <i>Layout</i> de um prédio.....	01
Figura 2: Cadeia de Informações.....	08
Figura 3: Flexibilidade do Processo e da Instalação.....	20
Figura 4: Modelagens Exemplares.....	25
Figura 5: Representação tridimensional de um posto de trabalho.....	26
Figura 6: Modelagem tridimensional para uma fábrica.....	27
Figura 7: Modelagem bidimensional ilustrando outra fábrica.....	28
Figura 8: Outra Modelagem Ilustrativa.....	29
Figura 9: <i>Layout</i> Industrial em Auto CAD.....	30
Figura 10: <i>Layout</i> Industrial em 3D.....	31
Figura 11: <i>Layout</i> Industrial em 3D Fase Real.....	32
Figura 12: Fase de Implantação de Futuras Instalações.....	32

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1: Classificação das soluções.....	06
Quadro 2: Estilos de desenvolvimento de Terreno.....	21

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo A: <i>Checklist</i> da Infra-Estrutura Física segundo Lee, 1998.....	52

RESUMO

A Logística é uma forma de administrar um negócio ou serviço, de forma integrada e estratégica, planejando todas as atividades para conseguir custos menores, redução de tempo das atividades e alcançando lucros maiores. Para conseguir efetuar a logística em um local de execução dessas atividades, o profissional de logística precisa analisar todos os espaços produtivos e ajustar este local para conseguir melhores resultados. Quando um local ainda será planejado, o *layout* ou arranjo físico deve ser muito bem elaborado para garantir melhores resultados e mantê-los sempre em ascensão. Para efetuar o arranjo físico com melhor eficácia, o *Computer Aided Design (CAD)* ou Projeto Auxiliado por Computador é uma solução das Tecnologias de Informações (TI) mais adequadas na logística empresarial. Os conceitos de *layout* são importantes para o profissional de logística que vai aplicar algum CAD e analisar mudanças ou elaborar, juntamente com o arquiteto e o engenheiro civil, o projeto novo. Este profissional precisa saber visualizar um projeto e até mesmo fazer alguns ajustes, quando não, até projetar a visão que ele desenvolve para o espaço e apresentar aos demais profissionais para a realização de detalhes ou correções mais fáceis com o CAD utilizado. Uma observação também está relacionada à integração e consulta de todas as áreas para se efetuar uma verificação do que já existe, ou que ainda necessita, na área do espaço utilizado. O profissional que faz ou desenvolve estudos logísticos precisa de conhecimentos em CAD para auxiliar em projetos de arranjos físicos ou para outras atividades descritas como Geoprocessamento, Análises e Criações de Mapas entre outras atividades e para cursos voltados para estes itens, o CAD é uma ferramenta muito importante nos conteúdos programáticos para estas disciplinas.

I. INTRODUÇÃO

A necessidade de realizar uma fonte de apoio importante nas decisões de execução do projeto está dentro de uma ferramenta que tenha precisões mais reais possíveis dos investimentos a serem realizados. Uma destas ferramentas importantes são os softwares CADs (Desenhos Assistidos ou Auxiliados por Computador). Na figura 1, nota-se um projeto de construção e elaboração de um armazém, indústria ou um lugar em que exige uma logística detalhada e planejada para a elaboração do produto e seu sistema produtivo.

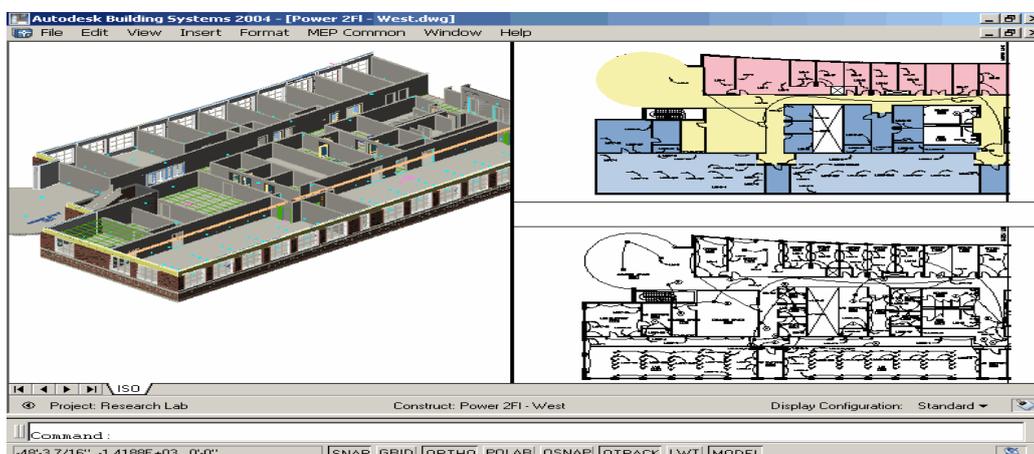


Figura 1: Projeto do *Layout* de um prédio.

Fonte: Computerservices, 2004.

Esse trabalho aborda este assunto de maneira introdutória, descrevendo a importância de utilizar os softwares CADS como uma ferramenta muito útil e que auxilia os investimentos logísticos, sendo assim uma ótima tecnologia de informação para projetos e infra-estrutura logística de uma empresa ou até mesmo na elaboração de estradas, aeroportos, terminais e muitos outros itens estudados na logística industrial e de transportes. Estes conceitos e aplicações estarão assim dispostos:

O Capítulo 1 desenvolverá o conhecimento sobre a Tecnologia de Informação (TI), voltando-se a área logística como principal foco. O que é, como e porque a TI é e tem sido um dos principais fatores que influenciam na logística de uma empresa.

O Capítulo 2 apresenta o conhecimento logístico sobre o conteúdo de *layout* e, principalmente, voltado à indústria e a produção. Os principais fatores para desenvolver um *layout* para focalizar os projetos de instalações industriais, envolvendo também alguns tópicos de administração, ergonomia, segurança patrimonial e outros itens que envolvem a logística com os *layouts* produtivos.

O Capítulo 3 aborda as aplicações dos softwares CAD para a logística, enfatizando o *layout* produtivo e sua relação com o projeto realizado em algum CAD, dos quais serão citados neste capítulo.

Como Revisão da Literatura, são apresentadas as bases teóricas em que se fundamentam os capítulos que, além de uma base em livros, apostilas e pesquisas eletrônicas, este trabalho apresenta um acompanhamento das experiências adquiridas em projetos, cursos dos diversos módulos de CAD como forma de desenvolver este conteúdo.

Conclusão, capítulo onde são realizadas a análise e discussão dos resultados obtidos nos capítulos anteriores, demonstrando a utilização e conhecimento do aplicativo.

1.1. Objetivos

O objetivo desse estudo é realizar uma análise técnica de utilização de algum software CAD, (*Auto CAD*, *SolidWorks*, *CATIA*, *Microstation*, entre outros) na logística.

O estudo abordará o projeto da capacidade, área e espaço de indústrias, onde um arranjo desenvolvido em CAD pode trazer com clareza as dimensões certas de ajustes e correções ou de um novo lugar a ser construído, mesmo que seja um

layout simples, mas que pode influenciar muito em investimentos mais concretos. A TI também é muito importante descrever, pois o avanço tecnológico está cada vez mais significativo em todos os progressos e a informação é um dos principais, se não for o principal elemento da logística. Ou seja, sem a informação adequada, o operador logístico se perde, gera um custo maior que o esperado, além de correr riscos de atrasar a conclusão de seu trabalho.

Baseando-se em *layout* de produção industrial; no caso de transporte de produtos produzidos e montados até a produção final, para se obter melhores espaços e áreas estrategicamente planejadas e se obter tempos reduzidos de produção e melhores lucros para se produzir mais em curto prazo; a TI e o desenho computadorizado trazem soluções muito práticas e versáteis.

1.2. Justificativa

Muitas indústrias surgiram com projetos arquitetônicos com elevado custo e sem perspectivas de melhorias ou reformas, trazendo investimentos muito caros e maiores. Utilizando um operador logístico com conhecimento em alguma ferramenta de desenho e projeto em CAD, as indústrias conseguem reduzir estes investimentos desenvolvendo e visualizando as mudanças ou implementos nos projetos arquitetônicos, visando também fluxos operacionais melhores e estratégicos.

Um bom conhecimento da solução de TI como o CAD, por operadores logísticos consultados por empresas, interessadas neste serviço, pode adquirir melhores investimentos e analisar, com auxílio de simulações com alta tecnologia de informação, a ergonomia correta de seus operadores, a automação de tecnologias interessadas em investir e os “gargalos” do sistema produtivo, a fim de realizar ajustes e reformas importantes no progresso de sua produção.

A intensificação da utilização da TI, não só diminui os custos logísticos, ao se tratar até de aplicações de *Just In Time*, mas também reduz os custos com investimentos estruturais e arranjos melhorados das máquinas e aumenta e melhora a segurança e ergonomia dos funcionários, evitando-se ainda acidentes, maus posicionamentos de máquinas e funcionários, além de ajudar nas correções para reduzir erros de reorganizações e áreas de riscos.

II. CAPÍTULO 1 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI)

Tecnologia vem do termo Tecno, um radical grego *tekhn* que significa habilidade ou arte e o sufixo logia de um afixo grego *ia*, formador de substantivos (VIARO, 2004).

Em seu início, a computação era tida como um mecanismo que tornava possível automatizar determinadas tarefas em grandes empresas e nos meios governamentais. Com o avanço tecnológico, as "máquinas gigantes" começaram a perder espaço para equipamentos cada vez menores e mais poderosos. A evolução das telecomunicações permitiu que, aos poucos, os computadores passassem a se comunicar. Como consequência, tais máquinas deixaram de simplesmente automatizar tarefas e passaram a lidar com Informação (LANCHARRO, 1991).

A informação é um patrimônio, é algo de valor. Não se trata de um monte de *bytes* aglomerados, mas sim de um conjunto de dados classificados e organizados de forma que um usuário ou uma empresa possa tirar proveito. A informação é, inclusive, um fator que pode determinar a sobrevivência ou a descontinuidade das atividades de uma empresa. E isso não é difícil de ser entendido. Basta imaginar o que aconteceria se uma instituição financeira perdesse todas as informações relativas aos seus clientes (INFOWESTER, 2004).

Apesar de possível, muito dificilmente uma empresa de grande porte consegue perder suas informações, principalmente quando se fala de bancos, casas de câmbio, entre outros. No entanto, o que ocorre com mais frequência é o uso inadequado das informações adquiridas ou, ainda, a sub-utilização destas.

A TI pode ser definida como um conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação. Na verdade, as aplicações para TI são tantas - estão ligadas às mais diversas áreas - que existem várias definições e nenhuma consegue determiná-la por completo.

Sendo a informação um bem que agrega valor a uma empresa ou a um indivíduo, é necessário fazer uso de recursos de TI de maneira apropriada, ou seja, é preciso utilizar ferramentas, sistemas ou outros meios que façam das informações um diferencial competitivo. Além disso, é necessário buscar soluções que tragam bons resultados, mas que tenham o menor custo possível. A questão é que não existe "fórmula mágica" para determinar como utilizar da melhor maneira as informações. Tudo depende da cultura, do mercado, do segmento e de outros aspectos de uma empresa. As escolhas precisam ser bem feitas, do contrário, gastos desnecessários ou, ainda, perda de desempenho podem ocorrer. Há ainda vários outros aspectos a serem considerados que não foram citados. Por exemplo, a empresa deve saber lidar também com segurança, com disponibilidade, com o uso de sistemas (eles realmente devem fazer o que foi proposto), com tecnologias (qual é a melhor para determinada finalidade), com recursos humanos qualificados. Enfim a TI é algo cada vez mais comum no dia-a-dia das pessoas e das empresas. E tudo gira em torno da informação. Portanto, quem souber reconhecer a importância disso, certamente se tornará um profissional com qualificação para as necessidades do mercado. Da mesma forma, a empresa que melhor conseguir lidar com a informação, certamente terá vantagens competitivas em relação aos concorrentes (INFOWESTER, 2004).

Assim, existem várias ferramentas de TI classificadas em soluções especializadas em logística dentro de cinco categorias distintas importantes no mercado atual e que auxiliam em apoio de decisões, definições de estratégias, planejamentos, controles e administração das empresas dos mais variados ramos de atividades. As cinco categorias são: Planejamento; Execução; Comunicação e Integração; Controle; Concepção e Implementação de Mudanças. O quadro 1 apresenta as soluções dentro destas categorias.

Quadro 1: Classificação das soluções

<p>Segundo a abordagem, classificam-se as soluções de TI especializadas em logística em cinco categorias distintas, que incluem os grupos de produtos identificados a seguir:</p>		
<p>Planejamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ <i>Forest</i>: Soluções para previsão de eventos futuros, como demandas; ❑ CRM (<i>Consumer Relationship Management</i>): Sistemas especializados no atendimento personalizado do Cliente; ❑ MRP (<i>Material Requirement Planning</i>): São softwares que desdobram as necessidades dos clientes, sejam pedidos ou previsões na programação da aquisição de materiais e produção; ❑ FCS (<i>Finite Capacity Scheduling</i>) e APS (<i>Application Service Provider</i>): Soluções ainda mais especializadas, capazes de identificar limitações e restrições, buscando otimizar a programação da produção; ❑ ERP (<i>Enterprise Resources Planning</i>): Os softwares de gestão empresarial gerenciam informações das mais variadas funções administrativas da organização em um sistema integrado. 	<p>Execução:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ WMS (<i>Warehouse Management Systems</i>): Sistemas que agregam inteligência aos processos inerentes aos almoxarifados e depósitos de materiais; ❑ MES (<i>Manufacturing Execution Systems</i>): Sistemas de acompanhamento da produção em tempo real; ❑ TMS (<i>Transportation Management Systems</i>): Sistemas de gerenciamento e otimização de transportes. <p>Comunicação e Integração:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ Internet e EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>): Trata-se de soluções que viabilizam operações <i>B2B (Business-to-Business)</i> e <i>B2C (Business-to-Consumer)</i>; ❑ Sistemas de Resposta rápida: Soluções que agilizam as atividades operacionais. 	<p>Concepção e Implementação de Mudanças:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ CAD (<i>Computer Aided Design</i>) e demais softwares para apoio na criação, detalhamento, cálculo, avaliação e decisão durante todo o processo de desenvolvimento de soluções logísticas; ❑ Simuladores: São aplicações que contribuem como verdadeiros laboratórios virtuais, reduzindo tempo, custos e riscos no desenvolvimento das propostas; ❑ PMIS (<i>Project Management Information Systems</i>): Soluções que possibilitam o planejamento e acompanhamento das implementações. <p>Controle:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ EIS (<i>Executive Information Systems</i>) e DSS (<i>Decision Support Systems</i>): Sistemas de acompanhamento do negócio, através do monitoramento de seus principais sinais vitais.

Fonte: Moura et al, 2003

Dentre as soluções apresentadas no quadro 1, o profissional precisa definir e verificar as possibilidades de investir no recurso mais adequado à empresa em que trabalha. Nas diversas áreas logísticas muitas soluções do quadro são determinantes para o alcance das metas das devidas empresas. A TI destaca estas soluções e apresenta uma relação de importância marcante na logística.

