

ROBERTO STRAMANDINOLI

**O ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS E SUAS PECULIARIDADES.
BUSCANDO SUBSÍDIOS PARA O FUTURO NEGÓCIO.**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Construção Civil, do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Scheer

CURITIBA

2007

TERMO DE APROVAÇÃO

ROBERTO STRAMANDINOLI

O ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS E SUAS
PECULIARIDADES. BUSCANDO SUBSÍDIOS PARA O FUTURO NEGÓCIO.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Construção Civil, do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Sergio Scheer
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFPR

Banca Examinadora: Prof. Dr. Ney Augusto Nascimento
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFPR

Prof. Dr. Roberto Dalledone Machado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica -
PUC-PR

Curitiba, 22 de março de 2007.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os profissionais da engenharia civil, projetistas de estruturas de edifícios, que com muita dedicação, profissionalismo e competência, transformam idéias em grandes obras da engenharia.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por permitir estarmos nesta caminhada;

Aos nossos **mestres** por nos instruir e mostrar-nos os caminhos;

Aos nossos **familiares** por nos ajudarem, dando-nos apoio;

Aos nossos **amigos** por fazerem somente críticas construtivas;

Ao nosso **orientador** e amigo Prof. Dr. Sergio Scheer pelo incentivo e dedicação;

Ao quadro técnico das **empresas** de Sistemas (Softwares) que responderam, com boa vontade e dedicação, ao questionário da primeira fase desta pesquisa;

Aos engenheiros **projetistas** de estruturas que também com boa vontade e dedicação participaram, respondendo ao questionário da segunda fase desta pesquisa;

À minha esposa Sueli e filhos Ricardo, Roberta e Rafaela que sofreram comigo nos momentos de incertezas, mas souberam me dar apoio e seguir adiante.

Obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 O DESENHO COMO LINGUAGEM DE COMUNICAÇÃO.....	12
1.2.O ENGENHEIRO PROJETISTA ESTRUTURAL ANTES DO COMPUTADOR PESSOAL.....	13
1.3 O ENGENHEIRO PROJETA ESTRUTURAL DIANTE DO COMPUTADOR E DA INTERNET.....	15
1.4 A DISSERTAÇÃO E O PROBLEMA DA PESQUISA.....	16
1.5 OBJETIVO DA PESQUISA	16
1.6 PRESUPOSTO DA PESQUISA.....	16
1.7 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA.....	17
1.7.1 Econômicas	17
1.7.2 Tecnológicas.....	17
1.7.3 Ambientais.....	18
1.7.4 Sociais.....	19
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	20
2.1 O ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS.....	20
2.2 O PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO E O PROJETO ESTRUTURAL.....	22
2.3 PROCESSO PROJETO.....	24
2.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	28
2.5 ENGENHARIA SIMULTÂNEA / PROJETO SIMULTÂNEO.....	32
2.6 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO PROCESSO PROJETO	35
2.7 O DIA A DIA EM UM ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS – UMA CONTRIBUIÇÃO PESSOAL.....	40
2.7.1 Atendimento ao cliente.....	40
2.7.2 Orçamento do projeto estrutural.....	40
2.7.3 Estudo preliminar da estrutura e a nova ótica de projeto simultâneo.....	41
2.7.4 Escolha da Solução Estrutura.....	42

2.7.5 Lançamento Definitivo da Estrutura	43
2.7.6 Entrada de Dados no Sistema para Cálculo dos Esforços	44
2.7.7 Análise dos Resultados Obtidos.....	44
2.7.8 Início dos Desenhos das Pré-formas dos Diversos Pavimentos	44
2.7.9 Desenho da Locação e Cargas nos Pilares.....	45
2.7.10 Desenho das Formas Definitivas.....	45
2.7.11 Detalhamento do Projeto	45
2.7.12 Correção do Projeto Final.....	45
2.7.13 Entrega do Projeto Final.....	46
2.8 CONSIDERAÇÕES GERAIS	46
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO.....	47
3.2 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (<i>SOFTWARES</i>).....	47
3.3 DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS.....	48
4 RESULTADOS.....	50
4.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (<i>SOFTWARES</i>).....	50
4.2 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS.....	56
4.2.1 Conhecendo o engenheiro projetista de estruturas	56
4.2.2 Conhecendo o escritório e o profissional.....	59
5 DISCUSSÃO	71
5.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (<i>SOFTWARES</i>)	71
5.2 DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS	71
5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS.....	78
6 CONCLUSÃO	79
6.1 CONCLUSÃO SOBRE LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (<i>SOFTWARES</i>).....	79
6.2 CONCLUSÃO SOBRE DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS.....	79
6.3 SUBSÍDIOS PARA O FUTURO NEGÓCIO	81

