

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

LUÍS APARECIDO DA SILVA GOMES

**O SISTEMA ERP EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
UM ESTUDO DE CASO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2015**

LÚIS APARECIDO DA SILVA GOMES

**O SISTEMA ERP EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Gerenciamento de Obras pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Adalberto Matoski, Dr.

CURITIBA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e disposição para concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço a minha esposa Ines, pela constante preocupação, conselhos, paciência e incentivo em todos os momentos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Adalberto Matoski, pela atenção, colaboração e auxílio, fundamentais para conclusão deste trabalho.

Ao meu grande amigo Rodolpho Kazumi Nishino, cujo auxílio foi fundamental para conclusão dessa pesquisa.

À construtora pesquisada, ao seu chefe de planejamento e demais colaboradores. Obrigado pela compreensão e colaboração de todos.

RESUMO

Na atualidade o setor da construção civil vem se destacando pela busca de inovações. Os sistemas produtivos passaram por inúmeras transformações, exigindo mão de obra mais qualificada, priorizando o cumprimento de prazos e primando pela qualidade do produto. As inovações e o aprimoramento da mão de obra acarretaram na redução do lead time¹ de produção, exigindo uma nova concepção de planejamento, este estudo destaca os desafios para a implementação do sistema de ERP (Sistema de Gestão Integrada) em ações estratégicas organizacionais em uma empresa na indústria da construção. O objetivo deste trabalho é comparar os tempos nas atividades de planejamento, entre um sistema de controle com planilhas eletrônicas, aos os tempos gastos pelo controle com o Sistema ERP, também objetiva-se montar uma modelagem que promova ganhos em alocação de recursos de mão de obra, com a equipe de planejamento. O método utilizado para a comparação de tempos entre os dois sistemas foi a utilização de dados obtidos pelo sistema Timesheet (quadro de gerenciamento de atividades), e para modelagem foi a Programação Linear, mais especificamente o método gráfico ou geométrico. Foram colhidos depoimentos do engenheiro responsável pela implantação do sistema e também do chefe de planejamento geral, foram utilizados dados de medição fornecidos pela empresa como, custos referente à alocação de recursos na utilização do sistema. Também foram estudadas as principais dificuldades para implantação. Os resultados demonstram que o sistema ERP mostrou-se mais eficaz em relação ao tempo de execução se comparado ao sistema de planilhas eletrônicas, e que a modelagem reduz os gastos em alocação de mão de obra para operação do sistema.

Palavras-chave: Sistema ERP. Planejamento Estratégico. Modelagem e Construção Civil

¹ Lead Time – tempo decorrido entre o início e final de uma atividade.

ABSTRACT

At present the construction industry has been highlighted by the search for innovations. Production systems have undergone numerous transformations, requiring more skilled work, giving priority to meeting deadlines and striving for product quality. Innovations and the improvement of labor resulted in reducing the lead time¹ production, requiring a new conception of planning, this study highlights the challenges to the implementation of the ERP system (Integrated Management System) in organizational strategic actions in a company in the construction industry. The objective of this study is to compare a planning system conducted by controlling spreadsheets with the ERP system also aims to put together a modeling which promotes gains in allocation of labor resources, the planning team. The method used to compare the two systems is the measurement time, were used for this timesheet data system (activity management table), and modeling was linear programming, or more specifically the graphic geometric method. They were harvested engineer testimonials responsible for system implementation and also the chief of general planning, measurement data were used as provided by the company, costs related to the allocation of resources in the system use. Also the main difficulties in implementation were studied. The results show that the ERP system proved to be more effective compared to the runtime compared to the spreadsheet system, and that modeling reduces spending on manpower allocation for system operation.

Keywords: ERP System. Strategic Planning. Modeling and Civil Construction

¹ Lead Time - time elapsed between the beginning and end of an activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Origem e evolução dos sistemas ERP.....	15
Figura 2 – O processo de gerenciamento da informação.....	16
Figura 3: Adaptação da estrutura típica de um funcionamento de um sistema ERP.....	21
Figura 4: Polígono de soluções viáveis.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - fatores que influenciam na implantação do ERP em empresas de construção civil.....	22
Tabela 2 – Comparativo das horas Excel x ERP.....	29
Tabela 3 – Distribuição das horas em relação aos módulos do ERP.....	30
Tabela 4 – Resultados para o polígono de soluções de viáveis.....	32
Tabela 5 – Soluções.....	34
Tabela 6 – Custos do Sistema ERP.....	36

LISTA DE SIGLAS

ERP.....	Enterprise Resource Planning
ERM.....	Enterprise Resource Management
CIM.....	Computer-Integrated Manufacturing
MRP.....	Manufacturing Resource Planning
MRPII.....	Material Resources Planning
SIG.....	Sistemas Integrados de Gestão
TI.....	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. PROBLEMÁTICA.....	10
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	11
1.2.1. Objetivo Geral.....	11
1.2.2. Objetivos específicos.....	11
1.3. JUSTIFICATIVA.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	12
2.2. A ORIGEM DO SISTEMA ERP.....	14
2.3. O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COM O ERP.....	16
2.4. O ERP NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	18
2.5. PROGRAMAÇÃO LINEAR.....	23
3. METODOLOGIA	25
3.1. ESTUDO DE CASO.....	25
3.1.1. Características da Empresa Estudada.....	25
3.1.2. Necessidade de um ERP.....	26
3.1.3. Procura do Sistema ERP mais Adequado à Empresa.....	27
3.1.4. Desafios e Dificuldade na Implantação do Sistema.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1. MODELAGEM.....	30
4.1.1. Função Objetivo.....	30
4.1.2. Restrições.....	31
4.2. MÉTODO GEOMÉTRICO.....	31
4.2.1. Restrições em Igualdade.....	31
4.2.2. Polígono de soluções viáveis.....	31
4.2.3. Interseções.....	34
4.2.4. Soluções.....	34
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
4.3.1. Módulo de Compras (contratações e medições de empreiteiros).....	35
4.3.2. Módulo de Contas a Pagar.....	35
4.3.3. Custos do Sistema ERP.....	36
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A partir da evolução da Teoria das organizações, surgiu a preocupação com a estrutura da organização, surgindo as primeiras abordagens do indivíduo na organização. A partir deste ponto tornou-se inevitável que os estudiosos organizacionais tratassem agora da identificação e integração dos elementos de uma organização, buscando explicar o funcionamento das empresas por meio do conceito de sistemas compostos por vários elementos que se inter-relacionam em torno de um propósito.

Porter (1986) afirma que, quer seja de forma implícita, quer seja de forma explícita, todas as organizações possuem uma estratégia. O autor estuda a estratégia competitiva, que conceitua como sendo o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma empresa irá competir, bem como as políticas e metas necessárias para alcançar seus objetivos. A estratégia competitiva é “uma combinação dos fins (metas) que a empresa busca e dos meios (políticas) pelos quais está buscando chegar lá” (PORTER, 1986).

Segundo Torquato e Silva (2000) a renovação de vantagens competitivas adequadas são condições necessárias para a sobrevivência, na qual a tecnologia surge como um fator chave na busca de peculiaridades que possam distinguir as empresas favoravelmente ante os seus concorrentes.

Dentre as tecnologias modernas, a Tecnologia da Informação (TI) aparece como recurso fundamental para a sustentação das empresas no mercado.

Segundo Severino (2007), o ERP é um instrumento importante para os gestores, pois possibilita a integração de diferentes áreas da empresa, através de um único sistema de software, segmentado por módulos. Seu principal objetivo é oferecer um melhor controle da empresa, atribuindo custos e despesas mais próximos da realidade, devido à flexibilidade e ao poder de adaptação do mesmo, aos mais diversos tipos de empreendimento.

1.1. PROBLEMÁTICA

O mapeamento das atividades, assim como a padronização de procedimentos e serviços são mais que uma simples tendência, tornaram-se uma necessidade real para as empresas da construção civil. Os processos operacionais do setor deixaram a informalidade, surgiu a necessidade de controle das ações, pois só através de um mapeamento completo, pode-se controlar as atividades previstas em contrato. É fato que uma empresa, independentemente do seu segmento de atuação, não prospera sem um efetivo controle de gestão. Todavia, os respectivos controles que antes eram feitos através de simples anotações em cadernos, por exemplo, hoje são facilmente realizados, e com mais eficiência, através da utilização de recursos tecnológicos que suprem as necessidades inerentes ao gerenciamento e controle da empresa.

O primeiro grande avanço foi a utilização de planilhas eletrônicas para registro e controle das atividades, na sequência os sistemas ERP foram criados e hoje são as ferramentas de gestão mais importantes e mais utilizadas no gerenciamento de negócios dos últimos anos.

Na Construção civil a implantação do ERP geralmente vem para substituir a utilização de sistemas que utilizam planilhas eletrônicas, extremamente bem elaboradas, utilizadas no monitoramento e controle das atividades.