Uma das principais soluções apresentadas que destaca para o estudo apresentado é o ERP. Naturalmente, o sistema ERP deve ser suficientemente flexível para que rapidamente possam ser parametrizados os ajustes necessários assim que o cenário interno ou externo se altere, como aconteceu recentemente com a crise energética brasileira. O ERP desenvolve uma abordagem proposta pelo modelo 3D, que auxilia no entendimento do processo de implementação das soluções ERP em três níveis: *Development* (estágio do Desenvolvimento), *Deployment* (estágio do Desdobramento) e *Delivery* (estágio da Implementação) (MOURA *et al.*, 2003).

No estágio do Desenvolvimento, os processos são conhecidos. Neste momento, o envolvimento do usuário é imprescindível no mapeamento do processo atual e proposto, pois se as informações fornecidas não forem coerentes, um software tecnicamente excelente pode falhar.

Uma vez que o sistema alcance o estágio do Desdobramento, o que interessa é a capacidade deste sistema gerar informações relevantes. Novamente, o usuário é um fator crítico de sucesso deste sistema nesta fase. Quanto mais aderentes às necessidades e expectativas dos usuários agilizando a execução das atividades e as tomadas de decisão – maior será a alavancagem usuário/sistema e a qualidade das informações geradas. Chegando ao estágio da Implementação, nota-se relatórios, de alguns casos, que sendo em excesso, podem provocar perda de eficiência e conseqüente perda de tempo em análises sem valor e que ninguém utiliza.

Por outro lado, se o sistema ERP estiver integrado ao processo de tomada de decisão da empresa, seus relatórios podem gerar benefícios efetivos aos negócios, quando analisados de forma coerente e suas informações utilizadas inclusive nas áreas que fazem interface com agentes externos, que exigem ações imediatas em repostas a ações de concorrentes. Trata-se de um empreendimento trabalhoso e arriscado, mas os resultados têm levado mais e mais empresas a executá-lo.

Para decisões de desenvolvimento de *layouts* mais próximos do necessário, o ERP auxilia na elaboração de projetos de construções satisfatórios.

Para a concepção e implementação de mudanças, o CAD e os Simuladores são soluções importantes, depois de utilizar o ERP para desenvolver as estratégias e planejamentos das ações a serem realizadas. Para o conteúdo do trabalho abordado, o CAD será a principal solução a ser focalizada. No desenvolvimento do trabalho, é necessário descrever sobre alguns itens importantes para a relação TI – Logística. O próximo tópico descreve e procura explicar os motivos, além das soluções apresentadas, da utilização de TI no desenvolvimento logístico.

2.1. A Influência da TI na Logística

O conceito sobre a cadeia de valor da informação descreve como a TI influencia e ajuda a logística: cada elo (agente) da Cadeia de Abastecimento agrega valor enquanto processa suas matérias-primas, gerando produtos, cada processamento na cadeia de informação enriquece o conteúdo. Na prática, usualmente dispõe-se de um “oceano” de dados, dos quais pode-se extrair diversas informações e então sintetizar algum conhecimento que, enfim, fornece subsídios críticos para a tomada de decisões (MOURA *et al.*, 2003).

Conforme Moura (2003), a cadeia de informações se interagem entre os 4 principais tópicos que originam uma seqüência de acontecimentos envolvendo os Dados, a Informação, o Conhecimento e a Decisão. A figura 2 procura exemplificar esta seqüência de acontecimentos dos 4 tópicos.

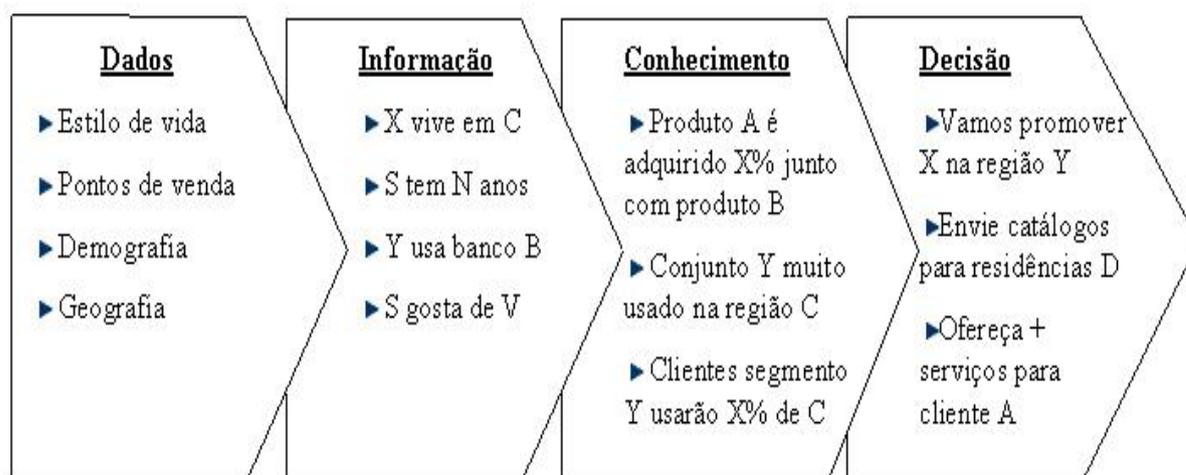


Figura 2: Cadeia de Informações

Fonte: MOURA *et al.*, 2003

Na teoria sobre Sistemas de Informação (SI), encontra-se alguns conceitos interessantes, capazes de facilitar o entendimento da arquitetura dos computadores. Entre esses conceitos está a definição de camadas de softwares, ilustrado na Figura 2, que progressivamente agregam mais recursos e funcionalidades aos computadores.

Para destacar e representar mais sobre as influências da TI na logística serão apresentados os principais retornos potenciais da TI:

1 – Retorno financeiro:

- Redução de custos devido à automação dos processos (ex: *Homebanking*);
- Melhoria na tomada de decisões devido à melhor visibilidade das informações;
- Redução de riscos através do processo de simulação.

2 – Retorno mercadológico:

- Qualificação de clientes;
- Personalização do tratamento no atendimento a clientes;
- Agilidade e velocidade de resposta;
- Tranqüilidade do cliente gerada pela consistência do serviço;
- Aumento da participação do mercado;
- Abertura de novos mercados.

3 – Retorno para os processos internos:

- Melhoria na Comunicação;
- Minimização de redundâncias pela integração;
- Consistência das informações;
- Incremento da produtividade dos processos (enxugando-os);
- Viabiliza maximização da exploração dos recursos;
- Incremento da segurança e confiabilidade.

4 – Retorno em aprendizado e para o futuro:

- Enriquecimento da base histórica aprimorando previsões;
- Prospecção de informações e identificação de oportunidades;
- Opção de compra do mercado futuro (risco de perder competitividade);

- A Implementação agrega inteligência embarcada (melhores práticas).

Há uma grande preocupação dos diretores que demandam qual o retorno sobre o investimento caso decidam pela implementação de soluções informatizadas. A relação dos benefícios é muito expressiva. Naturalmente, muitos destes benefícios que se relacionam a seguir podem ser expressos em termos quantitativos (números). No entanto os demais só podem ser ponderados qualitativamente (sensibilidade intuitiva), o que acrescenta uma relativa complexidade na tomada de decisão.

O valor total do investimento pode ser composto a partir das seguintes contas (MOURA *et al.*, 2003):

- Investimento em hardware;
- Investimento em software;
- Investimento em implementação;
- Investimento em customizações;
- Despesas com pessoal;
- Despesas operacionais.

Ao avaliar a possível implementação de qualquer solução de TI, usualmente recomenda-se que sejam detalhadamente apurados os requisitos e especificações requeridas. Por requisitos devem ser descritas todas as características externas observadas de um sistema, cuja presença é desejada por um usuário, comprador, cliente ou qualquer outra parte envolvida, que atenda as necessidades da empresa no cumprimento de seus objetivos estratégicos.

Os requisitos precisam ser elucidados, triados e formalizados em termos de especificações. As especificações traduzem as funções técnicas capazes de atender às necessidades dos envolvidos, sendo inclusive possível até mesmo aplicar a técnica de QFD (desdobramento da função qualidade) para um efetivo senso de valor nos requisitos requeridos. A partir daí, é fundamental estruturar uma planilha para a tomada de decisões que contenha os seguintes aspectos: alternativas comerciais, diferenciais competitivos, aspectos obrigatórios, aspectos desejáveis, pontuação e riscos (MOURA *et al.*, 2003).

Desta forma, para que se possa tomar a decisão adequada a respeito das soluções em TI, é necessário conhecer a abrangência deste universo.

A empresa ou o profissional de logística, ao ter ou pretender

adquirir uma tecnologia precisa analisar muito bem os motivos dessa aquisição para certificar-se da tecnologia necessária para o cumprimento de sua meta. Para completar a definição do tópico apresentado, a influência da TI é muito importante para demonstrar as necessidades e recursos que as atividades da TI representam na logística e, principalmente, do CAD e seus complementos ou similares.

O desafio da inovação constante, necessário para fazer frente à competição global, exige processos modernos de análise e concepção de soluções logísticas e engenharia industrial. Assim, algumas ferramentas da TI são capazes de impulsionar esses processos, levando-os aos limites do possível, de uma maneira muito mais produtiva. Para compreender a aplicabilidade e benefícios possibilitados por estas ferramentas, parece interessante analisar o processo do design de soluções, que compreende as seguintes atividades (MOURA *et al.*, 2003):

- **Visualização:** Para compreender a situação atual e as relações entre as variáveis relevantes de um problema é recomendável representá-las com esquemas e figuras. Estes desenhos possibilitam uma compreensão global e, se preciso, focalizada, daquilo que é fundamental para as atividades seguintes.

- **Diagnóstico:** É fundamental entender as necessidades dos clientes, procurando identificar os requisitos dos usuários e as especificações técnicas, caracterizando os objetivos e os produtos ou serviços desejados.

- **Concepção:** Esta atividade envolve a criação da ponte, da estratégia para se alcançar a solução. Para gerar soluções, o fator crítico é a criatividade e a imaginação, habilidades humanas praticamente impossíveis de serem automatizadas. No entanto, o conhecimento e a combinação das tecnologias disponíveis amplia as alternativas ao alcance do projetista.

- **Simulação:** É um meio de experimentar um sistema utilizando um modelo, uma representação matemática, no sentido de se observar como o sistema real responderá às variações na sua estrutura e no seu conteúdo. O processo de modelagem do funcionamento do sistema possibilita uma melhor perspectiva das variáveis envolvidas, das variabilidades e da dinâmica dos sistemas, permitindo uma melhor compreensão dos obstáculos e riscos.

- **Validação:** Durante esta atividade procura-se testar o modelo, verificando se o mesmo retrata com suficiente exatidão o sistema real por ele representado, caso contrário ajusta-os na medida das necessidades. Ao término da

validação dispõe-se de um verdadeiro laboratório de testes.

- **Análises:** Assim que a primeira versão do modelo estiver pronta e validada começará a explorá-la. Alterando alguns valores das variáveis procura-se avaliar a dinâmica do sistema, entendendo melhor como funciona e identificando os meios de se otimizar os resultados desejados. É a oportunidade de testar previamente a solução concebida, revolvendo antecipadamente problemas de concepção e de implementação, minimizando riscos e surpresas que consumiriam tempo e dinheiro.

- **Comunicação:** Diversas das ferramentas que serão apresentadas possibilitam gerar apresentações para os envolvidos de maneira muito mais eficaz do que os meios tradicionais, por meio de fóruns virtuais de discussão, indicadores quantitativos, diferentes cenários e alternativas, produzindo gráficos e ilustrações em perspectivas coloridas e vídeos de animação *full-motion* exigindo, para isto, menos pessoas, protótipos, investimentos e tempo.

Já existem, inclusive, soluções que aplicam até a realidade virtual possibilitando a imersão e interação do usuário com o modelo tridimensional, para avaliação ou mesmo treinamentos (MOURA *et al.*, 2003).

Naturalmente, tendo em vista a amplitude das aplicações para processos de pesquisa e desenvolvimento de soluções criadas para as mais variadas necessidades da logística, surgiram umas infinidades de ferramentas.

Na relação a seguir, procura-se categorizar as diversas soluções partindo de semelhanças e afinidades, no sentido de organizar a diversidade de ferramentas. Dentre as ferramentas para desenvolvimento de soluções logísticas, destacam-se 11 ferramentas (MOURA *et al.*, 2003):

- **Sistemas CAD (*Computer Aided Design*):** Os softwares para projeto assistido por computador, outrora restritos em poderosas estações de trabalho, evoluíram, se popularizaram e especializaram em subcategorias, tais como aplicações 3D *middle range*, isto é, licenças que custam em torno de US\$ 2 mil a US\$ 4 mil (*SolidEdge*, *Mechanical desktop*, *SolidWorks* e *Inventor*); Sistemas 2D (*AutoCAD*, *TurboCAD*, *IntelliCAD* e *Microstation*); e ainda soluções para arquitetura (*Arqui3D*, *Floorplan* e *Homedesign*).

- **Sistemas CAE (*Computer Aided Engineering*):** Estes são produtos especializados para apoio às atividades de engenharia, tais como *Cosmos* e *Nastran*, bem como as suítes de *Computer Integrated Manufacturing* (CIM).

- **Sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*):** Os softwares que geram a programação para máquinas de controle numérico (CN), facilitam a integração e asseguram a qualidade entre os processos de concepção e produção. Entre os produtos *high end* desta categoria destacam-se *CATIA*, *SmartCaAM* e *MasterCAM*.

- **Suites CIM (*Computer Integrated Manufacturing*):** Soluções mais abrangentes, que agregam softwares CAD, CAE e CAM, tais como *Unigraphics*, *CATIA*, *Proengineering* e *Idea*.

- **Projeto de fábrica:** Estes softwares auxiliam na criação, análise e otimização de *layouts*, inclusive utilizando a consagrada metodologia de Richard Mutter. Entre os softwares destacam-se o *FactoryCAD*, *Factory Flow* e *Factory View*.

- **Tomada de decisão:** Diversos softwares auxiliam na escolha das melhores alternativas, mas soluções especializadas, tais como o *Expert Choice*, auxiliando na solução de dilemas baseando-se em múltiplos critérios, sejam subjetivos ou objetivos, a partir da modelagem da hierarquia e das comparações do grau de importância entre as combinações das variáveis escolhidas pelos usuários.

- **Gerenciamento de processos:** Trata-se de softwares para o mapeamento de processos administrativos existentes e que também auxiliam no redesenho destes processos. Entre os sistemas desta categoria destacam-se: *ABC Flow Charter*, *AllClear*, *FlowCharting* e *MS-Visio* e *Process FlowCharter*. Uma variação destes softwares conta com funcionalidades de simulação que possibilita otimizar os tempos e custos envolvidos. Entre os sistemas nesta subcategoria tem-se o *ProcessModel*, *Process Charter* e *Simprocess*.

- **Simuladores de processos:** Nesta categoria incluem-se simuladores 2D e 3D para avaliações de processos físicos, máquinas, ferramentas, transportadores, operadores e atividades produtivas. Entre os softwares desta categoria apresentam o *Arena*, *AutoMod*, *ProModel*, *Simul8*, *Taylor* e *Witness*. Existem ainda soluções mais especializadas, como o *ServiceModel* (bancos, varejo e serviços públicos) e *MedModel* (hospitais e laboratórios).

- **Simulação humana e ergonomia:** Softwares como o *Jack* possibilitam simular movimentos de figuras humanas, inserindo nos projetos as restrições naturais e comportamentos de uma pessoa, para análise de movimentos e atividades, limites, postura, conforto e fadiga, antropometria, acesso, entre outros comportamentos.