6.4 TRABALHOS FUTUROS	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICES	88
ANEXO	96

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - POSSIBILIDADE DE INTERVENÇÃO NO EMPREENDIMENTO E CUSTOS ACUMULADOS AO LONGO DAS ETAPAS DE SUA PRODUÇÃO (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)	43
FIGURA 02 - TEMPO DE PROFISSÃO	57
FIGURA 03 - REALIZAÇÃO PROFISSIONAL/PESSOAL.....	58
FIGURA 04 - TAMANHO FÍSICO DO ESCRITÓRIO	59
FIGURA 05 - NÚMERO DE SÓCIOS.....	60
FIGURA 06 - NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	60
FIGURA 07 - NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS ADMINISTRATIVOS.....	61
FIGURA 08 - NÚMERO DE ENGENHEIROS	61
FIGURA 09 - NÚMERO DE DESENHISTAS.....	61
FIGURA 10 - NÚMERO DE ESTAGIÁRIOS.....	62
FIGURA 11 - SEGMENTO DE ATUAÇÃO	62
FIGURA 12 - O ESCRITÓRIO OFERECE PROJETOS ESTRUTURAIS EM.....	63
FIGURA 13 - OUTROS SERVIÇOS ALÉM DE PROJETOS ESTRUTURAIS.....	64
FIGURA 14 - MÁQUINAS PROGRAMÁVEIS MAIS USADAS	64
FIGURA 15 - O DETALHAMENTO DAS ARMADURAS ERA FEITO POR QUAL PROFISSIONAL.....	65
FIGURA 16 - COMO O PROJETO FINAL ERA APRESENTADO AO CLIENTE	65
FIGURA 17 - SISTEMA USADO PARA FAZER PROJETOS ESTRUTURAIS	66
FIGURA 18 – EFICIÊNCIA DO SISTEMA USADO NAS PARTES DO PROCESSO PROJETO	66
FIGURA 19 - EQUIPAMENTOS USADOS NO ESCRITÓRIO	67
FIGURA 20 - O SERVIÇO É SOLICITADO.....	67
FIGURA 21 - A COMUNICAÇÃO ENTRE OS PROFISSIONAIS INTERVENIENTES NO PROJETO É FEITA.....	68
FIGURA 22 - PARTICIPAÇÃO DO PROJETISTA DE ESTRUTURAS NA CONCEPÇÃO INICIAL DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	68
FIGURA 23 - ARQUIVOS DE PROJETOS JÁ EXECUTADOS.....	69
FIGURA 24 - PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA – USO DE BACKUP	69
FIGURA 25 - ENTREGA DO PROJETO AO CLIENTE.....	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (<i>SOFTWARES</i>)	54
TABELA 02 – DESCRIÇÃO DE CADA VERSÃO DO SISTEMA (<i>SOFTWARE</i>)	55

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer um diagnóstico dos escritórios de projetos estruturais, na região Metropolitana de Curitiba, Paraná, apresentando subsídios para o engenheiro civil, quando da abertura e início de um escritório de projetos estruturais. A pesquisa foi desenvolvida em duas fases distintas, sendo a primeira visando o levantamento das características de Sistemas (*Softwares*) em uso no mercado nacional por escritórios de projetos estruturais de edifícios em concreto armado. Para a realização desta fase, primeiramente elaborou-se um questionário contendo 25 perguntas, objetivando levantar informações sobre as principais características dos Sistemas (*Softwares*), que foi aplicado às empresas responsáveis pelos mesmos, via *e-mail*. Foram escolhidos cinco Sistemas (*Softwares*) bastante utilizados no mercado nacional. A segunda fase foi realizada visando estabelecer um diagnóstico dos escritórios de projetos estruturais, na região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Para tanto, foi elaborado e aplicado um questionário objetivo contendo 24 perguntas para auxiliar no levantamento de dados e na realização de uma entrevista estruturada com 16 profissionais de diferentes escritórios de projetos estruturais na região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Os dados coletados foram organizados em planilhas do programa Excel 2003, e finalmente foram submetidos à análise de distribuição de frequência e posteriormente à análise qualitativa descritiva.

Palavras chaves: escritório de projetos estruturais; projetos estruturais; software de projeto estrutural; concreto armado; estruturas.