Sherman (2000) afirma que muitas são as empresas desencantadas com o ERP onde os motivos são vários, times de suporte inexperientes, já que a demanda é muita e os fabricantes desses softwares nunca conseguem treinar pessoal suficiente para atendê-la; ficando estes geralmente com a responsabilidade de uma equipe interna onde o custo envolvido em consultoria e treinamento é bastante elevado indo muitas vezes além do previsto; complexidade envolvida na customização de alguns módulos; expectativas de benefícios que nem sempre se concretizam.

A premissa utilizada nessa pesquisa é que tanto os resultados obtidos com o sistema anterior, tanto o resultado com o sistema ERP, em termos de planejamento são eficientes, sendo assim: **É possível reduzir os gastos em alocação de recursos para operação de um sistema ERP?**

1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo destacar os desafios para implantação do sistema ERP (Sistema Integrado de Gestão) nas ações estratégicas organizacionais em uma empresa do ramo da construção civil, assim como comprovar sua eficácia em relação à alocação de recursos para sua operação.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- a) comparar os tempos nas atividades de planejamento, entre um sistema de controle com planilhas eletrônicas, aos os tempos gastos pelo controle com o Sistema ERP
- b) Montar uma modelagem que promova ganhos em alocação de recursos com a equipe de planejamento equipe de planejamento.

1.3. JUSTIFICATIVA

A pesquisa se justifica, ao passo em que visa auxiliar as empresas construtoras na tomada de decisão, em relação à implantação de um sistema ERP em sua área de planejamento. A equipe de planejamento é formada por pessoas com alto índice de formação, muitas vezes são os próprios sócios ou diretores que desempenham essas funções, ou seja, o custo da alocação de recurso para essa atividade é alto, além de que, a alta demanda acarreta em altos índices de stress, o que geralmente torna o trabalho mais suscetível a erros e conseqüentemente provoca mais horas de retrabalho, diminuindo assim o lucro esperado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é trazer à tona a fundamentação de alguns conceitos relacionados ao surgimento do planejamento estratégico e sua evolução. Também pretende demonstrar a origem do sistema ERP, as necessidades que levaram a sua criação, fatores inerentes à sua implantação, sua atuação junto ao planejamento estratégico.

O capítulo ainda trás uma série de opiniões dos mais diversos autores a respeito da atuação do ERP na Construção Civil.

E por fim trata do embasamento teórico em relação à ferramenta da matemática, programação linear, utilizada na análise de dados e resultados na metodologia.

2.1. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

O planejamento constitui a função inicial da administração. Antes que qualquer função administrativa seja executada, a administração precisa planejar, ou seja, determinar os objetivos da instituição e os meios necessários para alcançá-los adequadamente (CHIAVENATO,1999).

Segundo (Mintzberg, 2001) estratégia é o padrão ou plano que integra as principais metas, políticas e sequência de ações de uma organização em um todo coerente. Uma estratégia bem formulada ajuda a ordenar e alocar os recursos de uma organização para uma postura singular e viável, com base em suas competências e deficiências internas relativas, mudanças no ambiente antecipadas e providências contingentes realizadas por oponentes inteligentes.

Planejamento e estratégias empresariais são conceitos inerentes à atividade empresarial. Correspondem aos procedimentos básicos de conhecimento do “negócio” e de suas perspectivas para o futuro, mesmo quando ainda não havia uma sistematização de tais processos (SERTEK, GUINDANI E MARTINS, 2007).

A indústria em um todo, é formada por inúmeras unidades de negócio, desde fornecedores de matérias primas, de projetos, de serviços e de mão de obra. As construtoras atuam na execução de diversos tipos de projetos, no entanto o objetivo é algo comum a todas: entregar algum produto ou serviço que seja necessário para o processo produtivo da construção como um todo (ETCHALUS et al., 2006).

Porter (1986) afirma que, quer seja de forma implícita, quer seja de forma explícita, todas as organizações possuem uma estratégia. O autor estuda a

estratégia competitiva, que conceitua como sendo o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma empresa irá competir, bem como as políticas e metas necessárias para alcançar seus objetivos. A estratégia competitiva é “uma combinação dos fins (metas) que a empresa busca e dos meios (políticas) pelos quais está buscando chegar lá”(PORTER, 1986).

Em sua essência, a função de planejamento nas organizações sempre foi a de reduzir a incerteza quanto ao futuro e quanto ao ambiente. Agora, a nova função do planejamento é aceitar a incerteza tal como ela é e se apresenta. Não dá para brigar com ela. E o que se busca hoje nas organizações para desafiar a incerteza é a criatividade e a inovação. A teoria da complexidade salienta que somente há criatividade quando se afasta do equilíbrio. Assim, a adaptação a um ambiente instável deve ser feita não mais por meio do retorno cíclico ao equilíbrio dentro de escolhas limitadas e restritas - mas por meio de maior liberdade de escolha escapando às limitações impostas pelo ambiente (CHIAVENATO, 2003).

Almeida (2010) afirma que existem diversas formas de se obter o Planejamento Estratégico, levando-se em conta o ponto de vista de outros autores, sempre com o objetivo de se alcançar a estratégia ideal.

Formular uma estratégia competitiva, de acordo com Porter (1986), é encontrar uma posição no ambiente com a qual a organização possa estar mais bem protegida das forças competitivas e obter uma vantagem em relação aos seus competidores.

A partir do planejamento estratégico desenvolve-se o conjunto de planejamentos táticos. Melhor dizendo, o planejamento estratégico passa a ser desdobrado em planos táticos que precisam ser integrados e coordenados. Por sua vez, os planos táticos são desdobrados em planos operacionais específicos. Enquanto o planejamento tático se refere ao médio prazo, o plano operacional é mais detalhado e se refere ao curto prazo (CHIAVENATO, 2003).

2.2. A ORIGEM DO ERP

Construir e integrar o sistema interno é o primeiro passo para a utilização intensiva da TI é a busca de competitividade operacional, ou seja, a organização interna por meio da adoção de softwares complexos e integrados de gestão organizacional. Esses são conhecidos pela sigla ERM (Enterprise Resource Management) e são desdobramentos da tecnologia denominada Computer-Integrated Manufacturing (CIM), envolvendo a totalidade da organização. (CHIAVENATO, 2003).

O MRP original foi constituído na década de 60 e, basicamente, a partir da carteira de pedidos o MRP verifica todas as necessidades de componentes necessários para suprir estes pedidos (SLACK, 2002).

O ERP, de acordo com Slack (2002) é o mais significativo desenvolvimento da filosofia MRP. Os sistemas ERP permitem que todas as bases de dados da empresa sejam integradas, melhorando a agilidade nas operações e reduzindo o esforço operacional e, conseqüentemente, os erros.

Através dos Sistemas Integrados de Gestão (SIG), é possível observar a gestão da empresa como um todo, realizando o ERP e, gerindo quando possível toda a cadeia logística de suprimento (BALLOU, 2006).

Segundo Corrêa (1997) os sistemas ERP são a evolução dos sistemas MRP (Material Resource Planning). Foram inseridas funções de programação mestre da produção, cálculo grosseiro de necessidades de capacidade, cálculo detalhado de necessidade de capacidade, controle do chão de fábrica, controle de compras e, mais recentemente, Sales & Operations Planning. Dessa forma, os sistemas MRP atendem além das necessidades de informação referentes ao cálculo da necessidade de materiais, também às necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial sobre outros recursos de manufatura. O MRP passou, então, a ser chamado de MRP II (Manufacturing Resource Planning - Planejamento de Recursos de Manufatura).

Corrêa, Giansi e Caon (1997), afirmam que os pacotes ERP são sistemas integrados de gestão e podem ser entendidos como uma evolução dos sistemas MRPII (Material Resources Planning). Isso porque, além de exercerem o controle dos recursos utilizados diretamente na manufatura de um produto (materiais,

peças, equipamentos), também permitem controlar os demais recursos da empresa ligados à produção, comercialização, distribuição e gestão (Figura 1).