- **Projeto de embalagens:** Softwares tais como o *CAPE Pack* e

o *TOPS*, auxiliam muito na otimização de projetos de embalagens, avaliando o arranjo do produto na embalagem, modularidade e a amarração da caixa no palete, maximizando o aproveitamento em termos de ocupação nos armazéns, nos veículos de carga ou nos contêineres, considerando também os esforços de compressão por empilhamento, a resistência mecânica dos materiais e acessórios empregados e os custos relacionados a cada alternativa.

- **Modelagem da distribuição:** Estes softwares permitem a otimização de malhas logísticas complexas, com a simulação dos fluxos na cadeia de abastecimento. Por exemplo, analisar quais seriam os impactos nos níveis de serviço e custo logístico total pela alteração da estrutura logística, políticas de estoques e de distribuição. Entre os produtos desta categoria destacam-se o *Guru* e *LogicNet/LogicChain*.

Enfim, com tantas alternativas relacionadas percebe-se que não faltam instrumentos disponibilizados pela tecnologia da informação na caixa de ferramentas do profissional de logística quando a questão é pesquisar e desenvolver soluções ótimas e que se justifiquem com uma relação dos retornos sobre os investimentos requeridos. Mas, o destaque final é que os modernos desafios sejam mais complexos, o fator crítico para conceber a solução ainda reside nas habilidades humanas da imaginação e da criatividade (MOURA *et al.*, 2003).

A imaginação e a criatividade são fundamentais. Contudo, para desenvolver *layouts*, a solução de um CAD aumenta a perspectiva das habilidades humanas descritas e, com o conhecimento logístico e técnico sobre os *layouts* e os padrões normatizados, o profissional desenvolve trabalhos avançados de desempenhos eficazes na produção ou prestação de serviço, de acordo com a necessidade para satisfazer o cliente.

III. CAPÍTULO 2 – LOGÍSTICA EM *LAYOUT*

O *layout* ou planejamento do espaço é o foco central do projeto de instalações e domina o pensamento da maioria dos gerentes. Mas, o *layout* da fábrica ou do escritório é apenas um nível de detalhe (LEE, 1998).

O ideal seria que o projeto de uma instalação partisse do geral para o particular; da localização global para o posto de trabalho. As questões estratégicas maiores são decididas em primeiro lugar.

O projeto completo de uma instalação exige o envolvimento de vários setores dentro de uma organização: vendas e marketing, compras, recursos humanos, contabilidade e outros. O trabalho dos arquitetos, engenheiros industriais, engenheiros de processo é mais visível.

A função central estratégica das instalações coloca seus projetistas em uma posição especial. Os engenheiros industriais podem assumir a função limitada de organizadores de equipamentos ou podem assumir papéis mais amplos como educadores e catalisadores da discussão estratégica organizacional.

Em geral as funções devem facilitar a elaboração de um *layout* estrategicamente organizado e que facilite a produção ou característica do ambiente a ser desenvolvido segundo o objetivo da empresa, além de reduzir custos e gargalos na

produção.

3.1. Instalações de Trabalho na História Moderna

Segundo Lee (1998), as oficinas que serviam as necessidades dos artesãos foram às instalações industriais da Idade Média. Eram pequenas e centradas em torno de uma habilidade única como fabricação de armas e selas. Sua organização era simples e clara.

Durante a Revolução Industrial, a energia e o movimento da matéria-prima determinaram o projeto das instalações. As indústrias têxteis exigiam grandes quantidades de água para gerar energia e sua organização era dominada por estranhos eixos e correias.

As primeiras indústrias de ferro e aço localizavam-se próximas a rios, ferrovias ou minas; seu projeto era determinado pelas necessidades de transporte de carvão, minério de ferro e calcário.

As primeiras instalações de produção de larga escala foram desenvolvidas no século XIX. Essas instalações geravam um grande número de produtos manufaturados. No início do século XX, a evolução das tecnologias de informação e produção em massa exigiu instalações que otimizavam o fluxo de materiais. A microdivisão do trabalho tornou a habilidade menos importante do que a movimentação eficiente do produto.

Na segunda metade do século XX, a informação e o conhecimento começaram a dominar a produção industrial. A educação e as habilidades da força de trabalho nas regiões industrializadas do mundo aumentou. Como resultado, as instalações industriais precisaram otimizar a coordenação das pessoas, processos e produtos.

Ainda segundo Lee (1998), retornando à Idade Média para descrever as Instalações Governamentais, estas mais importantes eram as fortalezas. Sua principal função era defender a cidade contra os bandos e cidades/estados vizinhos. A fortaleza de Rocroi, ao norte da França, é um exemplo. Ainda intacta, é um testemunho da durabilidade, custo e obsolescência dessas fortalezas.

Na época da Renascença, as fortalezas tinham se transformado em palácios. Sua missão principal era proporcionar conforto aos seus habitantes, bem como projeção de poder e prestígio. Os construtores de muitos prédios do governo queriam

intimidar os possíveis inimigos, tanto estrangeiros quanto domésticos.

Os governos não podiam mais sobreviver apenas através da guerra ou da ameaça da guerra. Seus constituintes exigem valor agregado em uma ampla variedade de atividades humanas. Da mesma forma, muitas instalações governamentais estão sendo projetadas visando operações eficientes, e não projeção de poder. O Serviço Postal Norte-Americano é um excelente exemplo. Os correios construídos no início deste século eram marcos da arquitetura. Sua missão era exibir o poder, a estabilidade e o prestígio do governo federal. Os correios construídos atualmente são praticamente centros de transporte que visam otimizar o fluxo de correspondência. Sua principal missão é a distribuição eficiente da correspondência.

Para as instalações baseadas no conhecimento tem-se o conhecimento como principal meio de trabalho. O mosteiro medieval, por exemplo, foi um dos primeiros repositórios de conhecimento em sua época. A igreja usava esse conhecimento para competir com os governos em busca de poder e influência. O trabalho baseado no conhecimento depende principalmente da capacidade mental.

No ambiente atual da manufatura, a maior parte do trabalho que exige pura força muscular foi eliminada há muito tempo. Grande parte do trabalho que exigia destreza manual foi substituída por equipamentos computadorizados como máquinas com controle numérico ou equipamentos de medição coordenada. Portanto, o conhecimento e a informação subjacente tornaram-se as principais fontes de valor. Muitas organizações existem com o único propósito de processar informações e distribuí-las. Suas instalações devem refletir e aprimorar essa função (LEE, 1998).

Os projetistas de instalações sempre trabalharam com materiais, produtos, processos, informações e pessoas. Sua tarefa é organizar processos de trabalho em espaços e prédios, visando o desempenho ideal. Isso não mudou e não vai mudar, mas mudanças rápidas em tecnologia, política e cultura exigem uma compreensão e uma análise mais fundamental do projetista de instalações. Não é mais suficiente copiar uma linha de montagem simplesmente porque foi bem-sucedida em outro lugar.

Além da tendência em longo prazo em direção ao trabalho cada vez mais baseado no conhecimento, outras tendências de natureza estratégica estão afetando as empresas. O planejador de instalações deve catalisar ou liderar a adaptação de uma organização a fatores externos sempre dinâmicos (LEE, 1998).

Na história, portanto, muitos fatores destacam a importância de um

layout bem elaborado para com a logística. O planejamento do espaço e do terreno auxilia na definição do *layout*.

3.2. Planejamento do Macro-Espaço e do Terreno

O planejamento de macro-espaço é freqüentemente o nível mais importante do planejamento da instalação. Estabelece a organização fundamental da fábrica e os padrões de fluxo de materiais com efeitos a longo prazo. De rotatividade de pessoal à qualidade da entrega, o planejamento de macro-espaço influencia quase todas as medidas de desempenho da instalação e da organização (LEE, 1998).

Pode forçar o novo exame de mercados, produtos e processos. Pode proporcionar grandes melhorias na produtividade e lucratividade. Pode posicionar uma empresa na direção da lucratividade e do crescimento. Feita superficialmente, pode deixar de questionar problemas importantes. A abordagem do planejamento do macro-espaço possui a estrutura conceitual, modelo de planejamento do projeto, convenções e recursos auxiliares de projeto.

A análise de espaço revela o espaço atual em uso. Os diagramas de espaço indicam se o *layout* existente é principalmente funcional, focalizando no produto ou combinação, bem como os produtos que usam produção em linha ou celular e os que usam modos de *layout* funcionais. Essa análise de espaço também ajuda a definir células de *layout* posteriormente no projeto e pode ser a base para os cálculos de necessidades de espaço na nova instalação.

O perfil de espaço também revela desequilíbrios no uso do espaço. O espaço de valor agregado geralmente representa 60% ou mais do uso total de espaço nos melhores planejamentos de espaço. Quando o espaço de valor agregado é inferior a 30%, há oportunidades significativas para melhoria. Grandes quantidades de espaço de armazenamento podem indicar uma necessidade de programar análises do sistema. O uso de grandes quantidades de espaço para inspeção ou reparo podem indicar problemas significativos de qualidade (LEE, 1998).

Quando as operações focalizam um problema, um diagrama de classes de espaço do produto é útil. Ele classifica o espaço por produto. Cada grupo de produtos possui um padrão ou cor. O espaço usado para operações associadas a um único grupo de produtos terá apenas uma cor, enquanto operações associadas a vários grupos de

produtos terão muitas cores. Um *layout* baseado no produto gera um diagrama de espaço do produto “limpo” e um diagrama funcional de espaço “confuso”. Um *layout* focalizado no processo (funcional) tem representação inversa.

Segundo Lee (1998), dentre os pontos a destacar, tem-se Analisar o Espaço com a ajuda dos que estão familiarizados com as operações. A análise começa com o desenho atual da instalação, preferivelmente mostrando os principais departamentos e talvez detalhes de localizações de equipamentos e móveis. As cores ou padrões são usadas para codificar os espaços assinalados nesse desenho. A representação e várias linhas funcionam bem para gráficos manuais. Em muitos sistemas de CAD e outros softwares gráficos, é mais fácil usar linhas variáveis, escalas de cores e cores; tendo quando disponíveis, as cores ilustram expressivamente a natureza da rede de afinidades.

A coleta e apresentação dessas informações podem alertar os gerentes para questões importantes. Como ocorre com outras tarefas de obtenção de informações, esse é um resultado importante da análise de espaço. A análise deve encorajar os gerentes a começarem a fazer perguntas como:

- Por que se usam 40% de instalação para armazenamento e estes estão sempre em falta na hora da entrega ao cliente?
- Por que os corredores de instalação são desordenados e caóticos?
- Por que o Produto A exige 18% do espaço de instalação, mas gera apenas 3% de vendas e 0,5% de lucros?

Portanto, grande parte do espaço parece desordenada e dispersa. O diagrama de espaço existente não mostra um planejamento subjacente claro. As proporções de uso de espaço são melhores do que em muitos outros setores, mas poderiam ser melhoradas. Talvez haja oportunidades significativas em reduzir as áreas de armazenamento e tráfego. Algumas partes da fábrica têm corredores estreitos. Outras têm corredores largos demais, que se transformam em áreas de armazenamento de itens semi-acabados.

A infra-estrutura física sustenta operações para todas ou para a maior parte da linha de produtos, mas não contribui diretamente com o processo. Por essa razão os elementos da infra-estrutura física não aparecem nos diagramas de processo. A infra-estrutura raramente se relaciona a um único produto ou grupo de produtos.

Entre os exemplos estão: refeitório, departamento de manutenção,

aquecimento, ventilação e espaço para o sistema de ar condicionado, além de centrais elétricas. Esses elementos são necessários para operações e são essenciais ao planejamento de espaço, embora possam ser facilmente ignorados.

Uma *Checklist* da infra-estrutura física ajuda a catalogar esses recursos. O uso dessa lista envolve sua análise por um pequeno grupo de pessoas qualificadas. As perguntas a serem feitas são:

- Todos os itens estão na instalação atual?
- Um item semelhante será necessário na nova instalação ou no novo planejamento de espaço?

Essa lista conterà informações para a tarefa de definição de células, posteriormente no projeto. A lista destas informações a serem coletadas foi elaborada conforme Lee (1998), estão no anexo A deste trabalho.

Ao desenvolver o planejamento inicial de ocupação máxima e o planejamento intermediário, define-se pela primeira vez o espaço de uso imediato. Os futuros planejamentos de espaço também devem ser previstos e os custos de transição minimizados. Por exemplo, a construção de docas de carga é cara. Portanto, elas devem ser construídas em locais que não serão afetados por futuras expansões. Da mesma forma, as estações de montagem leve são fáceis de movimentar. Sua posição não é crítica.

A flexibilidade de espaço ou o custo de movimentação de espaço e a complexidade da instalação também devem ser considerados. A Figura 3 a seguir ilustra esse ponto. A flexibilidade de Unidades de Planejamento de Espaço UPEs é reduzida se elas incluírem instalações especiais e representarem produção muito pesada. A flexibilidade das UPEs aumenta com a produção mais leve e as instalações mais simples.

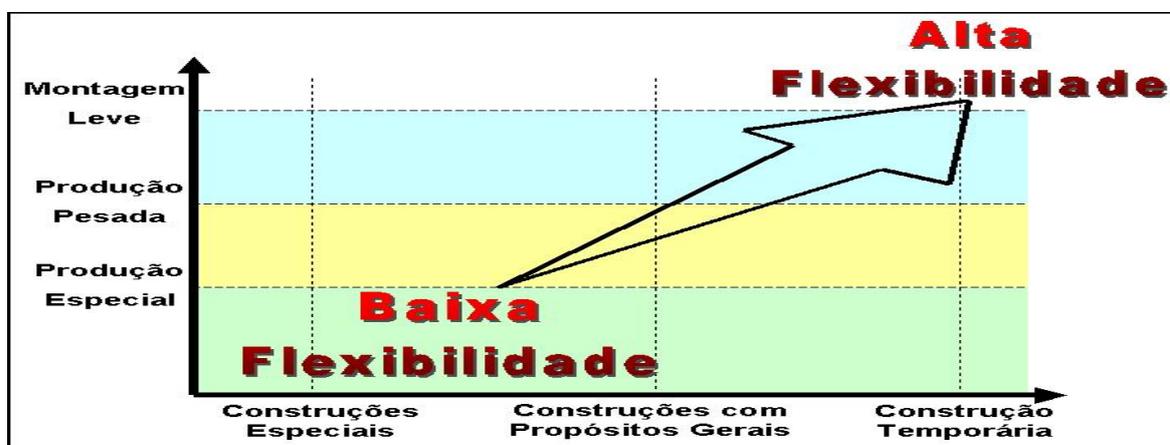
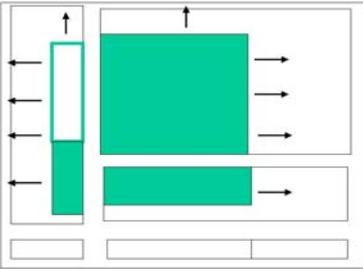
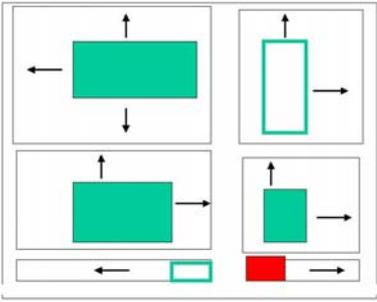
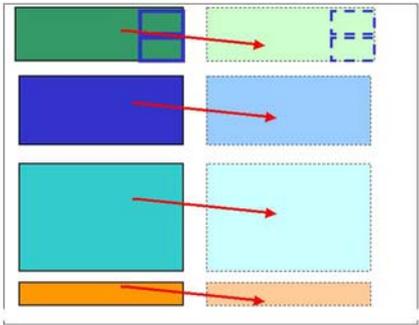
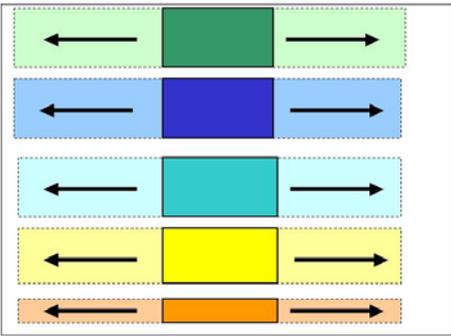


Figura 3: Flexibilidade do Processo e da Instalação

Fonte: Lee, 1998

Para o planejamento de desenvolvimento, os projetistas podem escolher entre diversos tipos ou variações: zonas, blocos, planejamento duplicado e faixas. O quadro 2 mostra esses tipos de planejamento de espaço e desenvolve um conhecimento importante para *layout*.