ABSTRACT

The objective of this study was to diagnose structural design offices in the Curitiba Metropolitan Area, showing basic information for the civil engineers who intend to open their own business in this field. A survey was carried out in two different phases. In the first one, data from several commercially used computational systems (softwares) for concrete structural design was collected. A 25 questions form was then developed and sent to practicing engineers, in one attempt to gather and map information from five systems (softwares) that are using in Brazil. For the second phase, another questionnaire was elaborated. Based on the answers received to the 24 new questions asked, including interviews with 16 structural engineers from selected regional offices, data was gathered, analyzed and summarized herein. An Excel computer program was used to help to reduce and present the amount of information and conclusions presented.

Keywords: structural design, reinforced concrete, engineering softwares, design office.

1 INTRODUÇÃO

Nada existe no intelecto que antes não tenha estado nos sentidos.

Principal axioma do Empirismo.

Uma imagem vale mais do que mil palavras.
Provérbio chinês.

1.1 O DESENHO COMO LINGUAGEM DE COMUNICAÇÃO

Desde o começo de sua caminhada evolutiva, o homem vem se comunicando através de desenhos e símbolos. Na pré-história marcou nas paredes das cavernas toda sua vivência através de figuras de seres humanos, animais e plantas. Nas culturas antigas deixou registrada sua história sob formas de figuras e símbolos que ainda hoje se tentam decifrá-los e entendê-los. Na idade média retratou os ambientes da época com todos seus personagens. No renascimento surgiram os grandes mestres da pintura que, com muita sensibilidade, mostraram com suas pinturas, a valorização do homem e da natureza, onde a técnica de criar a ilusão de espaço e profundidade (perspectiva) já começava a ser adotada em suas figuras. No impressionismo as figuras sem seus contornos muito nítidos, com sombras e luminosidades, mostravam a impressão exata do artista.

Cada época, com seus valores e cultura própria, possibilitaram as condições de comunicação para o seu povo, sensibilizando-o conforme o conhecimento possível de cada um. O indivíduo também caracteriza o desenho com sua sensibilidade que é muito singular. Um mesmo desenho feito por diferentes pessoas fica com características diferentes e próprias. O desenho é a representação através de traços, símbolos e técnicas, de uma reflexão feita pelo observador de um objeto. É um processo mental, complexo, depende do entendimento da realidade de cada indivíduo, de como ele entende e vê o mundo, da sua sensibilidade, da sua cultura. Quem recebe a mensagem, o registro desenhado do objeto, também tem que fazer um entendimento do que está representado no desenho. Vai ter que interpretar aquilo que vê, com o conhecimento de mundo que lhe é peculiar, com sua cultura,

sua sensibilidade, sua curiosidade, para poder fazer uso do desenho para o fim a que se destina.

A representação de um objeto através do desenho tem cumprido suas funções nas diversas áreas do conhecimento, quer registrando esse conhecimento, quer como parte do processo de um produto qualquer, como por exemplo, na arquitetura e na engenharia, dentre outros. No campo da arquitetura e da engenharia o desenho na folha de papel ou em computadores através de softwares de desenho é o veículo de comunicação das informações pertinentes a um projeto. Quando o arquiteto ou o engenheiro pensa um edifício e inicia o seu projeto, os desenhos são as representações precisas em duas dimensões, no plano da folha de papel, de idéias, detalhes, espaços tridimensionais virtuais, que serão posteriormente interpretados pelo executor da obra e transformados em espaços tridimensionais reais no produto final, que é a obra totalmente executada, o edifício concluído e habitável.

1.2 O ENGENHEIRO PROJETISTA ESTRUTURAL ANTES DO COMPUTADOR PESSOAL

Até o início da década de 70 não existiam, no Brasil, nem as máquinas eletrônicas portáteis que fizessem as 04 (quatro) operações básicas, a não ser as trazidas do exterior. Os estudantes de engenharia e os engenheiros utilizavam a régua de cálculo em seus cálculos intermináveis. Era tanto cálculo que fazia, que o engenheiro projetista de estruturas, ficou conhecido como engenheiro calculista, nome que persiste até os dias atuais. Um bom escritório de projetos estruturais tinha que ter uma boa biblioteca com livros já consagrados por seus exemplos de modelos e cálculos de estruturas. Dentre outros, livros como: Beton-Kalender; A. Guerrin – Tratado de Concreto Armado; Fritz Leonhardt; Montoya Meseguer Moran – Hormigon Armado; a coleção do Prof. Aderson Moreira da Rocha – Concreto Armado.