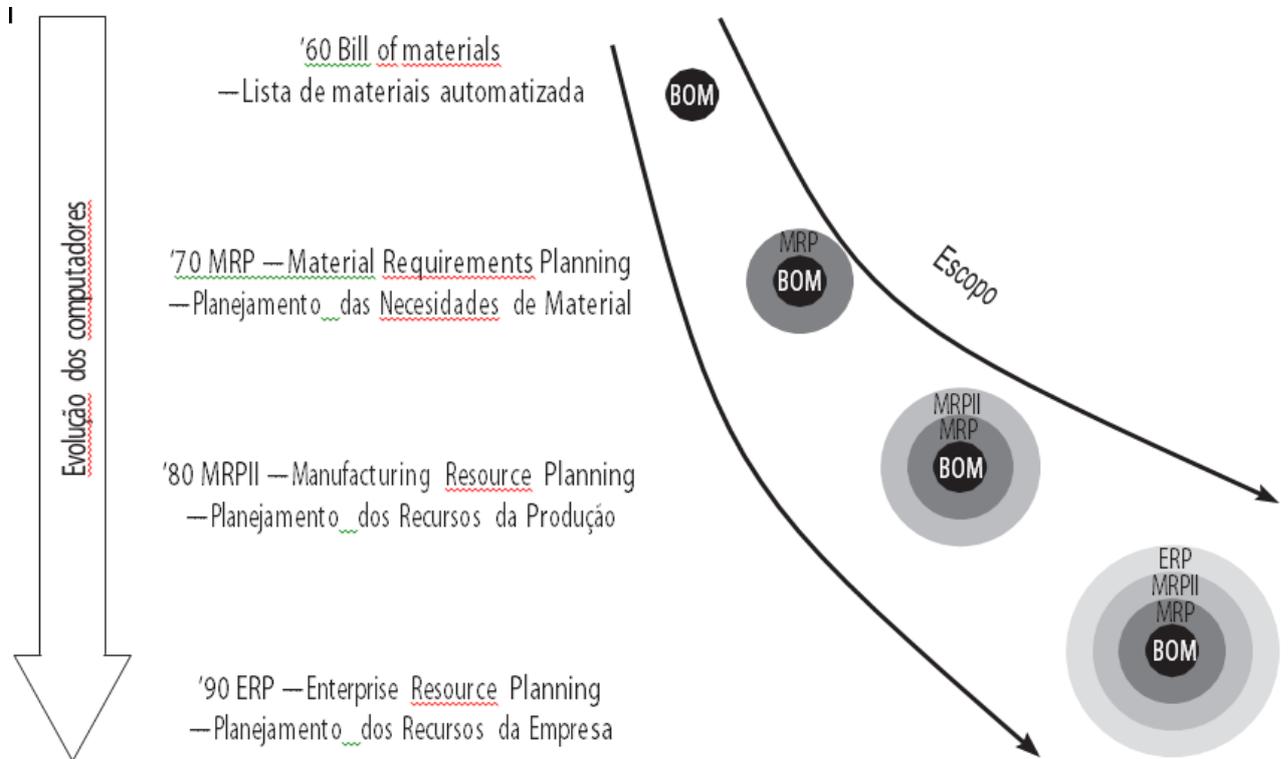


Figura 1 - Origem e evolução dos sistemas ERP.
 Fonte: Adaptada de Corrêa, Gianesi e Caon, 1997

Markus e Tanis (2000), os definem como pacotes comerciais que permitem a integração de dados provenientes dos sistemas de informação transacionais e dos processos de negócios ao longo de uma organização. Embora as empresas possam desenvolver internamente sistemas com as mesmas características, o termo ERP está normalmente associado a pacotes comerciais.

2.3. O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COM O ERP

Os sistemas ERP sempre requerem procedimentos de ajuste que podem ser representados pelas fases de adaptação, parametrização e customização, e, ainda pela localização e atualização (SOUZA; ZWICKER, 2000).

A análise do ambiente é geralmente a etapa mais importante do Plano Estratégico, pois é quando as entidades são levadas a alcançar a eficácia pela descoberta de oportunidades e ameaças (ALMEIDA, 2010). Na fase de adaptação, o sistema é preparado para ser utilizado em uma determinada empresa, e é nela que se faz a eliminação de discrepâncias ou diferenças entre o pacote selecionado e a empresa (SOUZA; ZWICKER, 2000).

Como forma de evidenciar os processos de gerenciamento da informação, Davenport (1998) apresenta um método genérico baseado em quatro passos, conforme a Figura 2.

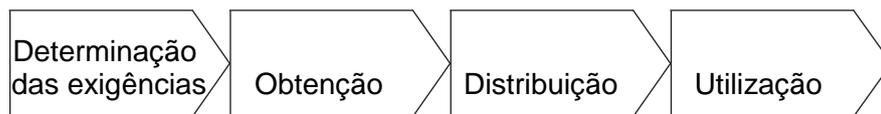


Figura 2 – O processo de gerenciamento da informação.
Fonte: Adaptada de Davenport, 1998, p. 175.

A fase da determinação das exigências, segundo Davenport (1998), é a mais difícil, uma vez que envolve identificar como os gerentes e os funcionários percebem seus ambientes informacionais. Para melhor domínio do assunto, essa etapa requer várias perspectivas, dentre elas a política, a psicológica, a cultural e a estratégica, além das ferramentas correspondentes, como avaliação individual e organizacional.

Na parametrização, faz-se a adaptação do sistema ERP com o uso de valores de parâmetros disponibilizados pelo próprio sistema, com um mínimo de mudanças, o que evita custos de manutenção (SOUZA; ZWICKER, 2000).

Na customização, o sistema ERP é modificado para adaptar-se a uma determinada situação empresarial impossível de ser reproduzida por parâmetros pré-existentes, sendo possível atender a qualquer necessidade da empresa (SOUZA; ZWICKER, 2000).

Já Segundo Scheer e Harbermann (2000) o processo de implementação deve envolver a análise dos processos atuais do negócio e a possibilidade de modificá-los, mais do que propriamente desenhar uma aplicação de sistema que faça o

melhor de um processo ruim. Se os processos forem corretamente redesenhados e os modelos desses processos documentarem uma melhoria de resultados, sistemas ERP podem ser configurados por estes modelos conceituais.

Souza & Zwicker (2000) definem como sistema de informação integrado aqueles que são adquiridos na forma de pacotes comerciais, que suportem grande parte das operações de uma empresa. O ponto fundamental na escolha de um sistema ERP é analisar, deve-se realizar uma análise de adequação de funcionalidades para checar se as particularidades da empresa são atendidas. A implantação precisa ser gerenciada por pessoas que entendam de mudança organizacional e negócio, devendo ser conduzida por funcionários da empresa. O sistema ERP compreende desde um conjunto de programas de computador até um sistema de informação gerencial que visa a apoiar as decisões estratégicas da empresa, resultando em um projeto de mudança organizacional, com reflexos na forma de operação da empresa, na estrutura e nos aspectos culturais.

O princípio-chave do sistema ERP é a integração das diferentes funções da empresa para criar operações mais eficientes dos dados-chave e da comunicação entre as áreas da empresa, fornecendo informações detalhadas sobre suas operações (MENDES; ESCRIVÃO FILHO, 2002).

O Objetivo de um Sistema ERP é centralizar as informações e gerir o seu fluxo durante todo processo de desenvolvimento da atividade empresarial, integrando os setores da organização e possibilitando aos gestores acesso ágil, eficiente e confiável às informações gerenciais, dando suporte à tomada de decisões em todos os níveis do negócio. Construídos sobre um banco de dados centralizado, os sistemas ERP consolidam todas as operações de uma empresa em um único sistema, que pode residir em um servidor centralizado, ser distribuído em unidades de hardware autônomas em rede local ou ser hospedado remotamente via web (PORTALDOERP, 2015).

Para Hartmann (2002), o Planejamento Estratégico tem como principal motivação as necessidades dos clientes. Dessa forma o primeiro grande objetivo é o desenvolvimento da Visão Estratégica, por meio de duas questões: Onde Chegar e Para Quem. A partir disso tem-se então o foco do negócio.

2.4. O ERP NA CONTRUÇÃO CIVIL

Segundo Vieira (2006), a inserção de novos conceitos, procedimentos, técnicas, métodos e processos conduziram a mudanças, principalmente no pensamento estratégico e na visão sistêmica das organizações do setor da construção, desencadeando a implementação de tecnologias de informação (TI) que proporcionam um ambiente integrado e produtivo.

O mundo tecnológico não está mais restrito às grandes corporações com verbas tentadoras. Se alguém, há alguns anos, falasse na implementação de sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning) em empresas do setor da construção civil, seria taxado de visionário ou louco. No entanto, o tempo mudou e a evolução tecnológica é um caminho sem volta (MARÇON, 2011).

Os sistemas ERP abrangem cada passo da operação, desde as compras, provisões, planejamento, manufatura, formação de preços, contas a pagar e receber, processos contábeis, controle de estoque, administração de contratos, venda de serviços e todos os níveis de comércio varejista ou atacado, passando pela gestão eficaz dos relacionamentos com clientes e fornecedores, pós-venda, análise de resultados e muitos outros fatores personalizados, altamente adaptáveis a qualquer empresa, em qualquer ramo de negócios.

O uso de um Sistema ERP em uma empresa dá a seus gestores o controle total sobre a empresa, auxiliando na tomada de decisões e fornecendo todas as informações vitais de maneira acessível e clara (PORTALDOERP, 2015).

A construção civil é basicamente uma série de projetos. A organização e disponibilidade da informação faz bastante diferença na gestão e resultados, embora algumas empresas ainda insistam em ter controles e sistemas não estruturados, principalmente por conta dos custos; outras buscam constantemente o apoio de consultorias e empresas que foram criadas para ajudar essa área de negócios a se desenvolver. Não é à toa que empresas de tecnologia passaram a evoluir soluções para as empresas de construção civil. Afinal, uma empresa bem gerida e preparada para enfrentar a concorrência pode passar rapidamente para outro patamar com melhores resultados e controles (MARÇON, 2011).