Quadro 2: Estilos de desenvolvimento de Terreno

Ilustração	Planejamentos	Características
	De Zonas	As áreas são reservadas para expansão externa a partir de uma região central
	De Blocos	As áreas são bloqueadas por tipo de função ou espaço. Cada família é expandida dentro de um bloco determinado.
	Duplicado	Cada instalação equilibrou o espaço. As expansões são duplicações do original.
	De Faixas	As áreas são reservadas em faixas que ocupam toda a instalação. Trata-se de um tipo especial de planejamento de zonas.

Fonte: Lee, 1998

Um planejamento de zonas começa com a definição da parte central do espaço. Cada UPE, função ou atividade possui uma zona afim. À medida que surgem as necessidades de ampliação do espaço, as UPEs se expandem sem ultrapassar os limites das zonas atribuídas a elas. Os planejamentos de zonas permitem o crescimento ordenado sem alterar a organização da produção (LEE, 1998).

Entretanto, à medida que as UPE se tornam cada vez maiores, podem se desenvolver dificuldades de coordenação e controle, especialmente se o crescimento também aumentar a variedade de produtos.

Um planejamento de blocos começa com blocos de terreno designados para cada função ou área com grandes distâncias entre UPEs. Cada prédio pode então expandir dentro de seu bloco. Os planejamentos de blocos funcionam bem quando cada UPE é uma entidade contida em si mesma. Um planejamento duplicado começa com uma instalação inicial, que é clonada em um terreno adjacente. Isso evita o problema de aumento de escala; entretanto, significa aumento de capacidade em grandes incrementos.

Um planejamento de faixas é uma versão especial de um plano de zonas na qual cada UPE se expande horizontalmente. Essa é uma boa abordagem para processos simples, lineares, que se expandem à medida que são acrescentadas novas unidades de produção.

Portanto, estes tópicos e definições procuraram estabelecer alguns dos elementos fundamentais da seleção e do planejamento de terreno e de macro-espaço, demonstrando como alguns dos níveis de detalhe se ajustam ao ciclo total de planejamento da instalação. Os planejamentos modelos de projetos descrevem as etapas necessárias para selecionar e planejar um terreno, sendo pequeno ou macro. Quando todas as tarefas forem concluídas, incluindo outros detalhes mais amplos, o resultado será um planejamento que deve satisfazer todos os indivíduos que participam do processo e com as ferramentas CAD, podendo alterar os projetos a tempo de satisfazer a todos.

3.3. Ergonomia

A ergonomia é o estudo do trabalho sua relação com o corpo humano e seus limites. A meta comum é a maximização dos resultados sem prejudicar fisicamente o operador. Para alcançar essa meta, os projetistas adaptam tarefas e a estação de trabalho aos indivíduos, e não o contrário (LEE, 1998).

A fisiologia, biomecânica e antropometria são as áreas da ergonomia mais úteis ao projetista de estações de trabalho.

A Fisiologia estuda o processo dos músculos queimando os nutrientes (combustível), liberando energia e gerando subprodutos metabólicos (desperdício), comparando o funcionamento humano ao de uma máquina, observando ainda, duas categorias de demandas fisiológicas normalmente relevantes durante o trabalho: estática e dinâmica (LEE, 1998).

O trabalho estático ocorre quando o corpo permanece em uma posição estática durante um longo período. O sistema músculo-esquelético não é adequado ao trabalho estático prolongado, pois o corpo não consegue fornecer nutrientes novos a tecidos estressados. Além disso, os produtos excretados permanecem nesse tecido estressado. Os músculos e tendões podem ficar inflamados. A fadiga desenvolve-se rapidamente, mesmo quando a carga estática é reduzida 30% da força máxima.

O trabalho dinâmico movimenta o corpo e os nutrientes e os produtos excretados entram e saem dos músculos. Conseqüentemente, os músculos podem trabalhar por períodos prolongados se a carga máxima sobre o corpo for significamente inferior à capacidades estática máxima. A tolerância normalmente limita o trabalho dinâmico quando as cargas não são extremas. Normalmente, as tarefas não devem exigir que os operadores exerçam mais de 30% de sua força muscular máxima de uma forma prolongada ou repetitiva. Todos os exercícios musculares acima de 50% do nível máximo devem ser evitados.

A Biomecânica é o estudo das forças mecânicas que atuam no movimento humano, inclusive as interações entre os indivíduos e seu ambiente físico. Os princípios biomecânicos são usados para minimizar o dano aos músculos, articulações e tecidos. Esse dano pode resultar de uma força única, como carregar um objeto pesado demais ou mover um objeto de uma posição complicada. O dano também pode resultar do acúmulo de pequenos esforços repetitivos. Há três ações no local de trabalho que podem causar dano (LEE, 1998):

- Movimentos articulares externos: amplificam as forças que atuam na articulação, podendo impedir que o operador aplique a força máxima e aumentar o dano resultante da força usada pelo operador;
- Força excessiva: Usada para levantar, espremer ou empurrar um objeto é a principal causa do dano. Frequentemente, essa força excessiva combina-se

com a repetição ou o movimento articular extremo. A necessidade de força excessiva nem sempre resulta do projeto da estação de trabalho: pode resultar da manutenção deficiente de ferramentas e equipamentos ou da prática ou ignorância do operador.

- Movimentos altamente repetitivos: a repetição aumenta o efeito prejudicial das forças musculares. Quanto mais freqüente e constante a repetição, maior o dano.

A Antropometria estuda as dimensões, o peso e as forças de segmentos do corpo humano. Dados antropométricos ajudam no projeto e dimensões da estação de trabalho do operador. O projeto clássico considera como padrão o homem médio. Os projetistas devem determinar os critérios que se aplicam ao problema específico. Os principais se restringem a quatro limitações da antropometria ergonômica: espaço, alcance, postura e força (LEE, 1998).

Um *layout* pode ser entendido como aquele que se adapta plenamente aos itens produtivos, buscando uma combinação ótima entre todos os fatores envolvidos (ABRANTES, 2003).

A busca de resultados e o aumento de produtividade são fundamentais nas empresas, e eles tecnicamente poderão ocorrer – entre outros caminhos – por meio de *layouts* racionais com fluxos contínuos; melhor ocupação da máquinas, equipamentos e mão-de-obra; racionalização dos transportes internos, redução de estoques intermediários, etc.

Dentro desse contexto, o fator mais importante é o ser humano. Este, dentro de um arranjo físico, é o elemento mais flexível, pois é movimentado e deslocado com mais facilidade que os materiais e as máquinas. No entanto, apesar de toda a sua flexibilidade, é o que exige maiores cuidados em todos os sentidos.

No desenvolvimento ou alterações de *layouts*, uma série de objetivos técnicos são e devem ser observados, porém não devem ser deixados de lado os objetivos humanos relacionados com ergonomia e segurança no trabalho.

Um bom termômetro para saber se um *layout* é adequado ou não ao elemento humano é observar a aparência das pessoas que trabalham no local. Quando o ambiente é seguro e ergonomicamente correto, a expressão facial e corporal dos funcionários responde positivamente aos estímulos do local.

Muitos são os objetivos humanos a serem buscados através de um *layout*, porém dois são fundamentais (ABRANTES, 2003):

- Prevenir riscos de acidentes e doenças ocupacionais;
- Elevar o moral e a satisfação dos funcionários.

É bom lembrar que, na busca do equilíbrio do elemento humano em um ambiente de trabalho, o arranjo físico tem um papel fundamental, porém os aspectos relacionados com prevenção a acidentes e doenças ocupacionais, não poderão ser deixados de lado em nenhum momento e deverão ser constantemente revisados.

3.4. Modelagens Dinâmica, Física e Tridimensionais

Segundo Menegon e Camarotto (2004), a modelagem física, juntamente com a modelagem dos fluxos, trata das considerações pormenorizadas do arranjo físico de uma unidade produtiva. No que pesem as decisões anteriormente assumidas pelos projetistas, é nesta etapa que os seus efeitos serão avaliados em pormenores. Partindo dos *templates* originalmente obtidos, os equipamentos serão arranjados dentro dos setores da unidade, buscando-se avaliar as diferentes possibilidades de configuração e os seus impactos.

Continuando os procedimentos, ao final do processo de detalhamento do arranjo físico, apresenta-se como resultado as várias possibilidades e integração dos blocos produtivos, utilidades e serviços. A Figura 4 ilustra as possibilidades para o diagrama de blocos final.

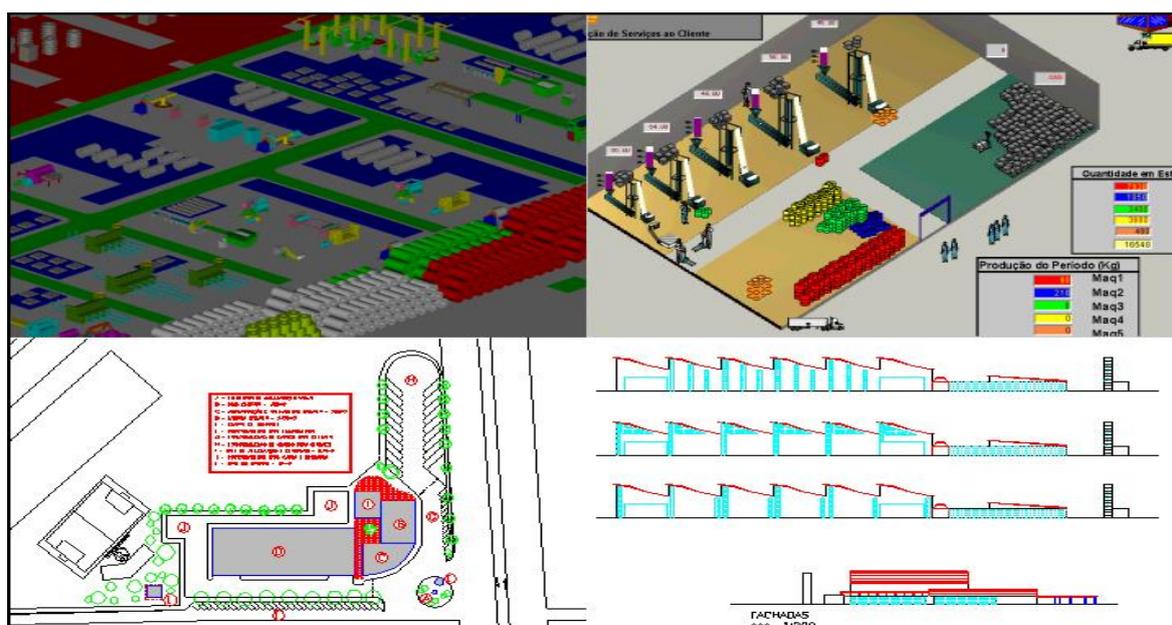


Figura 4: Modelagens Exemplares

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

As facilidades computacionais gráficas permitem que os modelos possam ser gerados já em 3D e em algumas situações é recomendável proceder-se à modelagem bidimensional. Destacam-se duas aplicações: para estudos pormenorizados de situações produtivas absolutamente novas, onde os detalhes do sistema produtivo são pouco conhecidos; e, em arranjo que envolve mais de um nível. Nestes casos, o modelo tridimensional possibilita uma avaliação mais precisa da situação, permitindo introduzir no processo de projeto, considerações de ordem ergonômicas de segurança e de interferências entre atividade. A figura 5 ilustra uma aplicação envolvendo a ergonomia também e a figura 6 uma aplicação para fabricação em níveis (dois exemplos ilustrativos). No caso, observa-se a saída de materiais do setor tabuinhas, que por gravidade são transportado do piso superior para o piso inferior e deste, por correias transportadoras até o bloco de tratamento.

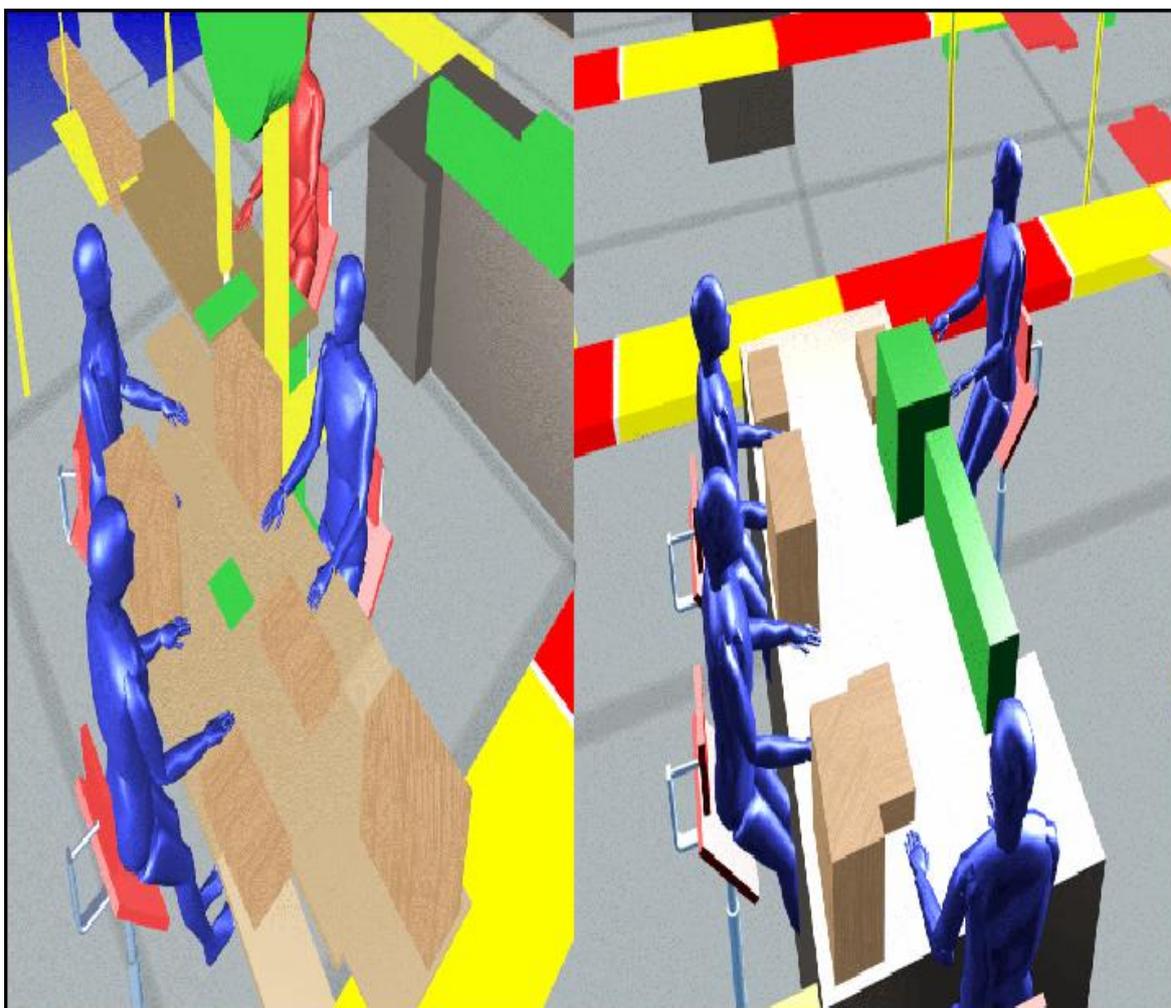


Figura 5: Representação tridimensional de um posto de trabalho.