É no final da década de 60 e início da década de 70 que começaram a aparecer as primeiras máquinas eletrônicas programáveis. Existiam quatro ou cinco modelos e marcas de máquinas programáveis e entre elas, um modelo da Sharp,

programável em linguagem Basic utilizando cartões magnéticos. O cálculo de vigas contínuas era feito em duas etapas (dois cartões magnéticos) e posteriormente se faziam os diagramas de momentos fletores e esforços cortantes à mão. O cálculo das cargas verticais em edifícios, levando em conta o efeito do vento, também era feito em duas etapas (dois cartões magnéticos): primeiro calculava-se o momento devido ao vento em cada pavimento e depois, este efeito era somado com a carga vertical de cada pilar em cada pavimento.

O engenheiro projetista de estruturas criava modelos de estruturas mais simples para que se pudesse resolvê-las com mais precisão e facilidade. Os modelos mais complexos se tornavam difíceis de resolver com as máquinas programáveis, sendo necessário a utilização dos computadores de grande porte. Na Universidade Federal do Paraná, no ano de 1969, foi inaugurado o Centro de Computação Eletrônica, onde existia o IBM – 1130, computador de grande porte de terceira geração, dando suporte aos alunos, professores e profissionais da iniciativa privada, usando como linguagem o Fortran e sendo as entradas de dados com cartões perfurados. A grande dificuldade sempre foi o cálculo dos esforços nos elementos estruturais sendo o dimensionamento um procedimento bem mais simples.

Até o surgimento do computador pessoal com um custo acessível, na década de 80, o engenheiro projetista de estruturas (engenheiro calculista), em seu escritório bem estruturado, realizava seus projetos com bases em uma metodologia aproximada de cálculo, onde os conhecimentos geométrico e matemático eram indispensáveis. Indispensável também era o desenhista de estruturas, o profissional da arte do desenho estrutural, com sua prancheta, régua T, esquadros, lapiseiras e canetas com tinta Nanquim. Este artefato, o desenho da estrutura, a representação gráfica de todo o projeto da estrutura, era o produto final do projeto e este é que chegava nas mãos do executor da obra. Era este desenho do projeto no plano do papel, que se transformava na obra real, no edifício, depois da interpretação e execução pelo engenheiro construtor. Apesar das imprecisões dos modelos e dos métodos de cálculo, os edifícios construídos naquela época estão sendo usados até os dias de hoje, estando mais que confirmada a eficiência daqueles projetos estruturais de varias décadas passadas.

1.3 O ENGENHEIRO PROJETISTA ESTRUTURAL DIANTE DO COMPUTADOR E DA INTERNET

Na década de 80 surgiu o PC (*Personal Computer*), pequeno e com custo relativamente baixo. Tais computadores foram se integrando aos projetos de engenharia, trazendo possibilidades que antes não se tinham. Empresas especializadas em programas computacionais passaram a fazer parte, com seus programas de cálculo, do dia a dia dos projetistas estruturais. Estruturas mais complexas já podiam ser resolvidas com mais precisão e rapidez. Além dos cálculos dos esforços, do dimensionamento, das deformações e das análises da estrutura, programas integrados com o sistema CAD (*Computer Aided Design*), gerando desenhos das formas, dos cortes, das armaduras e também quantitativos e memoriais, produziam o produto final que era entregue ao cliente. Os desenhistas de estruturas que ocupavam as pranchetas do escritório passaram a fazer os desenhos diretamente na tela do monitor, abandonando os desenhos feitos à mão sobre o papel.

Os escritórios de projetos estruturais ficaram mais enxutos – menores, com um número menor de profissionais de desenho. Um engenheiro conseguia sozinho, utilizando o computador e um programa de cálculo e desenho de estruturas, desenvolver projetos estruturais completos, com rapidez, eficiência e melhor apresentação.

Com o surgimento da Internet no Brasil na década de 90 os horizontes da comunicação foram ampliados, facilitando a transmissão de dados através do computador, ligando o escritório com o mundo exterior – clientes e demais projetistas, facilitando a comunicação sem a necessidade do contato físico.

Após o surgimento do computador de baixo custo e da Internet, aliado aos softwares específicos para a área de engenharia e arquitetura, as possibilidades do engenheiro de estruturas resolver estruturas mais complexas e com modelos de cálculo mais próximos da realidade, aumentaram. A inclusão de sistemas CAD (*Computer Aided Design*) nos processos de cálculo estrutural, como ferramenta na elaboração de desenhos e especificações do produto final do projeto estrutural, possibilitou maior rapidez, versatilidade, precisão e eficiência para os projetos de estruturas, tanto no processo como na comunicação. A Internet aliada com a

Tecnologia da Informação e Comunicação possibilitou que os projetos pudessem ser desenvolvidos “*on line*”, dentro de conceitos atuais de engenharia e arquitetura.