Os sistemas ERP apresentam uma série de características que, tomadas em conjunto, os distinguem dos sistemas desenvolvidos internamente nas empresas e de outros tipos de pacotes comerciais. Essas características são importantes para a

análise de possíveis benefícios e dificuldades relacionados com sua utilização e com os aspectos pertinentes ao sucesso de sua implementação (SOUZA; ZWICKER, 2000).

Entre as principais vantagens de se implantar um sistema ERP estão a integração dos processos internos, a confiabilidade de informações, a obtenção de dados gerenciais que auxiliam as tomadas decisões e a unificação de operações de diferentes plantas (VIEIRA, 2006).

Para Vidal (2004) a tecnologia digital, por meio dos recursos de informática e da internet está cada vez mais inserida na sociedade, na economia e nas empresas. A aplicação eficaz da tecnologia nos processos de negócio da organização aumenta a qualidade e a competitividade dos produtos e serviços das empresas e abre novas oportunidades, no entanto isso cria uma dependência, pois a sua falta, pode inviabiliza-los.

Segundo Marçon (2011), a escolha do sistema impacta de forma direta a empresa, portanto, a maturidade e estabilidade do sistema devem ser fortemente consideradas. Tenha em mente que se trata de uma escolha para mais de uma década, é importante que a visão seja global, uma vez que é alto o risco de tomar uma decisão com pouca base ou com informações superficiais.

Não basta apenas contratar uma empresa especializada em ERP, principalmente quando se fala em corporações de construção civil, que muitas vezes não têm um departamento específico para encontrar as melhores soluções. Por isso, hoje existem metodologias no mercado que estudam e verificam qual é o melhor sistema de ERP para ser implementado. O objetivo é facilitar a vida e otimizar custos dos empresários que buscam soluções para organizar processos e recursos internos (MARÇON, 2011).

Configurar um sistema ERP é fundamentalmente uma questão de equilibrar a maneira que sua empresa requer que o ERP funcione e o alcance que a flexibilidade do sistema permite. O primeiro passo é decidir quais módulos serão utilizados; em seguida, adaptar o sistema para atingir o melhor ajuste possível aos processos da empresa, ou desenhar processos eficientes dentro das melhores práticas de negócio, muitas vezes conforme já contemplado pelo Sistema ERP escolhido. Por isso é importante buscar uma solução ERP que seja mais ampla, aderente e personalizável o possível (PORTALDOERP, 2015).

Pela consideração desses fatores, é naturalmente desejável e perfeitamente possível que se obtenha, numa implantação feita com qualidade e critério, o sistema ERP pode atingir o sincronismo perfeito com as atividades da empresa, como se houvesse sido feito sob medida, ou até mesmo superando um sistema desenvolvido especificamente por agregar recursos e possibilidades ainda não explorados pela empresa até então (PORTALDOERP, 2015).

A implantação de modelos gerenciais gera mudanças organizacionais e provoca expectativas em seus usuários e beneficiários. Além da mudança tecnológica, a implantação do sistema ERP, pela inovação inerente ao sistema, provoca mudança no comportamento da organização, por gerar incertezas e causar insegurança. No sentido de interferir nesse quadro, a direção da empresa tem por responsabilidade assegurar que o sistema provoque melhorias nos processos de trabalho e fluxos de informações, o que deve ser trabalhado junto às pessoas, de forma que todos tenham confiança, saibam entender e utilizar a tecnologia a seu favor, melhorando seu desempenho e produtividade (OLIVEIRA, 2006).

Os sistemas de informação podem ser difíceis de usar e de gerenciar pelos usuários finais por causa de suas complexidades técnicas, descrições volumosas dos dados, e procedimentos organizacionais complexos relacionados ao uso. A complexidade da implantação varia significativamente com as finalidades pretendidas da tecnologia e a escala e o objetivo da implantação (ABREU, 1995).

Segundo Conner (1995), com o decorrer dos anos, as organizações veem seu próprio futuro de maneira diferente. Nos anos 70, a América corporativa estava assim dividida: nenhuma mudança: 60%, mudança esporádica gradativa: 35% e mudanças contínuas, simultâneas: 5%.

De acordo com Davenport (1998) os sistemas ERP são compostos por uma base de dados única e por módulos que suportam diversas atividades das empresas. A figura 3 apresenta uma estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP. Os dados utilizados por um módulo são armazenados na base de dados central para serem manipulados por outros módulos.

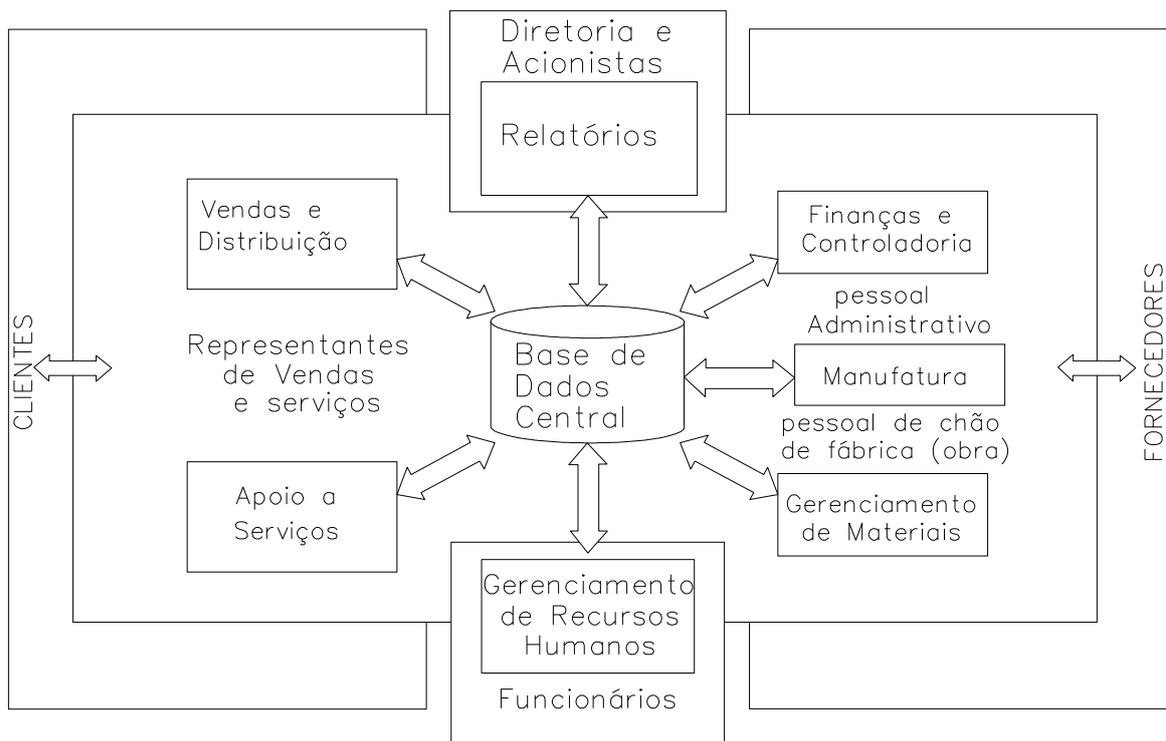


Figura 3: Adaptação da estrutura típica de um funcionamento de um sistema ERP
 Fonte: Davenport, 1998.

Os módulos representados na figura 3 estão presentes na maioria dos sistemas ERP. Além deles, alguns sistemas ERP possuem módulos adicionais, tais como: Gerenciamento da Qualidade, Gerenciamento de Projetos, Gerenciamento de Manutenção, entre outros.

Abreu (1995) afirma que os sistemas de informação afetam os sistemas organizacionais, por isso devem ser gerenciados como processos de mudança organizacional, ou seja, dentro da visão sociotécnica, daí a importância de uma gestão de projetos de qualidade.

Para que haja a mudança, é fundamental que alguns fatores sejam atenuados. Segundo Correa (2001), os principais fatores que podem dificultar uma mudança são: falta de gente qualificada para executar o projeto, treinamento insuficiente, comunicação interna deficiente ou inadequação e ausência de um modelo comum para os processos.

Jensen (1998) esclarece que os programas de mudança costumam concentrar-se nos custos esquecendo-se de outras doenças organizacionais: confusão, conflito, complexidade e caos.

Rodrigues (2002) analisou variáveis referentes à implantação de sistemas de gestão integrada em empresas de construção civil, utilizando características

vinculadas a software, hardware, gerenciamento de dados e comportamento. O autor definiu 9 fatores que influenciam na implantação do ERP, conforme apresentado na tabela 1:

Tabela 1 - fatores que influenciam na implantação do ERP em empresas de construção civil

Fonte: adaptado de Rodrigues (2002).