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

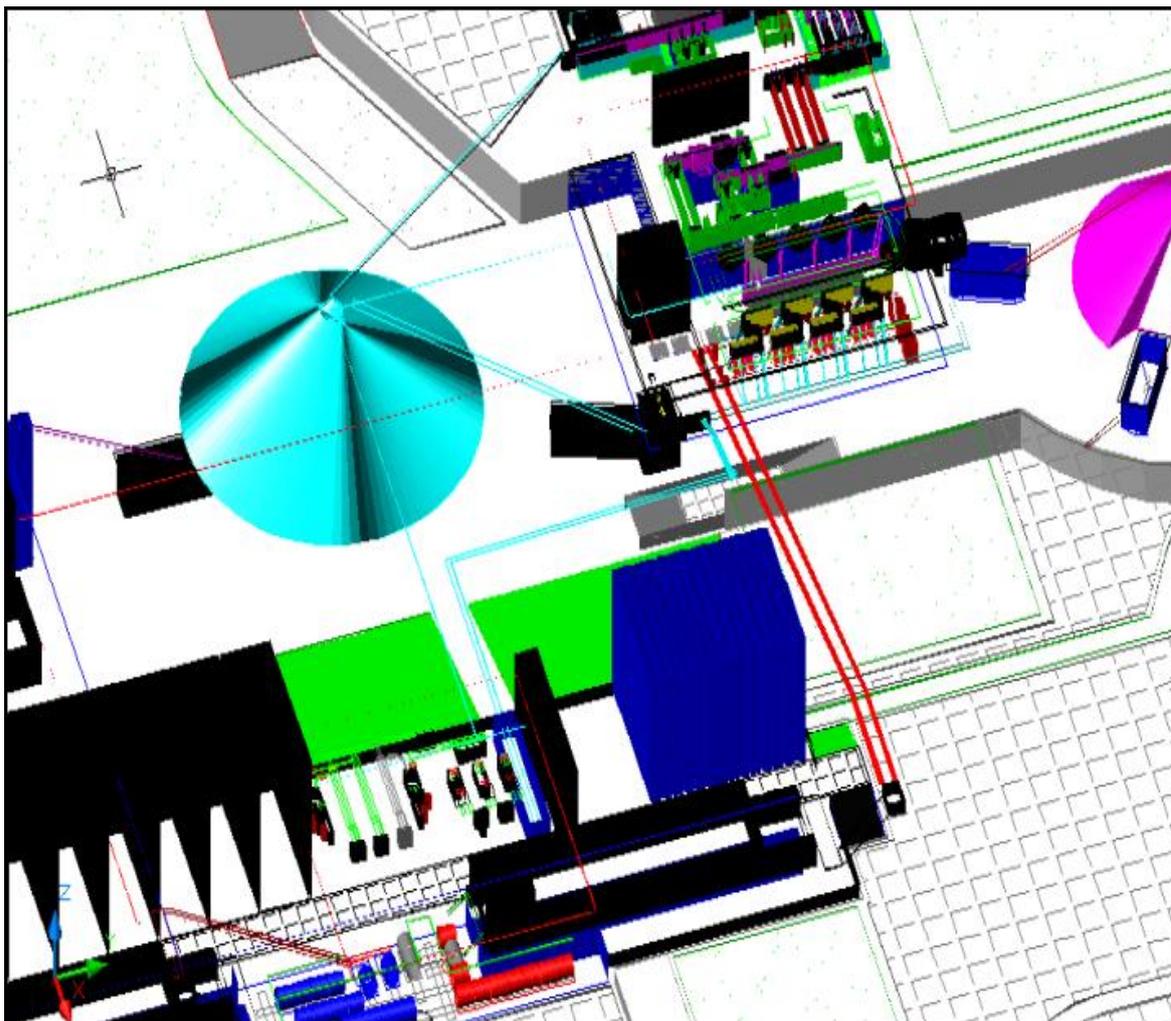


Figura 6: Modelagem tridimensional para uma fábrica.

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Além das situações anteriores onde a modelagem tridimensional é necessária, para qualquer situação de projeto a utilização das técnicas de representação tridimensional são superiores e possibilitam maior facilidade de comunicação e superioridade na tomada de decisão. Não se pode esquecer que, numa equipe de projeto, nem todos são projetistas, envolvendo sujeitos com maior ou menor competência na linguagem de desenho. Representações com maior grau de iconicidade facilita a compreensão e melhoram o processo de discussão.

Os modelos físicos e de fluxos, constituem o objeto central do projeto do *layout*. Suas elaborações demandam tempo e os resultados finais só podem ser completamente compreendidos e justificados se, durante o processo, os envolvidos mantiverem alto grau de interação. A partir destes, análises mais refinadas são realizadas por meio de simulações. Ao final deste processo uma solução emerge para a implantação.

Concluído o processo de desenvolvimento do projeto conceitual para o *layout*, deve-se tratar com maior grau de especificidade a implantação da unidade, em termos de ocupação do terreno e da configuração das edificações. Na realidade, a consideração de um local em específico sempre irá implicar em mudanças no *layout* conceitual e adaptações. A Figura 7 ilustra a representação bidimensional de uma empresa mostrando uma área, sem nenhuma utilização atual, mas com possibilidades de adaptações e mudanças.

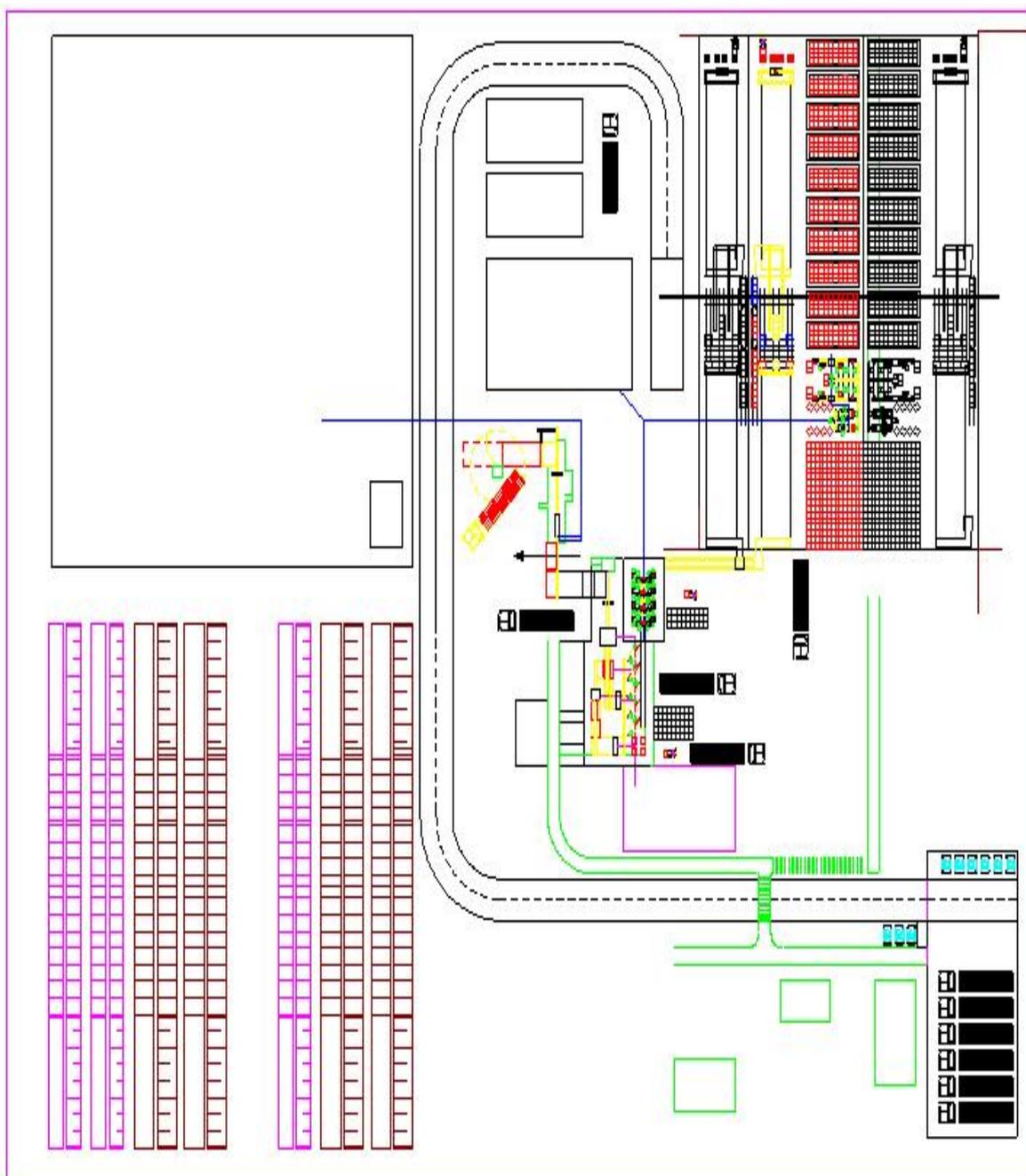


Figura 7: Modelagem bidimensional ilustrando outra fábrica

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Outra representação bidimensional está ilustrada na figura 8, onde é ilustrado o espaço de manobra dos caminhões nos pátios referentes às ações a serem realizadas, os fluxos de movimentação em azul claro e todo o terreno, com as pistas de movimentação, com áreas já desenhadas entre as pistas e áreas de vegetação que podem ser planejadas para futuras ampliações da empresa. Todo este projeto foi desenhado em CAD bidimensional que pode ser facilmente ajustado para as mudanças necessárias, além de realizarem cálculos de áreas e dimensões com maior precisão.

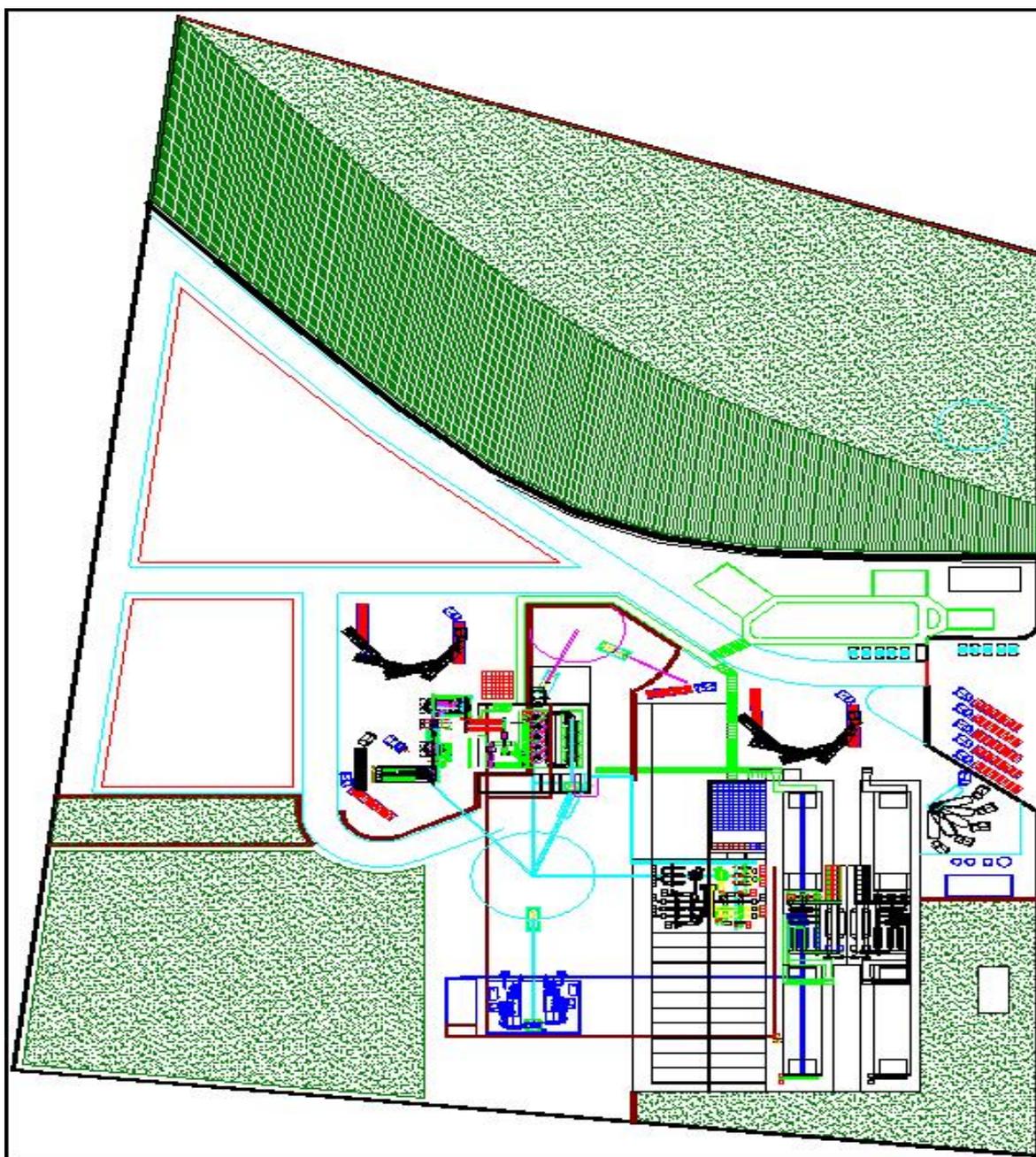


Figura 8: Outra Modelagem Ilustrativa

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Para apresentar mais a utilização do CAD na elaboração de *layout*, o exemplo ilustrado na figura 9 procura demonstrar o detalhamento ainda bidimensional, mas que pretende representar os detalhes e informações referentes a cada parte do terreno, informando através de uma legenda o significado de cada área ou tópico da empresa, além do desenho ilustrar uma vista desenhada de 3 outros lados a serem observados a empresa. Este desenho foi feito no AutoCAD da linha de softwares e licenças da *AutoDesk*.