1.4 A DISSERTAÇÃO E O PROBLEMA DA PESQUISA

O presente trabalho tem por finalidade fazer um diagnóstico nos escritórios de projetos estruturais e suas peculiaridades, na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, buscando subsídios para o engenheiro civil, nos seus primeiros passos com o cálculo estrutural, e que queira seguir a carreira de projetista de estruturas. Foi realizada uma pesquisa em escritórios de projetos estruturais em atividade, buscando na sua história bem como nos dias atuais subsídios que venham esclarecer, formar opinião e trazer conhecimento, sobre o escritório, o profissional do cálculo, os desenhistas, o processo projeto, o Sistema (Software) utilizado, o produto final e outras peculiaridades na arte de se fazer um projeto estrutural.

Neste sentido, o problema da pesquisa pode ser colocado a seguir:

Como fornecer subsídios para o engenheiro civil, neófito com o cálculo estrutural, que queira iniciar um escritório de projetos de estruturas?

1.5 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa é realizar um diagnóstico nos escritórios de projetos estruturais, na região Metropolitana de Curitiba, Paraná, visando construir um conjunto de subsídios para o engenheiro civil, quando da abertura e início de um escritório de projetos estruturais.

1.6 PRESSUPOSTO DA PESQUISA

O diagnóstico dos escritórios de projetos estruturais permitirá obter subsídios para que o engenheiro civil, futuro projetista de estruturas, inicie seu escritório de projetos estruturais em boas condições de trabalho, com eficiência na produção dos

projetos e rendimento financeiro adequado. Que tais subsídios facilitem também na escolha do Sistema (Software) que ele irá usar no cálculo de suas estruturas.

1.7 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

1.7.1 Econômicas

A construção civil é um setor da economia do país responsável por 15% do PIB (ENTAC, 2004). Construir obras com qualidade e obter resultados positivos, requer planejamento eficiente, sistematização organizacional e controle rigoroso de todo o processo construtivo, tanto da parte material como da parte humana. Um planejamento eficiente necessita de projetos com qualidade, desde os estudos de viabilidade, passando pelo organizacional, até os projetos do produto final, que serão as orientações principais para se executar a obra.

Segundo SILVA & SOUZA (2003), o projeto tem um elevado impacto sobre os custos diretos de todos os insumos e do prazo de execução da obra, sendo nesta fase que se tem possibilidade de influenciar sobre tais custos. À medida que se avança no processo de produção, afirmam os autores, diminui a possibilidade de influir sobre os custos, que já foram determinados pelo projeto. Dentre estes projetos está o projeto estrutural com todo o seu detalhamento e orientação para a execução da obra. Tendo a estrutura um custo entre 20% a 30% do custo global da obra (edifícios residenciais e comerciais), um projeto estrutural eficiente e econômico trará economia significativa para o empreendedor em particular e para a sociedade de um modo geral. A escolha do escritório de projetos estruturais e do engenheiro projetista de estruturas é uma ação relevante para a economia e eficiência do projeto da estrutura e conseqüentemente da obra.

1.7.2 Tecnológicas

A globalização e os avanços na tecnologia da comunicação têm permitido um intercâmbio de experiências e uma transferência de informações inédita. O ambiente competitivo tem estimulado as empresas a buscarem inovações tecnológicas e gerenciais (GRILO & MELHADO, 2003).

O setor da construção civil tem sido forçado a inovar devido à globalização e à grande competitividade, apesar de ainda haver grande atraso tecnológico em relação às outras indústrias, decorrente principalmente do conservadorismo e da lentidão com que ocorrem as mudanças na construção civil. Outro problema na introdução de Tecnologia de Informação na construção civil, segundo TOLEDO *et al.* (2000), é que os riscos em inovações tecnológicas são grandes comparados com outros setores, principalmente pelo fato que eles são patrocinados pelo consumidor final, que terá que incentivar e ter um comprometimento com a inovação.

A utilização de sistemas de informação interorganizacionais para gerenciamento da construção tem objetivado melhorar a colaboração, a coordenação e o gerenciamento de informações entre os membros de um empreendimento (CALDAS & SOIBELMAN, 2001). Vários autores de diversos países e segmentos da construção civil estimaram que com o uso de Tecnologia de Informação (TI) pode-se reduzir 30% do custo de projetos (MICALI, 2000). O mesmo autor destaca ainda que uma grande vantagem do uso da TI está na integração dos diversos agentes da construção civil.

A contratação de um escritório de projetos estruturais e do engenheiro projetista de estruturas, que esteja se modernizando com tecnologia e conhecimento, com seus computadores e *softwares* de última geração, é relevante para se ter um bom projeto estrutural, visto que projetos complexos fazem parte da rotina na Indústria da Construção Civil.