Indicadores	Características
I. Maturidade de processamento de dados	Uma informática satisfatória é elemento básico para o sucesso do projeto (BERGAMASCHI; REINHARD,2000). Estabelece o bom ou mau início de trabalho.
II. Aprendizado em equipe	Realização de reuniões periódicas com objetivos claros e compartilhados , tendo ações com resultados , auxilia o trabalho em equipe, possibilitando a implantação do software corporativo e minimizando o problema do poder da informação.
III. Mapa mental ou modelos mentais	Mapa mental comum com objetivos claros e compartilhados pelo corpo diretivo, gerencial e operacional em relação à sua implantação. Outros fatores importantes são quanto às expectativas definidas e compartilhadas e como é o mapa mental do corpo diretivo, gerencial e operacional em relação às responsabilidades, atribuições, direitos e deveres a fim de facilitar a implantação do sistema.
IV. Visão sistêmica ou pensamento sistêmico	Embasamento do corpo diretivo, visão do corpo gerencial e trabalho do corpo operacional em relação à integração entre os setores dependentes , as deficiências e as virtudes de cada setor e a ação de modo a melhorar o desenvolvimento da empresa de forma pró-ativa, facilitando a implantação do sistema.
V. Maestria pessoal ou domínio pessoal	Satisfação do corpo diretivo, gerencial e operacional com as suas atribuições gerais , pois a satisfação gera comprometimento. Discernimento do corpo diretivo, gerencial e o operacional em relação às suas responsabilidades e limitações , tornando os colaboradores capazes de verificar as vantagens que terão implantando o sistema. Outro fator analisado é a capacidade que o corpo diretivo, gerencial e o operacional possuem de respeitar hierarquias , seguir deliberações , analisar sugestões e mudar de opinião, abertura para mudanças , inclusive de sistemas .
VI. Visão compartilhada	Visão compartilhada com a liderança e com os líderes que influenciam a linha de comando da organização, s e a organização segue ou não uma cadeia hierárquica e a existência de uma liderança forte. Credibilidade do responsável pela implantação na empresa e que seja respeitado pela alta administração. Outros fatores importantes são: a quantidade de pessoas que coordenaram as implantações do sistema corporativo, se existiram co-coordenadores departamentais com autonomia de decisão e s e o coordenador do projeto de implantação tinha capacidade de enxergar, liderar e resolver as dificuldades geradas pela interação entre ambiente interno e externo da organização.
VII. Alteração da equipe	Verificar a quantidade de alteração do corpo diretivo, gerencial e operacional que participa da implantação do sistema tendo como parâmetro inicial a fase de início do processo de implantação do sistema. Outro parâmetro é a taxa de alteração em relação ao total de colaboradores que participaram da implantação sobre o total de colaboradores que participaram e saíram da organização durante a implantação do sistema. Apoio da alta administração representa fator crítico para o sucesso do projeto, indicando a exigência de patrocinador forte, garantindo os recursos para o projeto e intervindo quando necessário.
VIII. Reengenharia	Abertura para reorganização, para transformação de conceitos de equipe e da maneira de atuar, com possibilidade para redefinições de processos em prol da implantação do sistema.
IX. Gerenciamento da mudança	Missões claramente definidas como fator altamente crítico para o sucesso do projeto pode indicar algumas importantes questões organizacionais no gerenciamento do projeto e sua comunicação para toda a organização.

De acordo com Rodrigues (2002), uma pesquisa elaborada pela Deloitte Consulting (1998), define o ERP como sendo “um pacote de softwares de negócios que possibilita automatizar e integrar a maior parte dos processos de negócio da empresa, compartilhando práticas e dados comuns por toda ela, assim como, produzindo e tornando acessíveis as informações em tempo real”.

2.5. PROGRAMAÇÃO LINEAR

A Programação Linear (PL) é uma das mais utilizadas, entre as diversas técnicas, da área matemática conhecida como Programação Matemática. A Programação Matemática é constituída de um conjunto de técnicas que tem por objetivo otimizar (maximizar ou minimizar) uma função de diversas variáveis (variáveis primárias) denominada Função Objetivo, sujeita a um conjunto de Restrições representadas analiticamente por equações ou inequações das variáveis primárias envolvidas. (MARQUES, 2009)

A finalidade da programação linear é encontrar o lucro máximo ou o custo mínimo em situações reais. Mas qual é a magnitude desse benefício dentro das empresas? Segundo pesquisas efetuadas em empresas que têm utilizado essa ferramenta, a redução de custos se enquadra facilmente na faixa entre 1% e 5%, existindo casos que chegam até a 15% (GONÇALVES; KOPROWINSKI, 1995).

Problemas que envolvem a ideia de otimização estão presentes em vários campos de estudo como, por exemplo, na Economia se busca a minimização de custos e a maximização do lucro em uma firma ou país, a partir do orçamento disponível; na Nutrição se procura suprir os nutrientes essenciais diários com o menor custo possível, considerando a capacidade financeira do indivíduo; na química se estuda a pressão e a temperatura mínimas necessárias para realizar uma reação química específica no menor tempo possível; na Engenharia se busca o menor custo para a confecção de uma liga de alumínio misturando varias matérias primas e obedecendo as restrições mínimas e máximas dos respectivos elementos presentes na liga, (ARAÚJO, 2013).

Para Bernardo (1996), este é um método matemático utilizado para a solução de problemas empresariais que dizem respeito à otimização na utilização de recursos pelas diversas tarefas ou atividades que devem ser realizadas. Em geral, nesses problemas, os recursos disponíveis são escassos, ou seja, não são

suficientes para que cheguem ao nível mais elevado que se deseja na execução de todas as atividades.

O marco definitivo na afirmação da Pesquisa Operacional foi a publicação por G. Dantzig, em 1947, do método simplex para a programação linear. Assim, a programação linear se tornou a primeira técnica explícita e permanece hoje como a mais básica e útil de todas as técnicas da Pesquisa Operacional. (PUCCINI; PIZZOLATO, 1987)

A Programação Linear, para Gonçalves e Koprowinski (1995), é uma técnica de planejamento que vem se constituindo como uma das mais poderosas em quase todos os ramos da atividade humana. Seus benefícios são exatamente aqueles procurados por qualquer empresa: diminuição dos custos e aumento dos lucros. Em algumas organizações ela está, inclusive, embutida em suas rotinas informatizadas de planejamento diário dos processos de operação.

Por fim Souza (1998) afirma que o método da programação linear deve observar os seguintes procedimentos, para solucionar um problema: Definir o problema - para isso, é preciso identificar o objetivo pretendido, as variáveis de decisão, ou seja, as variáveis que estão ligadas a esse objetivo e, ainda, quais as limitações e relações a que estas variáveis estão sujeitas.

3. METODOLOGIA

O trabalho realizado foi fundamentado em pesquisas literárias e bibliográficas em relação ao assunto discutido no tema.

O método de pesquisa foi associado a um estudo de caso, que segundo Yin (2005), é definido como uma investigação empírica que investiga um fenômeno dentro de um contexto real e prático, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Assim sendo, a metodologia consistiu em um estudo focado na verificação das atividades realizadas pela equipe de planejamento de uma empresa da construção civil, traçando um paralelo em relação ao antes e depois da implantação.

Neste capítulo apresenta-se o estudo de caso, no qual são abordadas as características da empresa estudada, uma série de relatos, colhidos do chefe de planejamentos e sua equipe.

O levantamento dos custos, e a tomada dos tempos, para efeito de apuração para o cliente, é feito pelo sistema de Timesheet interno (apontamento de horas da equipe). Em nível de faturamento, possuem uma taxa/hora definida em contrato que é baseado nas condições de mercado.

3.1. ESTUDO DE CASO

3.1.1. CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa estudada é uma construtora e incorporadora, de porte médio, sediada na cidade de Curitiba, estado do Paraná, com atuação no mercado nacional.

Foi criada no ano de 1998, é uma empresa focada em desenvolver estratégias, tecnologias e soluções integradas que busca entender e trabalhar as necessidades e padrões específicos de cada obra otimizando assim prazos e custos.

Esse diferencial estratégico é fundamental no importante processo de crescimento da empresa e também para a ampliação de seu portfólio de obras civis, que já conta com a construção de edifícios comerciais, residenciais, industriais, residências, auditórios e hospitais.

Nesse mercado tão exigente e competitivo, a empresa busca destacar-se pela implementação de ações norteadas por profissionalismo, comprometimento, credibilidade e respeito. E é por isso que atua ativamente em cada etapa de suas obras, participando do sucesso dos empreendimentos de seus clientes.

Com o aumento da demanda e da exigência dos clientes em relação ao andamento dos projetos, e a necessidades de previsões cada vez mais realistas, trouxeram para a empresa a necessidade da implantação do sistema ERP.

A partir de Depoimentos tomados junto ao chefe de planejamento, e outros dois colaboradores, responsáveis pela alimentação do sistema foi constituída a base necessária para a metodologia deste trabalho.