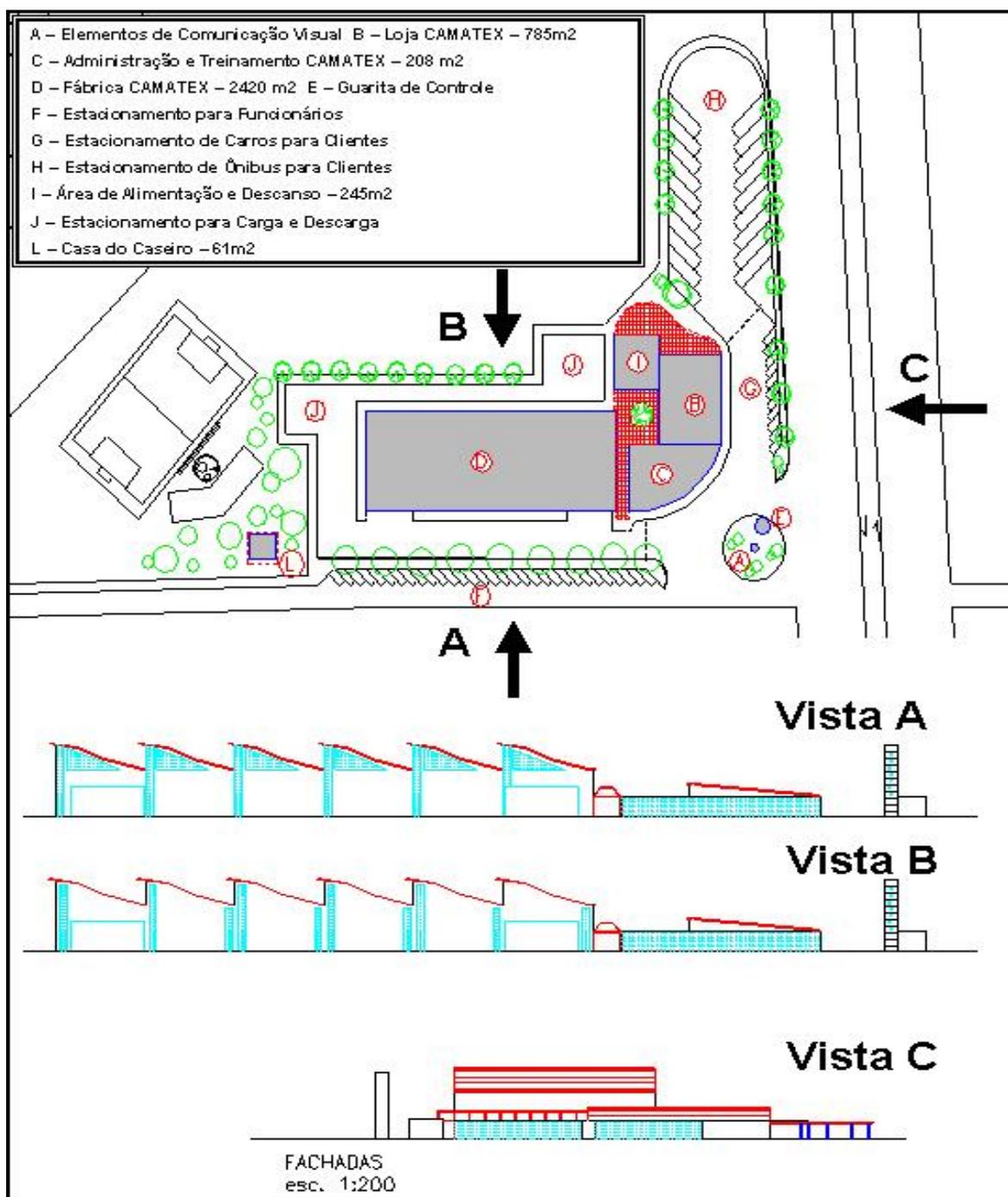


Figura 9: *Layout* Industrial em Auto CAD

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Afora a diferença entre planejamento e execução, a etapa de definição da ocupação do terreno deverá dar conta das questões de relacionamentos entre edificações e vizinhanças e particularmente da expansão futura da unidade. Tais questões serão apresentadas a partir de uma série de exemplos.

A figura 10 ilustra uma representação tridimensional de um centro de distribuição, demonstrando com numerações a representação e significado de cada pavimento e que também pode ser ampliado próximo ao ponto número 1. As ilustrações de caminhões também detalham os locais de estacionamento, movimentação e representação de pontos de carregamento e descarregamento. Neste caso, destaca-se o número de unidades e os diferentes sistemas de movimentação que deverão estar compatibilizados na implantação.

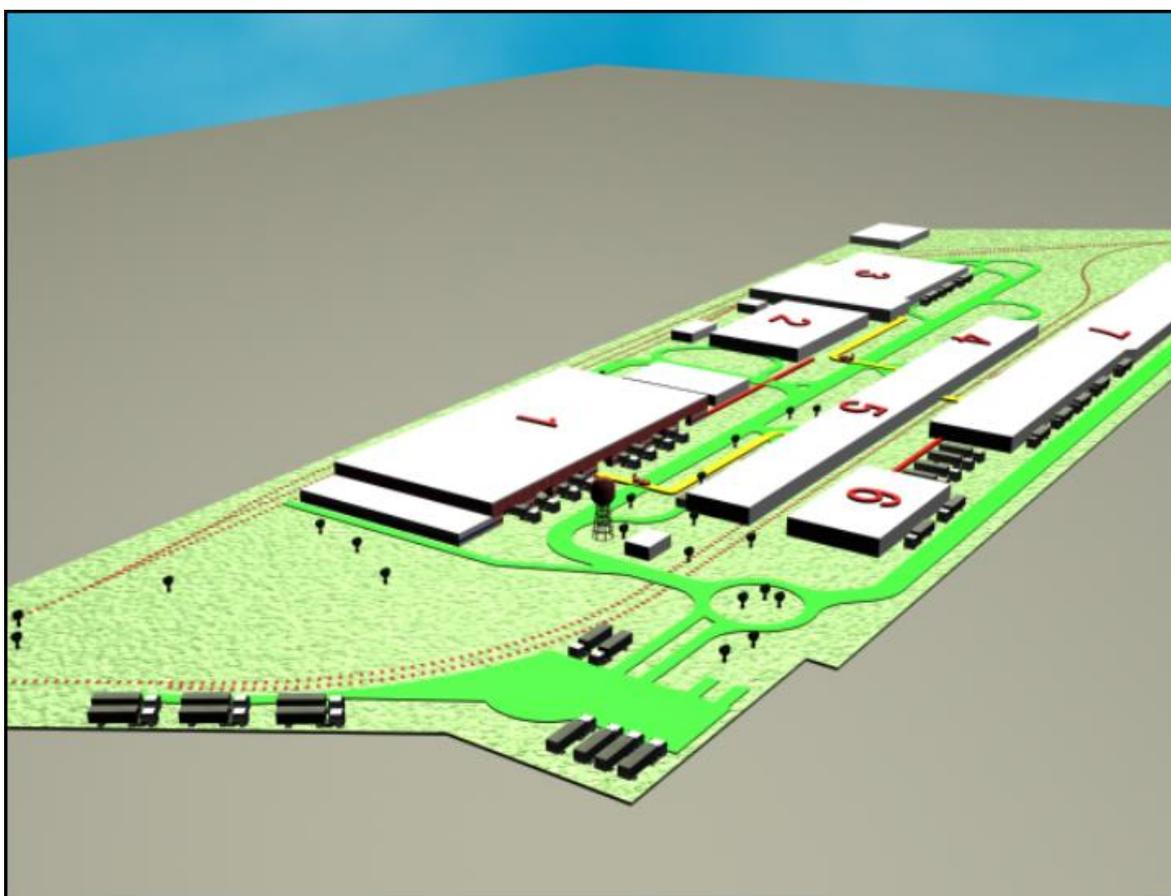


Figura 10: *Layout Industrial em 3D*

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Para ilustrar uma representação tridimensional de futuros planejamentos de mudanças, a configuração real e as implantações de futuras instalações foram representadas nas figuras 11 e 12 respectivamente. Com destaque para o planejamento das vias de circulação e as ampliações futuras.



Figura 11: *Layout* Industrial em 3D Fase Real

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.



Figura 12: Fase de Implantação de Futuras Instalações

Fonte: Menegon e Camarotto, 2004.

Os métodos e técnicas que os projetistas utilizam são bastante simples e podem induzir uma falsa visão de que o problema de construção do *layout* é trivial. Na realidade tais técnicas são ferramentas de auxílio ao projetista e não irá por si levar a uma boa solução. Esta depende sim da competência dos envolvidos no projeto e do completo entendimento dos problemas decorrentes do tipo de indústria e das restrições estabelecidas pelo ambiente (MENEGON e CAMAROTTO, 2004).

Os *layouts* são muito importantes para a construção e elaboração do local e espaço a ser utilizado e com uma ferramenta CAD destaca e mostra toda a percepção do real que será desenvolvido. O CAD realiza como a solução de TI específica, dentre as soluções apresentadas no quadro 1, para o destaque e concepção dos investimentos realizados e com estratégias definidas da evolução futura do espaço. Assim o próximo capítulo procura descrever e mostrar as principais definições e características desta solução.

IV. CAPÍTULO 3 – CADS (DESENHOS AUXILIADOS POR COMPUTADOR)

Os sistemas de desenho auxiliados por computador foram introduzidos em 1964, pela IBM e o primeiro sistema complexo ficou disponível no mercado em 1970, pela Application Incorporated. Porém, só recentemente foi sentido o impacto deste instrumento técnico, pois a partir da década de 80, muitas indústrias começaram a utilizar o CAD, como ferramenta integrante do departamento de projetos. Uma das maiores características do CAD é a rapidez, pois através dele a manipulação e a análise de projetos é efetuada mais rapidamente do que por métodos tradicionais, e a variedade de tarefas que o CAD pode executar está limitada apenas pelo programa escrito, já que tais softwares possuem uma área de programação.

De acordo com as pesquisas, existem muitos dos mais avançados softwares em design (CAD) disponíveis no mercado nacional e internacional: Alias - Fabricado pela Alias / Wavefront, I-DEAS Master Series - Structural Dynamics Research Corporation, AutoCad / Autodesk Mechanical Desktop - Autodesk, PRO / Engineer - Parametric Technology Corporation, SolidWORKS - SolidWORKS, Trispectives Professional - 3D / Eye. Dentre todos citados vale salientar que o AutoDesk AutoCAD, hoje na versão 2006, é o mais difundido mundialmente (MUNDOCAD, 2005).

Conforme a definição e história, desde 300 a.C., o processo de criar

formas geométricas regulares ou não, é através do uso de papel, lápis, régua, compasso, que manipulados adequadamente, seguindo procedimentos bem determinados, geram as mais diversas figuras representando objetos. O surgimento da computação provocou um impacto muito grande em praticamente todas as atividades industriais e científicas, onde se expandiu rapidamente. Havia, porém, uma área ainda intocada pelos computadores: a linguagem de formas construtivas, geométricas, enfim, a criação com a linguagem de desenhos (MUNDOCAD, 2005).

O uso da computação exigia, então, conhecimentos de programação; linguagens e metodologias computacionais, que não eram exatamente do âmbito dos usuários: projetistas, desenhistas, engenheiro, arquitetos etc. Na década de 60, bases daquilo que seria a computação gráfica foi inventada e pela primeira vez passou-se a interagir com o computador através da linguagem usual de desenho, ou seja, solicitando-se o desenho de linhas e círculos, que eram mostrados nas telas dos terminais. A utilização dos recursos de *Computer Aided Design* (CAD)/ *Computer Aided Manufacturing* (CAM)/ *Computer Aided Engineering* (CAE) requer do profissional basicamente aquilo que já faz parte do seu universo de trabalho, não requerendo, portanto, profundos conhecimentos de ciência computacional. Uma boa definição de computação gráfica (compugrafia ou NBR11424 ou NBR11423, segundo ABNT, comitê CB-21) é que a computação gráfica é a arte ou ciência de produzir imagens gráficas com o auxílio de computador.

O conceito CAD só passa a existir quando se juntam recursos computacionais ao desenvolvimento do produto, através de ação sobre seu modelo computacional. O conceito CAM passa a existir, somente quando se juntam recursos computacionais as máquinas-ferramentas para geração de peças e formas automaticamente. Portanto, o que distingue CAD/CAM de outras aplicações de engenharia e manufatura em computador é, basicamente o uso de recursos gráficos interativos, modelagem geométrica e reutilização da informação de produto armazenada. Embora possam operar de forma independente, somente com um banco de dados integrado e compartilhado, o uso de CAD e de CAM se torna eficaz e produtivo a fim de assegurar o retorno do investimento.

Com a evolução dos computadores, durante 1962, Ivan Sutherland no MIT estabeleceu na sua tese de doutorado, que sistemas gráficos interativos eram viáveis. O resultado do seu trabalho foi um filme mostrando a computação gráfica que, resultado de ampla divulgação, criou grande interesse no conceito. Sutherland introduziu e desenvolveu muitas das idéias fundamentais e técnicas, que ainda estão em uso hoje em

dia. No mesmo período, a General Motors e Lincoln Laboratories demonstraram independentemente a possibilidade da utilização dos tubos de raios catódicos (CRT) como terminais gráficos (LANCHARRO, 1991).

Na área de CAM, as novas tecnologias foram no sentido de fazer a ferramenta trabalhar a peça mais rapidamente. Provavelmente, a tecnologia CAM mais conhecida e amadurecida seja o Controle Numérico (C.N.) (MUNDOCAD, 2005).

As duas primeiras linguagens de programação desenvolvidas no final dos anos 50 foram APT e PRONTO. Isto permitiu que os programadores se comunicassem com a máquina através de comandos e dados que faziam parte de uma operação de geração de uma peça. Ambas ainda hoje são utilizadas sendo que APT (*Automatic Programming Tool*) é uma das linguagens mais utilizadas. A seguir veio a robótica, a palavra robô vem da palavra tcheca *robotiti*, que significa pessoa que faz trabalhos repetitivos, cansativos, como escravos (MUNDOCAD, 2005).

O primeiro robô industrial não foi desenvolvido até 1950, quando George Devol começou a patentear seu conceito de um robô industrial. Em 1958, Devol entrou com um acordo de licenciamento com a *Consolidated Control Corp*, subsidiária da Condec Corp. Por volta de 1960 um modelo de laboratório estava em operação e em 1962 os protótipos estavam prontos. Durante aquele ano, Condec e Pulman Inc. se fundiram para formar a Unimation. Assim, a indústria de robótica nascia. A partir de 1971 a indústria de CAD/CAM e a informática adquiriram a forma de hoje, com o conceito de microprocessadores.

Seguindo essa evolução chega-se ao advento dos microcomputadores que colocaram enfim o computador na nossa mesa de trabalho, em casa ou escritório. O modelo *Personal Computer* (PC) tornou-se o hardware padrão para sistemas CAD/CAM baseados em microcomputadores hoje existentes.

Dentre os softwares ou tipos de CADs encontrados destaca-se o CATIA (*Computer Aided Tridimensional Interactive Application*), dentre os quais, no Brasil, a TECMES (2005), descreve e detalha o seu significado e importância, relacionando a utilização deste software com o desempenho de uma das maiores empresas tecnológicas do Brasil e do mundo.