1.7.3 Ambientais

Tendo o projeto um elevado impacto sobre os custos diretos de todos os insumos e do prazo de execução da obra (SILVA & SOUZA, 2003), o projetista estrutural, com toda sua experiência, é um elemento importante para as tomadas de decisões, que posteriormente trarão ganhos ou perdas dos insumos e na mão de

obra. Tal profissional, se competente, evitará perdas de materiais, re-trabalhos, gastos com energia e aumento dos custos da obra, trazendo benefícios para o meio ambiente, melhorando o entorno da obra. Obra bem projetada passa a ser sinônimo de qualidade de vida para o cidadão e para toda a comunidade, melhorando a cidade, o estado e o país.

1.7.4 Sociais

O processo social de projeto de edifícios é por natureza multidisciplinar e desenvolvido em uma série de passos interativos que devem conceber, descrever e justificar soluções para as necessidades dos clientes e da sociedade em geral (AUSTIN, *et al.* 1999).

É de conhecimento público que existe uma falta brutal de moradias no país, chegando a sete milhões de unidades, sem contar reformas e sub-moradias. Projetar edifícios e concretiza-los na construção civil têm justificativa social, visto que além de resolver o problema de moradias, aumenta também a necessidade de mão de obra em várias frentes de trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No capítulo anterior ficaram expostas as características da pesquisa, com sua problemática, objetivo, hipótese e justificativas. A metodologia para a sua execução se encontra no capítulo 3.

No presente capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica dos assuntos mais pertinentes para a realização da pesquisa, com o objetivo de determinar o “estado da arte” do tema da pesquisa, contribuindo para o conhecimento da sua situação atual, das publicações existentes e das diferentes opiniões relacionadas com o problema da pesquisa.

2.1 O ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Escritório é um espaço estruturado finito com forma, significado, uso, e função. A forma depende dos padrões do complexo cultural local e o significado da associação que a sociedade faz com tais padrões. O uso é a aplicação que se atribui ao espaço e a função é proporcionar respostas às necessidades humanas.

Segundo Laudon & Laudon (1999), podem ser definidas pelo menos três importantes funções do escritório na vida organizacional:

- Coordenação do trabalho de um grupo diversificado de profissionais que trabalham juntos para alcançar uma meta comum;
- Interligação geográfica e funcional de partes e unidades diversificadas da empresa;
- Controle da fronteira entre a empresa e seu ambiente externo interligando-a a seus clientes, fornecedores e outras organizações.

Ainda os mesmos autores identificam cinco grandes atividades executadas nos escritórios, quando são desempenhadas as três funções mostradas acima, que são: gerenciamento de documentos, cronogramas, comunicações, gerenciamento de dados e gerenciamento de projetos. Visualizar os escritórios segundo essas atividades poderá ajudar no entendimento de como e porque as empresas precisam

estar abertas para a utilização da Tecnologia da Informação, na forma de automação dos mesmos, tanto no gerenciamento como também no processo de produção.

Segundo TROPE (1999), com os avanços da Tecnologia da Informação e da Comunicação, importantes aspectos na dinâmica das organizações e das pessoas mudaram. Para o autor, estar fisicamente presente na organização não é mais necessário, surgindo então a organização virtual e o teletrabalho. Teletrabalho é o trabalho feito fora das instalações da organização, no chamado escritório virtual que é um local equipado com computador, recursos de Informática e Comunicação.

Ainda segundo o mesmo autor, a Tecnologia da Informação possibilita o surgimento da organização virtual com seus recursos que são:

- Rede LAN (*local area network*): meio de interligação de computadores em uma região limitada de espaço.
- Rede WAN (*wide area network*): meio de interligação de computadores em regiões dispersas geograficamente.
- Multimídia: é a tecnologia de tratamento da informação que utiliza recursos audiovisuais.
- Computador móvel: equipamento portátil que pode ser conectado às redes de computadores.
- Arquitetura cliente-servidor: computadores clientes acessando serviços oferecidos pelos computadores servidores de informação.
- *Workgroup computing*: softwares que auxiliam o trabalho em grupo, atendendo à comunicação entre pessoas, compartilham informações e automatizam processos de trabalho.
- *Workflow*: software que possibilita a construção de formulários eletrônicos e desenhos dos seus trajetos, pelos órgãos e pessoas que devem recebê-los na organização.
- Super-rodovia da informação: elemento integrador das outras redes num nível mundial.