3.1.2. NECESSIDADE DE UM SISTEMA ERP

Anteriormente à implantação do Sistema ERP para ações de planejamento e coordenação das atividades no canteiro de obras eram utilizadas de planilhas em Excel de modo geral, para orçamentos, medições de clientes, medições de empreiteiros, cotações, compras, análises comparativas de cotações, cronogramas físico-financeiros, apropriação de custos nos cronogramas financeiros.

Esse procedimento era feito individualmente para cada obra, um banco de dados era montado para cada empreendimento, o que gerava uma infinidade de arquivos, aumentando a possibilidade de erros.

O confrontamento dessas informações era feito a partir da elaboração de novas planilhas resumos reunindo informações de todas as obras. Com todo o planejamento já desenvolvido por meio de planilhas em Excel, as justificativas para implantação do sistema ERP foram o fato das planilhas funcionarem somente caso os lançamentos sejam feitos corretamente, mas mesmo com orientação padronizada de preenchimento aos diversos usuários (da área técnica), é muito difícil controlar os erros de lançamentos, uma vez que a quantidade de informações é grande. As planilhas não suportam filtros e controles mais rigorosos contra erros.

Além de serem mais suscetíveis a erros, existem outros aspectos que depreciem a utilização das planilhas em relação ao sistema ERP são a falta de integração com "contas a pagar" e a falta de controle de alçada de aprovações de compras, contratações e medições de empreiteiro.

3.1.3. PROCURA DO SISTEMA ERP MAIS ADEQUADO À EMPRESA

O primeiro passo para a busca do sistema que mais se adequou às necessidades de sua empresa foi realizar uma busca dentre vários sistemas que diziam atender a construção civil.

Foram encontradas das mais diversas opções de sistema, Jiva, Audacter, Sakhya, Mega sistemas, Nasajon Sistemas, Sispro, Dzon, Effective, Target, desde o mais simples e objetivo desenvolvido por seu idealizador, um engenheiro que vendia, treinava e dava assistência do seu sistema; até o mais complexo cujo objetivo era atender todo tipo de empresa, não somente para construção civil.

Em relação à operação do sistema observou-se também que existe no mercado as mais diversas tecnologias empregadas, desde as mais comuns que necessitam obrigatoriamente o uso do Windows para sua utilização, até o sistema que utiliza tecnologia 100% Web, podendo ser utilizado por qualquer Sistema Operacional.

Enfim, após inúmeras demonstrações e muitos questionamentos técnico-operacionais rigorosos, houve o descarte do Sistema com melhor tecnologia, pela limitação de recursos e ferramentas de análise deficientes, o sistema mais objetivo também foi descartado pela integração financeira deficiente e suporte técnico limitado. O Sistema de maior porte por ter sua origem na fusão de vários outros sistemas, tornando-o mais suscetível a erros tanto de funcionamento quanto de operação.

Por fim foi selecionado o Sistema que apresentou melhor integração entre os diferentes módulos e áreas da empresa (compras, empreiteiros, orçamentos, cronogramas, financeiro, integração contábil, integração com folha de pagamento)

Esse sistema foi originalmente projetado para atender a indústria, conseqüentemente sofreu algumas adaptações que o habilitaram a atender uma empresa construtora do ramo da construção civil.

Todos os Sistemas, inclusive o selecionado, apresentaram deficiência no quesito Comparativo de Orçamento e Cronograma quanto ao Previsto x Realizado x Gasto Real x Reprogramado, deixando claro que algumas planilhas desenvolvidas em Excel não poderiam ser supridas com o Sistema.

3.1.4. DESAFIOS E DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Dentre os diversos desafios que a empresa enfrentou, o maior destaque em relação à dificuldade da implantação foi cronograma de implantação apresentado era muito maior que a expectativa. Houve muita discussão até houvesse os ajustes destes prazos, mas no final conseguiu-se diminuir e cumprir o cronograma em aproximadamente 40% do prazo estipulado inicialmente. Para isso foram designadas pessoas chaves para os treinamentos dos diversos módulos, os "key users", funcionários especialistas dentro de sua área de atuação, que podem treinar outros colaboradores da empresa e suprir a falta de algum destes. São pessoas escolhidas de acordo com suas capacitações para um aprendizado mais objetivo e analítico.

Os aspectos abordados nos treinamentos dos "key users" durante os treinamentos, além das funcionalidades dos módulos, foram a didática e padrão de treinamento para os diversos instrutores, objetividade e lógica dos processos, falhas do sistema encontradas, pontos de melhorias.

Além das dificuldades de implantação referentes ao treinamento de pessoal e cumprimento do cronograma, existem outras dificuldades que valem a pena serem mencionadas, dificuldades para disponibilização de tempo integral nos dias para treinamento e dificuldade, durante a transição para o novo sistema, de utilizar as planilhas antigas e o sistema em paralelo, com a finalidade de confronto dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início das operações do novo sistema, um dos maiores temores dos responsáveis pelas atividades de planejamento, parecia tornar-se realidade, houve um aumento no tempo despendido pela equipe de planejamento em relação à uma mesma atividade executada pelo sistema anterior. O conjunto das atividades desenvolvidas pelo sistema foi dividido em dois módulos, o módulo de compras e o módulo de contas a pagar. O susto inicial foi sendo substituído pelo entusiasmo na medida em que o tempo foi passando, a queda na produtividade, constatada inicialmente aconteceu devido à adaptação e realização de novos cadastros no sistema, a partir daí houve reduções expressivas na realização das atividades em ambos os módulos globais, sendo 30% de redução no módulo de compras e expressivos 70% de redução no módulo de contas a pagar.

Os valores diários obtidos pela média da medição do Timesheet, são apresentados na tabela 2:

Tabela 2 – Comparativo das horas Excel x ERP
Fonte: Autor.

Sistemas de Planejamento	Módulo de Compras	Módulo de Contas a Pagar	Horas de trabalho
Planilhas Excel	65 horas	78 horas	143 horas
Sistema ERP	50 horas	46 horas	96 horas

Como objeto de análise foram coletados os dados da demanda de mão obra para desenvolvimento dos módulos, e a partir daí formulado um problema de Programação Linear, com o intuito de otimizar os gastos despendidos em mão de obra, nas atividades de planejamento.

Foram estipuladas necessidades diárias em horas trabalhadas, de três níveis de colaboradores denominados A, B e C, sendo o grupo A composto por engenheiros, grupo “B” Administradores e grupo “C” profissionais de nível técnico. A despesa mensal da empresa em relação a esses profissionais, nas horas despendidas para a atividade de planejamento é de R\$ 43.989,00, valor obtido por meio do *Time Sheet*, *software* de apontamento de horas utilizado para o planejamento. As necessidades diárias para realização das atividades de operação do ERP em uma obra de médio porte segundo o cronograma desenvolvido pela empresa são: 36 horas para os colaboradores do nível A, 30 horas para os colaboradores do nível B e 48 horas para

os colaboradores do nível C. O Módulo de Compras demanda diariamente 2 (dois) colaboradores do nível A, 2 (dois) colaboradores do nível B e 8 (oito) colaboradores do nível C. O Módulo de Contas a Pagar demanda diariamente 3 (três) colaboradores do nível A, 2 (dois) colaboradores do nível B e 2 (dois) colaboradores do nível C.

Os valores fornecidos pela empresa para o cálculo do custo diário dos módulos de Compras e Contas a pagar, são respectivamente de 60 e 80 reais, por hora trabalhada. A partir dessas premissas foram determinadas as quantidades de horas trabalhadas diariamente pelas 3 classes de trabalhadores nas atividades Módulo de Compra e Módulo de Contas a pagar de modo que o custo seja mínimo.

Tabela 3 – Distribuição das horas em relação aos módulos do ERP

Fonte: Autor.

	Módulo de Compras (número de colaboradores)	Módulo de Contas a Pagar (número de colaboradores)	Necessidades (horas de trabalho)
Nível A	2	3	36
Nível B	2	2	28
Nível C	4	2	32
Custo	6	8	

4.1 MODELAGEM

Para compor a modelagem que será utilizada para obtenção dos resultados, serão adotadas as seguintes nomenclaturas para os módulos do ERP, o Módulo de Compras será chamado de y_1 e o Módulo de Contas a pagar de y_2 .