4.1. Aplicações de CADS

Para demonstrar alguns exemplos de utilização destas soluções de CAD ou CATIA, conforme Siqueira (2001), tem-se o projeto dos modernos jatos de passageiros e todos os seus componentes e peças com tecnologia 3D que tornou-se uma alternativa indispensável para reduzir o tempo de desenvolvimento de um produto e aumentar a confiabilidade deste. Por isso a Embraer adotou o sistema CATIA como ferramenta computacional de referência para o gerenciamento de todo o processo de engenharia e manufatura. Fabricado pela francesa Dassault Systemes e comercializado pela IBM, o CATIA estabeleceu-se como aplicação predominante na engenharia aeronáutica das principais fabricantes mundiais de aeronaves. Na Embraer, o sistema foi direcionado para atender o programa de desenvolvimento da nova família de jatos regionais ERJ-170/190, com capacidade para acomodar de 70 a 125 passageiros. Das 400 estações CATIA operadas hoje pela Embraer, 330 trabalham no desenvolvimento dos novos aviões. A construção do *mockup* eletrônico dos aviões no CATIA, segundo Cecchini, conferiu maior agilidade ao processo de desenvolvimento das peças e também nas modificações que se fizeram necessárias ao longo do projeto. O sistema facilita a troca de informação entre as áreas de tecnologia do produto e fornecedores.

No Brasil, a Embraer já é a principal usuária do Software CATIA, que também é adotado por outras 300 empresas, incluindo as montadoras Volkswagen e DaimlerChrysler. A solução CATIA, segundo o diretor Dassault Systemes na América Latina, Marcelo Lemos, possui mais de 150 módulos de gerenciamento usados hoje por 100% das indústrias aeronáuticas do mundo (TECMES, 2005).

O CATIA é um dos principais produtos da Dassault Systemes, que fatura US\$ 1,3 bilhão por ano. Na América Latina, a receita da companhia gira em torno de US\$ 24 milhões por ano, sendo US\$ 15 milhões no Brasil. A Volkswagen possui 260 postos de trabalho CATIA usados no desenvolvimento de toda a linha de veículos GOL, Parati, Saveiro e em novos projetos (TECMES, 2005).

A operação de caminhões e ônibus da Volks em Rezende (RJ) também realiza seus projetos de engenharia com a ajuda do CATIA desde 1990, O ônibus 17-210 OD (com motor dianteiro) foi o primeiro projeto da unidade a utilizar a ferramenta. Desde 1995, a empresa eliminou nesta área o uso de pranchetas, mesas e compassos, substituídos pelos recursos da era eletrônica.

4.2. Funções Relacionadas com a Logística

Dentre as funções, relacionam com a logística muitas licenças e alguns pacotes de partes importantes de softwares, com muitas ferramentas importantes nas diversas áreas da distribuição, armazenagem e produção em geral. Muitos dos softwares CAD auxiliam também outras áreas técnicas ou que necessitem de desenvolvimentos e concepções de diversos produtos, desde *layouts*, estruturas mecânicas, elétricas ou eletrônicas, medicinais, produções e diversas outras (PLOCAD, 2005).

De acordo com o estudo apresentado nos softwares, estes apresentam muitas ferramentas auxiliares em diversas áreas e na logística, serão apresentadas algumas ferramentas e licenças importantes.

Há 23 anos que a *Autodesk* tem vindo a investir em pessoas, software e tecnologia para ajudar os seus clientes a transformar as suas idéias em realidade. A *Autodesk* revolucionou a indústria do software com o *AutoCAD*, que introduziu o desenho em *PC's*. A grande popularidade do *AutoCAD* aumentou o compromisso da empresa em termos de inovação, que aumenta a produtividade e a rentabilidade. O *AutoCAD* também abriu o caminho à liderança tecnológica da *Autodesk* em setores como a construção, infra-estruturas, indústrias, meios e entretenimento ou serviços móveis de dados. A *Autodesk* é hoje uma empresa de software totalmente diversificada que oferece soluções específicas para criar, gerir e partilhar informação digital. O grupo de usuários é formado por mais de seis milhões e os principais sócios estratégicos globais da *Autodesk* são: Microsoft, Intel, Hewlett-Packard e IBM (AUTODESK,2005).

Na *Autodesk* tem-se muitas licenças específicas para determinadas atuações. Ela desenvolve e direciona a utilização do *AutoCAD* em seus usuários. Para os profissionais de projetos de todos os segmentos que precisam converter seus conceitos criativos em projetos dinâmicos, o *AutoCAD* é a plataforma líder do mercado para projetos auxiliados por computador. Combina poder e flexibilidade, com foco na maximização da produtividade. Através desta definição a *Autodesk* direciona muitos produtos. Para a logística será destacado:

- Para *Layouts* e planejamentos de locais de produção em geral: Além do *AutoCAD 2006*, (mais atual), existem os pacotes *Architectural Studio 3* e *Architectural Desktop 2006*.

O *Architectural Studio 3* é a ferramenta de comunicação de projeto

para modelação, apresentação e colaboração. Combina a facilidade e simplicidade das ferramentas e processos tradicionais com o poder e rapidez da tecnologia – e sem a dificuldade de aprendizagem de aplicações complexas. Dentre as principais funcionalidades tem-se:

- Resolução mais rápida de problemas de projeto;
- Apresentações eficazes através da combinação de suportes;
- Comunicação melhorada;
- Ferramentas familiares num mundo digital;
- Maior flexibilidade na exploração de projeto;
- Capacidade de criar mais opções de projeto;
- Preservar as intenções de projeto;
- Facilidade de utilização e aprendizagem;
- 2D para 3D facilmente;
- Integração da equipe.

O *Architectural Desktop 2006*, foi Desenvolvido com novas e avançadas funcionalidades, aumentando a produtividade, coordenação, colaboração, e visualização.

Objetos inteligentes de arquitetura, tais como portas, paredes, e janelas, têm uma inter-relação lógica e atualizam-se automaticamente de modo a refletir as alterações do projeto. A manipulação direta de objetos de arquitetura permite a edição em tempo real no espaço de projeto sem as embaraçosas caixas de diálogo.

Há interface do redesenhado com as novas paletas de ferramentas e propriedades acomodam um estilo de trabalho mais intuitivo, sendo necessários poucos passos para ter o trabalho terminado.

O projeto e a documentação dinamicamente ligados asseguram que qualquer trabalho de projeto executado é refletido nos seus documentos relacionados com a construção, reduzindo erros e omissões. Arquivos automatizados e gestão de pisos fornecem meios para montar e visualizar com precisão todos os seus projeto. Rotinas de documentação automatizadas permitem extrair eficientemente informação específica dos projetos, tais como secções e planificações.

Ferramentas integradas possibilitam uma colaboração fácil com uma equipe de projeto maior, de modo a obter o projeto terminado eficientemente. Transições suaves de informação de projeto com membros da equipe de projeto — que

utilizem *AutoCAD*, *Autodesk Building Systems*, *Autodesk Revit*, *Autodesk Architectural Studio*, *Autodesk VIZ*, ou *3ds max*, ou o serviço de colaboração de projeto *online* - *Autodesk Buzzsaw*.

Com a nova funcionalidade de visualização *VIZ Render*, pode rapidamente comunicar as suas intenções de projeto com modelos 3D fotorealistas e animações, sem a necessidade de exportar o projeto. Sempre que atualizar o projeto, o arquivo *Vizualizador (VIZ) Render* também se atualiza.

- Para Geoprocessamentos e Georreferências de locais de produção em geral, além de mapas e desenvolvimentos de rotas e mapas temáticos: Além do *AutoCAD 2006*, (mais atual), existem os pacotes *Raster Design 2006*, *Land Desktop 2006*, *Autodesk Map*.

O *Raster Design 2006*, permite utilizar e reutilizar facilmente informação de projeto existente em mapas, desenhos, fotografias aéreas, e imagens de satélite digitalizadas. É a ferramenta de edição e processamento de imagem que trabalha dentro das aplicações baseadas em *AutoCAD*, poupando horas de desenho ao converter informação raster para vetorial e combinando desenhos com imagens reais. O *Raster Design 2006*, ajuda:

- No reconhecimento óptico de caracteres (OCR);
- Nos melhoramentos de fotografias existentes;
- A extrair funcionalidades de interesse a partir de imagens a cores e em escalas de cinzento, para contornos de mapas;
- Ter maior controle sobre a transparência;
- Adicionar destaques coloridos à sua escala de destaques;
- Em resultados previsíveis quando executa correções geométricas;
- Na correção geométrica exatamente nos pontos de controle;
- Na instalação e configuração, permitindo maiores facilidades nestes processos;

Na integração específica com o *Autodesk Land Desktop 2006* e com o *Autodesk Map 2006*, para melhorar o processo de inserção da imagem quando atribui um sistema de coordenadas ao desenho.

O *Land Desktop 2006*, juntamente com o *Autodesk Map*, disponibiliza ferramentas específicas para planejamento do território e engenharia civil,

criação de mapas, modelação de terrenos, alinhamentos, e cadastro. Uma interface muito fácil de utilizar e centralizada na gestão de dados de projeto, ajuda a equipe a partilhar grandes quantidades de informação de uma forma apurada e eficiente. Seja um engenheiro civil, técnico de planeamento, ou topógrafo; estas poderosas ferramentas de análise, interfaces otimizadas, menus lógicos, modelos de terreno 3D, curvas de nível, e processamento de pontos, asseguram que os desenhos e projetos sejam facilmente criados.

O *Autodesk Map* é a solução que oferece a melhor precisão em Cartografia e uma poderosa ferramenta de análise de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para os engenheiros, técnicos de planeamento, gestores de infra-estruturas, e geógrafos que agora podem criar, gerir, e produzir mapas, integrar dados de múltiplas fontes e formatos, incluindo Oracle ® Spatial; efetuar análises SIG, e produzir mapas temáticos.

Dentre as características importantes do *Autodesk Map* destacam:

- A precisão na criação e edição de mapas;
- Os ganhos de produtividade ao identificar, definir e manipular dados de um modo mais intuitivo;
- Importação e exportação de arquivos ou imagens com mais facilidades, garantindo maior flexibilidade na leitura e escrita dos mapas com maior precisão.
- Para a elaboração de novas rotas e desenvolvimento de conhecimentos de engenharia civil de projetos que influenciam na logística, o *Autodesk Civil Design 3* oferece atributos e ferramentas importantes para estes desenvolvimentos.

O *Autodesk Civil Design 3* permite-lhe analisar e conceber projetos de engenharia civil de uma forma mais eficiente. Repare no aumento de produtividade ao trabalhar em qualquer projeto de engenharia envolvendo estradas, modelação de terrenos ou serviços de utilidade pública.

O *Autodesk Civil Design 3* expande as potencialidades do *Autodesk Land Desktop 3* com ferramentas para automatizar as tarefas de engenharia e de análise associadas a procedimentos típicos de engenharia civil. Com o *Civil Design*, pode avançar dados de projetos centralizados através do *Autodesk Land Desktop* para resolver desafios de projeto e criar desenhos para qualquer projeto, desde planeamento urbano, vias de acesso e importantes nós de ligação de auto-estradas. O *Autodesk Civil Design* melhora o ambiente de colaboração de trabalho na área de engenharia de transportes, modelação de

terrenos de construção e os projetos hidráulicos.

A *Dassault Systemes* e outras entidades que fornecem muitas das principais plataformas CAD ou CATIA no mundo contêm muitas outras funcionalidades que desempenham papéis importantes para muitos profissionais em diversos ramos e destacam-se na logística nestas atividades, mesmo que independentes ou tentando caracterizar outra atividade. Um exemplo é o desenhista de CAD de uma empresa aeronáutica, onde auxilia no desenvolvimento de projetos de estruturas de elevação para auxílio em manutenção e construção de aeronaves. Este desenhista desenvolve um papel fundamental em elaborar estas estruturas que são mecânicas, mas são fundamentais na logística de produção e desempenho de um modal aéreo.

4.3. Outras Generalidades sobre CAD

O desenho técnico tem sido parte integrante da indústria desde a sua concepção como organização produtiva, pois o desenho técnico é o elo de ligação entre o departamento de projetos e a produção. O desenho preparado com padrões pré-determinados faz com que a informação seja rapidamente comunicada para o resto da fábrica, proporcionando a confecção do produto idealizado, com maior rapidez. Por esse motivo, aliado a grande evolução do poder de processamento e a queda dos preços dos computadores, a cada dia aumenta o número de profissionais utilizando o CAD como ferramenta de trabalho. Porém nota-se que a maioria dessas pessoas utilizam o CAD apenas para elaboração de desenho, sendo que a potência dos sistemas CAD, permite além de manipulação e integração de informações, conceber projetos através da representação em três dimensões, possibilitando diferentes formas de visão e concepção de projetos e diminuindo a possibilidade de erros por incoerências. Existem muitas razões para se instalar um sistema computacional para auxílio de projeto (MUNDOCAD, 2005):

- Para aumentar a capacidade do projetista/engenheiro: Isso é conseguido pela ajuda ao projetista em visualizar o produto e seus subsistemas e peças; pela redução do tempo necessário em sintetizar, analisar e documentar o projeto. O aumento de produtividade traduz-se não somente em custos mais baixos de projeto, mas também em prazos menores para sua conclusão.
- Para melhorar a qualidade do projeto: Um sistema CAD permite análise de engenharia mais completas (da concepção ao dimensionamento final do

produto) e propicia um número maior de alternativas para serem investigadas, em pouco tempo. Erros dimensionais de projeto são reduzidos. Esses fatores combinados levam a um projeto melhor.

- Para melhorar a qualidade de comunicação: O uso de sistema CAD fornece melhores desenhos de engenharia, maior padronização nos detalhamentos, melhor documentação do projeto, menos erros dimensionais e maior clareza de detalhes, portanto legibilidade. Sem dúvida esses fatores contribuem para uma melhor comunicação entre os usuários dos serviços da engenharia de produtos.

- Para criar banco de dados para manufatura: No processo de criação de um produto em CAD, automaticamente é gerado um banco de dados com informações geométricas que alimentam um futuro programador CN. Também na geração de documentação do projeto do produto (especificação de materiais, lista de componentes, dimensões do produto, notas de desenho, número da peças, etc.) também fornecem um banco de dados para atividades de suporte em produção tais como: CAPP (*Computer Aided Process Planning*), MRP (*Material Requesting Planning*) etc.

O sistema CAD, bem utilizado, pode aumentar significativamente a produtividade do departamento de projetos, através da implantação de vários tipos de técnicas complementares: - Customização do CAD, transformando rotinas do dia a dia de trabalho, em formas práticas de utilização; - CAE, simulações e cálculos feitos a partir do desenho de uma peça; - CAM, integração computador com a máquina operatriz.

Hoje em dia, os softwares CAD 3D e parametrizados, estão se tornando poderosas ferramentas de trabalho para as empresas que buscam uma maior produtividade e uma maior competitividade em um mercado cada vez mais concorrido. Sendo assim, pode-se concluir que o CAD melhora o desempenho dos projetistas e aumenta a produtividade, além de possibilitar a tomada de outras decisões importantes durante o desenvolvimento do projeto.

V. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CAD se apresenta como uma das soluções de concepção e implementação de mudanças e, ao integrar com outras soluções, o CAD realiza importantes determinações e visualizações do planejamento das metas a serem alcançadas com maior eficácia. A influência da TI na logística e seus motivos demonstram características importantes desenvolvidas ao longo do curso. Muitos dos estudos desenvolvidos até a elaboração do trabalho descrevem as características apresentadas e a relação da TI e da logística, que também, com a busca de informações, destacam a atualidade e a interação com os estudos realizados.