O escritório de projetos estruturais é singular, pois tem como objetivo principal produzir um produto específico, o projeto estrutural de uma construção,

como exemplo o projeto estrutural de um edifício residencial com um número específico de pavimentos. Um bom projeto estrutural deve trazer qualidade e economia para o empreendimento, tanto na fase de construção para o construtor, como para o usuário durante toda a vida útil do edifício. Apesar da especificidade do escritório de projetos estruturais, suas funções e suas atividades, não se afastam dos conceitos de escritório, conforme nos mostra Laudon & Laudon (1999), nos parágrafos anteriores. O projeto estrutural como processo e como produto é mostrado nos itens a seguir.

2.2 O PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO E O PROJETO ESTRUTURAL

A Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA) em 1992 definiu a palavra projeto como “intento, desígnio, empreendimento e, em sua acepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo”.

Conforme a Norma Brasileira NBR 13.531 (ABNT, 1995), a elaboração de projeto de edificação se entende como “a determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, etc, abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais”.

Para NOBRE (1999) projeto pode ser definido de acordo com o contexto em que está inserido. Na acepção popular é a intenção de realizar algo; na economia diz respeito ao conjunto de informações internas e/ou externas a uma empresa, com o objetivo de analisar uma decisão de investimento; já na construção civil, é o conjunto de informações (desenhos, especificações, etc.) que instruem a implantação de um empreendimento.

De acordo com NASCIMENTO & SANTOS (2001), projeto pode ser definido como a idéia que se tem para executar ou realizar algo de forma que atenda da melhor maneira possível as necessidades do cliente, em conformidade com seus requisitos.

Para NOVAES (2001) há dois conceitos para projeto. Um estático, referente a projeto como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados

e elaborados de acordo com linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção. É outro dinâmico, que confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e necessitam ser compatibilizadas. Assim, o projeto assume um caráter tecnológico e outro gerencial. Tecnológico, devido às soluções presentes nos detalhamentos dos vários projetos elaborados; e gerencial, pela natureza de seu processo, composto por fases diferenciadas e no qual intervêm um conjunto de participantes, com específicas responsabilidades, quanto a decisões técnicas e econômicas e quanto ao cumprimento de prazos.

O projeto de edifícios pode ser sintetizado como um processo cognitivo que transforma e cria informações, mediado por uma série de faculdades humanas, pelo conhecimento e por determinadas técnicas, sendo orientado à concepção de objetos e à formulação de soluções de maneira a antecipar o produto e sua obra (FABRICIO, 2002).

Segundo FABRICIO & MELHADO (2002), projeto é o resultado das atividades mentais de cada projetista tanto quanto da interação entre os múltiplos agentes envolvidos no projeto e, também, do ambiente técnico que suporta tais processos intelectuais.

Com estas observações em mente sobre o projeto de edificações em geral, pode-se colocar o projeto estrutural de um edifício de múltiplos pisos como a representação gráfica de todos os elementos resistentes da construção, tais como as lajes, vigas, pilares, escadas, caixas d'água e blocos ou sapatas de fundação. Tais elementos devem formar uma estrutura que deve ser elaborada a partir do projeto arquitetônico específico, encomendado pelo empreendedor e elaborado pelo arquiteto. Tais elementos, além de satisfazer as condições de estabilidade, devem também satisfazer os leiautes das paredes e das vagas de carros nos pisos de garagens, bem como os projetos de instalações.

O produto final de um projeto estrutural de um edifício de múltiplos pisos é, ainda hoje, um conjunto de desenhos que representam em duas dimensões, todos os elementos que compõem a sua estrutura. Todas as vigas, pilares, blocos, lajes, escadas, etc, com suas dimensões e detalhamento de ferragem são representados nesses desenhos. Antes do uso do computador, tais desenhos eram feitos à mão (por desenhistas) sobre pranchetas, em uma folha de papel, utilizando o lápis ou a

caneta com tinta nanquim. Após o uso do computador tais desenhos passaram a ser feitos com o auxílio de programas específicos para cálculo e desenho, em arquivos virtuais. No cenário atual o projeto em três dimensões ainda não é usual, embora as ferramentas computacionais estejam presentes.

2.3 PROCESSO PROJETO

Segundo GRILO & MELHADO (2003), o processo de projeto constitui uma das interfaces mais complexas e um dos principais desafios para a modernização da indústria da construção. Os empreendimentos apresentam requisitos técnicos e gerenciais cada vez mais rígidos. Por sua vez, a captura e tradução dos requisitos do cliente são prejudicadas devido ao emprego de técnicas de programação inadequadas. As relações temporárias restringem a cooperação e a formação de equipes, e a dispersão de responsabilidades, a ineficiência na comunicação e a inconsistência na liderança prejudicam a gestão do processo de projeto. Para os autores, a melhoria na gestão do processo de projeto demanda ações em diferentes níveis (organizações, empreendimentos, cadeia produtiva e setor), subsidiando a proposição de diretrizes gerais voltadas para os agentes primários do empreendimento (clientes, projetistas e construtores).