4.1.1 FUNÇÃO OBJETIVO:

A Programação Matemática é formada por um conjunto de técnicas que tem por objetivo otimizar (maximizar ou minimizar) uma função de diversas variáveis (variáveis primárias) denominada Função Objetivo. Nesse caso, a Função Objetivo é uma Função Custo (C) e as variáveis primárias serão: y_1 = Módulo de Compras e y_2 = Módulo de Contas a pagar. A modelagem é mostrada a seguir.

$$C = 60 \cdot y_1 + 80 \cdot y_2 \quad (\text{Custo mínimo}). \quad \text{– Equação 01}$$

4.1.2 RESTRIÇÕES:

A função objetivo está sujeita a um conjunto de Restrições representadas analiticamente por equações ou inequações das variáveis primárias envolvidas. No caso deste estudo as equações obtidas foram:

$$\text{Nível A: } 2*y_1+3*y_2 \geq 36 \text{ – Equação 02}$$

$$\text{Nível B: } 2*y_1+2*y_2 \geq 28 \text{ – Equação 03}$$

$$\text{Nível C: } 4*y_1+2*y_2 \geq 32 \text{ – Equação 04}$$

$$Y_1 \geq 0 ; y_2 \geq 0$$

Como já foi dito anteriormente y_1 e y_2 são as variáveis primárias, 36, 28 e 32 são as limitações das capacidades das restrições dos níveis A, B e C respectivamente.

4.2 MÉTODO GEOMÉTRICO

4.2.1 RESTRIÇÕES EM IGUALDADE:

Para a construção do polígono de soluções viáveis, devemos transformar as desigualdades das restrições em igualdades e traçar os gráficos das equações resultantes:

$$\text{Nível A: } 2*y_1+3*y_2 = 36 \text{ – Equação 05}$$

$$\text{Nível B: } 2*y_1+2*y_2 = 28 \text{ – Equação 06}$$

$$\text{Nível C: } 4*y_1+2*y_2 = 32 \text{ – Equação 07}$$

4.2.2 POLÍGONO DE SOLUÇÕES VIÁVEIS:

Com as equações de retas obtidas com a igualdade das restrições, determina-se então o polígono de soluções viáveis (aquelas que satisfazem todas as restrições);

$$2*x_1+3*x_2 = 36$$

$$X_1=0 \quad x_2=12$$

$$X_2=0 \quad x_1=18$$

$$2*x_1+2*x_2 = 28$$

$$X=0 \quad x_2=14$$

$$X_2=0 \quad x_1=14$$

$$8*x_1+2*x_2 = 32$$

$$X_1=0 \quad x_2=16$$

$$X_2=0 \quad x_1=4$$

Tabela 4 – Resultados para o polígono de soluções de viáveis.
 Fonte: Autor

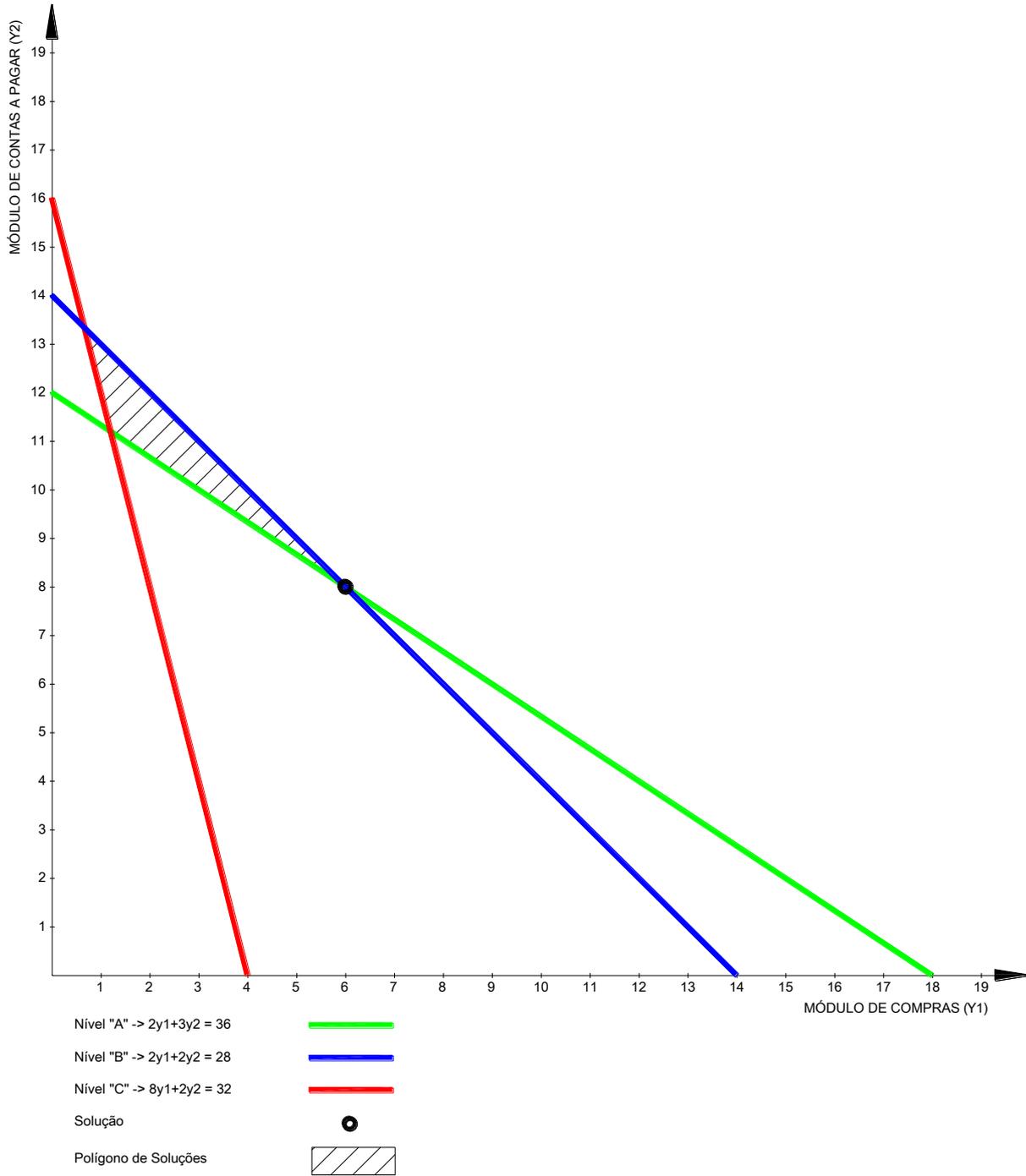
RESULTADOS PARA O POLÍGONO DE SOLUÇÕES DE VIÁVEIS		
	Módulo de Compras	Módulo de Contas a Pagar
Colaborador Nível A	18	12
Colaborador Nível B	14	14
Colaborador Nível C	4	16

O número de soluções viáveis a serem testadas pode ser reduzido utilizando o Teorema do Ponto Extremo cuja definição é a seguinte:

“Quando existe uma única solução que aperfeiçoa (maximiza ou minimiza) a função objetivo é linear, então esta solução se encontrará em um dos vértices (ponto extremo) do polígono de soluções viáveis. Caso exista mais de uma solução, pelo menos duas das soluções são representadas por vértices adjacentes do polígono de soluções viáveis”.

Conforme o teorema, serão analisados apenas os vértices extremos do polígono, ou seja na figura 4, serão considerados para análise somente as interseções das retas vermelha e azul, e das retas verde e azul.

Figura 4: Polígono de soluções viáveis
 Fonte: Autor.



4.2.3. INTERSEÇÕES:

Resultado do sistema para interseção 1, onde as retas se interceptam no ponto superior do polígono.

$$8*x_1+2*x_2=32$$

$$2*x_1+2*x_2=28$$

$$\mathbf{X_1 = 6 \quad x_2 = 8}$$

Resultado do sistema para a interseção 2, onde as retas se interceptam no ponto superior do polígono.

$$2*x_1+3*x_2=36$$

$$2*x_1+2*x_2=28$$

$$\mathbf{X_1 = 0,7 \quad x_2 = 13,3}$$

Além disso também são analisados os vértices dos pontos extremos das retas em relação aos eixos das coordenadas, (0,16) e (18,0).

4.2.4. SOLUÇÕES:

De acordo com o Teorema dos Pontos Extremos, a solução ótima é representada por um dos vértices do Polígono de Soluções Viáveis (PSV), portanto, a Função Objetivo deve ser calculada nos vértices: (0;16), (0,7;13,3), (6;8) e (18; 0).

Tabela 5 – Soluções.

Fonte: Autor.

(x1 ; x2)	C= 60*y1+80*y2	
(0 ; 16)	C = 60*0+80*16	1280
(0,7 ; 13,3)	C = 60*0,7+80*13,3	1106
(6 ; 8)	C = 60*6+80*8	1000
(18; 0)	C = 60*18+80*0	1080

As quantidades de horas despendidas diariamente às 3 classes em relação ao módulo de compras são de 6 horas diárias e em relação ao módulo de Contas a Pagar, serão 8 horas diárias, obtendo dessa forma um custo mínimo de mão de obra para operação do sistema de R\$ 1000,00 ao dia, ou R\$ 30.000,00 ao mês.

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

São muitas as conclusões que se obtém a partir do estudo realizado, como a empresa ainda não havia feito um levantamento detalhado a respeito das dificuldades para implantação do sistema ERP, o estudo em questão, serviu como um suporte para realização desse levantamento, portanto é listado abaixo um resumo relatório completo, obtido a partir dos questionamentos deste estudo de caso, os dados para o levantamento foram divididos nos mesmos dois módulos utilizados para se realizar a modelagem para o dimensionamento da alocação de recursos na operação do sistema.