Ao destacar o *layout* dentre muitas matérias existentes na logística, este item tem muita relação com o CAD, uma vez que há muita importância em planejar e elaborar o espaço na logística empresarial. Ao descrever e estudar o *layout* a ser elaborado, o projetista ou engenheiro civil ou, principalmente, o profissional de logística precisa conhecer casos e projetos já desenvolvidos e adquirir experiência com os problemas e sucessos alcançados. Outros fatores apresentados que precisam de uma observação do profissional de logística estão nos planejamentos do macro-espaço e do terreno, a ergonomia e algumas das formas de modelagens existentes.

Para completar o conhecimento de *layout*, Fernandes (2004),

definiu que *layout* é o arranjo de homens, máquinas e materiais, sendo a integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinadas com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano, para que a armazenagem de determinado produto se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento. Esta definição auxilia no entendimento do destaque do *layout* na logística e, através da necessidade de realizar o arranjo ideal a determinado espaço a ser utilizado, o CAD torna-se uma solução para atender as necessidades que o profissional de logística precisa.

Além de auxiliar na elaboração dos *layouts*, os CADS, por apresentarem muitas ferramentas e pacotes, além de produtos distintos no mercado mundial contém outros recursos e utilizações em outras áreas da logística e de outras como mecânicas e elétricas. As aplicações destes sistemas demonstram os benefícios e retornos dos softwares em empresas de destaque mundial.

A utilização dos CADS é muito importante para a logística e para *layouts* e destaca-se a utilização de estudos e ementa de disciplina de cursos de logística, onde o conhecimento mais desenvolvido auxiliará em elaboração de arranjos físicos de movimentação de cargas, de passageiros, auxiliando em elaborações de mapas temáticos de transporte como rotas e determinações de distâncias estratégicas. A elaboração de terminais altamente elaborados em CAD ajuda nos projetos logísticos com melhores rendimentos e administrações mais eficientes. A elaboração de *layouts* industriais em CAD desempenhará melhores condições ergonômicas, econômicas e estratégicas para uma determinada empresa ou local que se utilizará o espaço.

Relacionando os capítulos anteriores e a estrutura apresentada, de acordo com as informações adquiridas, o trabalho é um importante instrumento de informação, definição e síntese da importância relacionada aos CADS.

O CAD então destaca como uma solução da TI e, conseqüentemente, uma ferramenta importante na logística que precisa de estudo e conhecimento de um de seus softwares para o profissional logístico desempenhar funções importantes de mudanças estratégicas e implementações de casos necessários a serem estudados dos clientes do profissional logístico.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT DIGITAL, Disponível em: <http://www.abntdigital.com.br/aplicacao/pesquisa/asp/Resultado_frame.asp> Acesso em 14nov.2005.

ABRANTES, A. F. Ergonomia e segurança no *layout*. Artigo extraído da revista LOG&MAM de outubro de 2003. São Paulo: IMAM, 2003.

ALECRIM, E. O que é Tecnologia da Informação (TI). Disponível em: <<http://www.infowester.com/col150804.php>, 2004> Acesso em 14nov.2005.

AUTODESK, Disponível em: <<http://www.autodesk.pt/adsk/servlet/index?siteID=459664&id=794581>> Acesso em 14nov.2005.

BRASIL CYPRESS, Disponível em: <http://brasil.cypress-software.com/Resources/white_papers/content_management_white_paper.asp> Acesso em 14nov.2005.

COMPUTERSERVICES, Disponível em: <<http://www.computerservices-ks.com/abs2004.htm>> Acesso em: 14nov.2005.

DICWEB, Disponível em: <<http://www.dicweb.com/>> Acesso em 14nov.2005.

FERNANDES, L. A. G. Sistemas de Armazenagem e movimentação de cargas, Notas de

aula. FATEC. Botucatu. 2004.

FERREIRA, A.B. H. Minidicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2ª ed. 1988.

GUIA DE LOGÍSTICA, Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>> Acesso em 14nov.2005.

LANCHARRO, E. A.; LOPEZ, M. G.; FERNANDEZ, S. P. Informática básica. Tradução de Sérgio Molina; Revisão Técnica de Lisbete Madsen Barbosa. São Paulo: Makron Books, 1991.

LEE, Q. Projeto de instalações e do local de trabalho/ com colaboração de Arild Amundsen, William Nelson e Hebert Tuttle; revisão técnica Luiz Roberto Palma da Fonseca; tradução O.P. Traduções. São Paulo: IMAM, 1998.

MBONLINE, Disponível em: <<http://www.mbonline.com.br/dicionario/dicionario.asp>> Acesso em 14nov.2005.

MENEGON, N.L.; CAMAROTTO, J.A. Projeto de instalações industriais. 113 p. Arquivo: Apostila de Instalações Industriais_Lato1.doc. Departamento de Engenharia de Produção/Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

MOURA, R.A.; REZENDE, A.C.; GASNIER, D.G.; CARILLO JUNIOR, E.; BANZATO, E. Atualidades na logística. São Paulo: IMAM, 2003.

MUNDOCAD, Disponível em: <<http://www.mundocad.com.br/publicacoes/cadcamcae.php>> Acesso em 14nov.2005.

NÚCLEO DE MANUFATURA AVANÇADA, Disponível em: <<http://www.numa.org.br/aprendizado/Glossario/Glossario.htm#CAPP>> Acesso em 14nov.2005.

PORTAL DA INFORMÁTICA, Disponível em: <http://portaldainformatica.com.br/dicionario_informatica/_aps.html> Acesso em 14nov.2005.

PLOCAD, Disponível em: <<http://www.plocad.com.br/produtossoftwaresautodesk.htm>> Acesso em 14nov.2005.

TECMES, Disponível em: <http://www.tecmes.com.br/home/News_Embraer_24.html> Acesso em 14nov.2005.

TECNOLOGÍSTICA, Disponível em: <<http://www.tecnologistica.com.br/site/5%2C1%2C54.asp>> Acesso em 14nov.2005.

SILVIO GALVÃO, Disponível em: <<http://www.silviogalvao.art.br/mockup.htm>>

Acesso em 14nov.2005.

SIQUEIRA, V. Tecnologia da Informação. Capa do Caderno Tecnologia da Informação dia 17 de Julho de 2001. São José dos Campos: Jornal Gazeta Mercantil, 2001.

VIARO, M.E. Por trás das palavras: manual de etimologia do português. São Paulo: Globo, 2004.

WIKIPEDIA, Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal>
Acesso em 14nov.2005.

VII. GLOSSÁRIO

3D: Imagens 3D são imagens de três dimensões elaboradas de forma a proporcionarem a ilusão de terem três dimensões. Qualquer representação gráfica de um objeto apresenta-se com duas dimensões (altura e largura), mas com o auxílio de óculos especiais que fundem determinados pontos da figura, ou da computação gráfica entre outros recursos, pode-se fazer com que a figura dê a impressão de apresentar, também, profundidade, o que dá maior semelhança com o objeto representado. Através da estereoscopia os olhos humanos conseguem fazer uma imagem 3D dos objetos vistos. Portanto, representam modelagens Geométricas ou Físicas, utilizando a percepção e visualização nas 3 Dimensões espaciais principais: comprimento, largura e altura.

APT (*Automatic Programing Tool*): Ferramenta de Programação Automática, é uma espécie de linguagem usada na geração automática do código, e também, caso seja necessário, para desenvolver o código requerido e completar uma aplicação automática.

B2B: *Business-to-Business* ou comércio eletrônico entre empresas.

B2C: *Business-to-Consumer* ou comércio eletrônico de empresas para o consumidor.

Bytes: Um dos tipos de dados integrais em computação. É usado com frequência para especificar o tamanho ou quantidade da memória ou da capacidade de armazenamento de um computador, independentemente do tipo de dados lá armazenados. É também designado como um grupo de oito dígitos binário armazenados e operados como uma unidade. Definindo também com o bit, tem-se: contração de BInary digiT. Significa um dígito de um número binário (0 ou 1). Um byte (v.) é um conjunto de oito bits. Caracteres quaisquer manipulados por um computador são constituídos de bytes. Os computadores "entendem" impulsos elétricos, positivos ou negativos, que são representados por 1 e 0, respectivamente.

CAPP (*Computer Aided Process Planning*): O planejamento de processo abrange a obtenção de todas as informações para se produzir uma peça ou montar um produto. O CAPP apoia estas atividades com auxílio do computador. O CAPP produz informações padronizadas, eliminando a inconsistência de plano obtidos por processistas diferentes. A qualidade da documentação enviada ao chão- de-fábrica eleva-se também, garantindo o domínio do processo. Existem quatro tipos de CAPP: planejamento variante, planejamento generativo interativo, planejamento generativo automático e planejamento híbrido.

Checklist: Significa uma lista de verificação sobre algum item, conteúdo ou componentes de uma entidade ou associação de um conjunto.

Full-motion: Caminho livre.

High end: Finalidade alta ou alta objetividade e eficácia. Método usado para destacar partes ou objetivos finais de algo.

Homebanking: Ou Banco em Casa, a idéia base é reproduzir em casa a qualidade do atendimento bancário. Um sinônimo também é o termo de **Online banking** (ou **Internet banking**), que são termos utilizados para caracterizar transações, pagamentos etc. pela Internet por meio de uma página segura de banco. Isto é bastante útil especialmente para utilizar os serviços do banco fora do horário de atendimento ou de qualquer lugar onde haja acesso à Internet. Na maioria dos casos, um navegador como o Internet Explorer ou o *Mozilla Firefox* são utilizados e qualquer conexão à Internet é suficiente.

Just in Time: É atender ao cliente interno ou externo no momento exato de sua necessidade, com as quantidades necessárias para a operação/produção, evitando-se assim a manutenção de maiores estoques.

Layout: Arranjo de homens e materiais, com a integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinadas com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano, para que o produto se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento.

Linguagem Hexadecimal: Conjunto organizado, coerente de instruções e regras, pelo qual se expressam as ações executáveis por um computador. Linguagem de programação, que necessita de um programa especial para ser executada em um computador, gerando um arquivo de extensão .exe.

MRP (Material Requesting Planning): Ou também *Material Requirements Planning* ou Planejamento das Necessidades de Materiais.

Mockup: Significa cópia perfeita. Usada desde o surgimento da mídia iconográfica, o objetivo era facilitar a logística de produção da foto. A utilização sempre foi mais comum nas réplicas de frascos, embalagens e produtos sensíveis ao calor da luz.

Online: Via internet ou via rede, permitindo ao usuário com um computador conectado à rede de internet ou a rede de uma empresa possa realizar contatos com outros usuários.

PC (Personal Computer): Ou Computador Pessoal ou Microcomputador de uso individual.

Templates: Modelos, gabaritos.

VIZ Render: Não é um produto individual, mas um sub-conjunto de ferramentas derivadas de *Autodesk VIZ 2005*. *VIZ Render* atualmente é incluído no *Autodesk Architectural Desktop* e pode ser apenas utilizado com modelos de *Architectural Desktop*.

VIII. ANEXOS

8.1. Anexo A: *Checklist da Infra-Estrutura Física segundo Lee, 1998*

Assinale com um X a opção de sua infra-estrutura:			
Parte I – Administração:			
1 – Detalhes:		2 – Armazenamento:	
<input type="checkbox"/>	Visitantes/ Recepção	<input type="checkbox"/>	Arquivos
<input type="checkbox"/>	Sala de reuniões	<input type="checkbox"/>	Depósito de segurança
<input type="checkbox"/>	Serviço ao cliente	<input type="checkbox"/>	Catálogos/Displays
<input type="checkbox"/>	Sala de exibição	<input type="checkbox"/>	Microfone
<input type="checkbox"/>	Centro de treinamento	<input type="checkbox"/>	Móveis
<input type="checkbox"/>	Fotografia / Artesanato	<input type="checkbox"/>	Equipamentos sobressalentes
<input type="checkbox"/>	Outros _____	<input type="checkbox"/>	Outras _____

Assinale com um X a opção de sua infra-estrutura:	
Parte II – Utilidades:	
1 – Eletricidade:	2 – Iluminação:
Subestação Externa	Alta intensidade
Subestação (ões) interna (s)	Baixa intensidade
Sala de Distribuição	Luz Natural
Centro de Controle de Motores	Outras _____
Fonte de Alimentação Ininterrupta	3 – Água e esgoto:
115v, monofásico	Água Potável
230v, monofásico	Água para processos
230v, trifásico	Torre de refrigeração
460v, trifásico	Tratamento de água
460/277v, trifásico	Outras _____
Outras _____	4 – Vapor:
	Sala do Boiler
	Sistema de Distribuição
5 – Combustível:	6 – Outros Gás Comprimido:
Depósito de combustível	Compressores de ar
Usina de gás combustível	Câmaras de compensação
Tanques de gasolina	Distribuição
Depósito de carvão	Depósito de oxigênio
Outras _____	Depósito de acetileno
7 – Sistema Refrigerante da fresa:	Outros _____
Filtração Central	8 – Aquecimento/ Ventilação/
Separação de lascas	Aspiração/ Refrigeração:
Transportador de lascas	Aquecimento do ar
9 – Outros:	Aquecimento infravermelho
Aspirador	Ar condicionado
Outros _____	Coletor de pó
_____	Exaustor local
_____	Ventilação
_____	Outros _____

Assinale com um X a opção de sua infra-estrutura:	
Parte III – Recursos Humanos:	
1 – Administração:	2 – Alimentação:
Escritório pessoal	Refeitório
Escritório de contratação	Área de máquinas de refrescos
Cooperativa de crédito	Recepção/ Sala de descanso
Biblioteca	Refeitório dos executivos
Instalações de treinamento	Outras _____
Outras _____	4 – Segurança:
3 – Saúde:	Centro médico
Sala de ginástica	Alarme contra desastres
Pista de corrida	Saída de incêndio
Lugar de caminhada arborizado	Controle de extintores
Outras _____	Outras _____
5 – Pessoal:	
Banheiros	Armários
Chuveiros	Bebedouros
Aspirador	Telefones públicos
Estacionamento dos funcionários	Outros _____
Parte IV – Desenvolvimento de Produtos:	
1 – Detalhes:	
Oficina de protótipos	Laboratórios Especiais de Teste
Laboratório de Engenharia	Outros _____
Parte V – Qualidade:	
1 – Detalhes:	
Laboratórios da qualidade/ Laboratórios de formulação	
Calibragem de aferidores	
Materiais discrepantes	
Outros _____	

Assinale com um X a opção de sua infra-estrutura:	
Parte VI – Transporte Interno:	
1 – Corredores:	2 – Suporte ao Manuseio:
Pedestres	Carregamento de baterias
Caminhões	Manutenção
Empilhadeiras / Tratores	Despacho central
Outros _____	Outros _____
3 – Manuseio Interno:	
Guincho	
Elevadores	
Correias/ Pontes rolantes	
Escadas	
Outros _____	
Parte VII – Produção:	
1 – Detalhes:	2 – Depósitos:
Escritórios de produção	Materiais de embalagem
Sala de ferramentas	Óleo lubrificante
Sala de limpeza	Óleo Fresadora e especiais
Manutenção central	Materiais discrepantes
Outros _____	Outros _____
Parte VIII – Transporte Externo:	
1 – Detalhes:	
Corrediça	Manutenção de caminhão
Doca para vagão	Acesso/Saída de caminhão
Manobra de caminhão	Acesso/Saída de carros
Doca para caminhão	Estacionamento de carros
Estacionamento de caminhão	Equipamentos auxiliares
Escala de caminhão	Outros _____