4.3.1. MÓDULOS DE COMPRAS (CONTRATAÇÕES E MEDIÇÕES DE EMPREITEIROS)

- Treinamento de Implantação dos módulos durou 80 horas em duas semanas.
- Início de utilização dos módulos com acompanhamento de um consultor na fase de migração durou 24 horas.
- Encontradas dificuldades de tempo necessário pelos usuários dos módulos. A utilização do sistema em si foi tranquila devido aos usuários terem facilidade de adaptação com tecnologia de informação.
- Estima-se que o tempo para realização das atividades aumentou em 50% (em relação ao processo antes do Sistema ERP) nas duas primeiras semanas, devido à adaptação e realização de novos cadastros no sistema. E posteriormente diminuiu cerca de 30% (em relação ao processo antes do Sistema ERP), devido à facilidade de utilização de histórico de operações anteriores.

4.3.2. MÓDULO DE CONTAS A PAGAR

- Treinamento de Implantação do módulo com duração de 40 horas em uma semana, em paralelo ao MÓDULO DE COMPRAS.
- Facilidade na implantação com acompanhamento de consultor na fase de migração por 16 horas.
- Adaptação mais tranquila e fácil, uma vez que todos lançamentos de notas, recibos, boletos que antes eram feitos pelo setor, agora vêm lançados.

- Estima-se a maior redução de tempo de operação na empresa, em torno de 70%, que se resume agora em aprovar e efetivar as programações de pagamentos já realizadas pela integração dos demais módulos.

4.3.3. CUSTOS DO SISTEMA ERP (RESUMIDO):

Ao final deste trabalho uma série de valores foram obtidos, possibilitando um estimativa confiável em relação custos para empresa com o ERP sendo utilizado nas atividades de planejamento. A locação mensal do sistema na nuvem de armazenamento de dados tem um custo mensal de R\$ 2.100,00, o custo horário de consultoria será de R\$ 250,00 e o custo total da mão de obra dos quinze colaboradores necessários para alimentar os módulos do sistema será de R\$ 30.000,00. Um resumo dos custos é mostrado na tabela 6.

Tabela 6 – Custos do Sistema ERP.

Fonte: Autor.

LOCAÇÃO MENSAL DO SISTEMA NA NUVEM (15 USUÁRIOS):	R\$ 2.100,00
CUSTO HORÁRIO DE CONSULTORIA (IMPLANTAÇÃO):	R\$ 250,00
MÃO DE OBRA MENSAL - 15 USUÁRIOS	R\$ 30.000,00

5. CONCLUSÃO

Comparando o sistema de controle de planilhas eletrônicas com o sistema ERP observou-se que houve reduções expressivas na realização das atividades em ambos os módulos globais, no módulo de compras a redução foi de 65 horas com as planilhas em Excel, para 50 horas com a utilização do sistema ERP, em números percentuais essa redução foi de 30%, já no módulo de contas a pagar, a redução foi de 78 horas do Excel para 46 horas no ERP, 70% de redução no tempo de execução.

Os ganhos de alocação de recursos de acordo com a modelagem proposta são de R\$ 13.988,00 mensais, haverá uma redução de R\$ 43.988,00 para R\$ 30.000,00, totalizando um percentual de aproximadamente 31,8%.

6. REFERÊNCIAS:

ABREU, A. F. **The role of stakeholder's expectations in predicting the outcomes of the IS implementation process.** 1995. Tese (Doutorado Information Technology) - University of Waterloo, Waterloo, 1995.

ALMEIDA, Martinho Isnard Ribeiro de. **Manual de Planejamento Estratégico: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas Excel.** 3.ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

ARAÚJO, Pedro Felipe da Silva, **Programação Linear e suas Aplicações: Definição e Métodos de Soluções.** UFG - Instituto de Matemática e Estatística – IME, Goiânia, 2013.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2006.

BERNARDO, Mauro Santo. **Desenvolvimento da contabilidade de custos e o progresso tecnológico: origens e desenvolvimentos até 1914.** Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Faculdade de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis da Universidade de São Paulo. São Paulo, FEA/USP, 1996.

CHIAVENATO, Idalberto, **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações /** Idalberto Chiavenato - 7. ed. rev. e atual. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2003

CHIAVENATO, Idalberto, **Administração nos novos tempos.** Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. (1997). **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação.** São Paulo: Atlas.da produção: MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação.

CORREA, C. **Gestão da mudança: gigante em movimento**. Negócios Exame, p. 59-66, ago. 2001.

DAVENPORT, T.H. **“Holistic Management of Megapackage Change : The case os SAP”** University of Texas at Austin FELIPPE.

ETCHALUS, J. M.; SCANDELARI L.; XAVIER, A. A. P. **Aspectos da Tecnologia da Informação em Pequenas Empresas da Construção Civil**. Synergismus Scyentifica UTFPR, Pato Branco, v.1, 2006. 1 CD-ROM.

HARTMANN, Luiz Fernando. **Planejamento estratégico para o gerenciamento total**. 7.ed. Lajeado: Grafozem, 2002.

GONÇALVES, A.; KOPROWINSKI, S. O. **Pequena empresa no Brasil**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

JENSEN,B. **O desafio da simplicidade: abolir a complexidade pode ser uma ótima estratégia. O segredo está em organizar e distribuir informação**. HSM Management, São Paulo, p. 22-33. jul./ago. 1998.

MARÇON Edgar, **A busca pelo melhor ERP- Dez passos para escolher sistemas de ERP para empresas de médio porte da construção** - Edição 118 - Junho/2011 - <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/118/a-busca-pelo-melhor-erp-282507-1.aspx>

MARKUS, M. Lynne e TANIS, Cornelis (2000). **“The enterprise system experience – from adoption to success”**, in Zmud, Robert, Ed., Framing the domains of IT research: glimpsing the future through the past. Cincinnati, Pinnaflex.

MARQUES, Jair Mendes; **Notas de Aula da disciplina Pesquisa Operacional I – Centro Universitário Franciscano do Paraná, Curitiba, 2009**

MENDES. Juliana Veiga; ESCRIVÃO FILHO. Edmundo. **O sistema integrado de gestão é fator de competitividade para as pequenas e médias empresas?** Revista Uniara. N. 8, p. 13-21, 2000

MINTZBERG, Henry; QUINN, James Brian. (2001) - **O processo da estratégia**. 3º ed. Porto Alegre: Bookman.

OLIVEIRA, Alex-Sandro M. de. **Informações contábeis - financeiras para empreendedores de empresas de pequeno porte**. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

ORSSATTO, C. **Mudança estratégica organizacional: um caso na agroindústria catarinense**, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFSC. Florianópolis, 1995.

PORTAL DO ERP, Preparação da Empresa, <http://sistemaerp.org/#preparacao-da-empresa>, 2012.

PORTER, M. E. **What is strategy?** Harvard Business Review, p. 61-78, Nov/Dec. 1986.

PUCCINI, A. de L.; PIZZOLATO., N. D. **Programação Linear**. 2. ed. Rio de Janeiro, São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1987.

RODRIGUES, MPP. **Identificação de Estratégias de Ação Para Implantação de Sistemas de Gestão Integrada: um estudo exploratório na construção civil**. 133f. Florianópolis, 2002. 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia)–Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SCHEER A.W. and Habermann F. (2000) **“Making ERP a success”, Association for Computing Machinery Communications of the ACM**, New York, Apr, 57-61

SEVERINO, Renée H. **As informações contábeis dos sistemas de gestão empresarial (ERP) utilizadas nas empresas varejista: um estudo de caso**. 2007. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SERTEK, Paulo; GUINDANI, Roberto Ari; MARTINS, Tomás Sparano. **Administração e Planejamento Estratégico**. Curitiba: IBPEX, 2007.

SHERMAN E. (2000) ” **ERP attitude Adjustments**”, Computerworks, Framingham, Feb, 52-53

SLACK, N.; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Alceu Clemente de. **Contextos, paradigmas e sistema de custeio**. CONGRESSO GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS, V, 1998. Anais... Fortaleza, ABC, 1998. v. 1, p.141-156.

SOUZA, C. A.; ZWICKER, R. **Implementação de sistemas ERP: um estudo de casos comprados**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 2000, Florianópolis. Anais...Florianópolis: [s.n.], 2000.

TORQUATO, P. R. G.; SILVA, G. P. **Tecnologia e estratégia: uma abordagem analítica e prática**. Revista de Administração, São Paulo, v. 35, p. 72-85, jan./mar. 2000.

VIDAL, Antonio G. da Rocha; ZWICKER, Ronaldo; SOUZA, César Alexandre. **A informatização em empresas industriais paulistas: um estudo exploratório**. São Paulo: FIESP/CIESP/FEAIUSP, 2004.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à Construção Civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006. 178 p.