TZORTZOPOULOS (1999) define projeto como sendo uma atividade criativa e muito pessoal e define o processo projeto como um processo criativo que descreve uma seqüência de tomadas de decisões que ocorre individualmente em cada projetista, e um processo gerencial que divide o tempo total para tomadas de decisões em fases que se desenvolvem do geral e abstrato ao detalhado e concreto.

De acordo com a pesquisa realizada por ALBANESE (1994), a qual envolveu 71 profissionais em 41 empreendimentos nos Estados Unidos, com um custo de construção de 5,5 bilhões de dólares, foram evidenciados benefícios com a formação de equipes colaborativas, tais como: menos re-trabalho, melhoria da qualidade, menos alterações de projeto, maiores cuidados com segurança, prevenção de disputas, custos de construção menores, 90% das metas alcançadas com antecedência, melhoria na cooperação, espírito coletivo e união, confiabilidade aumentada, comunicação aberta e eliminação de barreiras entre os profissionais.

Segundo GOLDMAN (1986), a estrutura de um edifício representa cerca de 19% a 26% do seu custo total, enquanto os custos de projeto variam em média de 1,6% a 2,7%.

As parcerias estimulam iniciativas voltadas para a geração de valores para o cliente, embora requeiram confiança, personalidades adequadas, comunicação eficiente, aprendizagem organizacional, equipes multidisciplinares e a atuação de uma gerência (BARLOW *et al.*, 1997). No Reino Unido, os contratos de construção de lojas do McDonald's passaram de 27 semanas para 36 dias, com redução de 50% no custo de manutenção, por meio da adoção de métodos gerenciais inovadores (BROWN, 2001).

De acordo com CALDAS & SOIBELMAN (2001), os empreendimentos são únicos, requerendo um grande volume de informações para suas definições e implementações. No processo projeto, à medida que um grande número de informações flui entre os projetistas, cresce a necessidade de verificar se informações precisas e relevantes estarão disponíveis a cada projetista, no momento adequado. Os autores concluíram que a utilização de sistemas de informações interorganizacionais para o gerenciamento da construção tem objetivado melhorar a colaboração, a coordenação e o gerenciamento de informações entre os membros de um empreendimento.

De acordo com GRILO & CALMON (2001), o setor de edificações tem investido esforços para uma abordagem do processo construtivo como um sistema integrado, embora ainda haja deficiências no gerenciamento das interfaces entre os agentes intervenientes, caracterizadas por fluxos de informações precários, fragmentação na tomada de decisões e estruturas de comunicações informais. Os autores realizaram entrevistas com profissionais da área de projeto e produção com o objetivo de envolver diferentes profissionais na discussão sobre a qualidade do projeto, identificando suas principais atribuições e responsabilidades ao longo do processo, assim como contradições decorrentes da falta de visão sistêmica. De acordo com os intervenientes, a etapa de projeto foi fundamental para a qualidade do processo construtivo. Os resultados ratificaram o potencial de otimização dos projetos através de mudanças na configuração, constituição e organização do processo de elaboração, permitindo o envolvimento de todos os participantes.

De acordo com MOURA & OLIVEIRA (1998), o aperfeiçoamento da etapa de projeto demanda mudanças gerenciais, organizacionais e comportamentais, colocando em relevo a importância da gestão dos recursos humanos.

Para OLIVEIRA (1999), a participação de muitos intervenientes no processo de projeto implica várias interfaces entre projetos e decisões e exige um elevado e bem organizado intercâmbio de informações.

BAÍA (1998) em pesquisa realizada junto a 147 empresas de projeto em âmbito nacional, constatou o aumento do grau de exigência dos clientes com relação à qualidade das informações dos projetos elaborados. Os principais meios apontados pelas empresas para melhoria da qualidade dos projetos foram, respectivamente, investimentos em recursos humanos, informatização do processo e implantação de sistemas de gestão da qualidade.

GRILO & CALMON (2000) realizaram um estudo através de visitas periódicas aos canteiros de obras, com registros das alterações dos projetos por meio de desenhos e fotografias, assim como entrevistas e consultas aos agentes envolvidos no empreendimento, colhendo impressões genéricas a respeito dos projetos e da construção de modo a contribuir para o esclarecimento das questões levantadas. Foram identificados problemas técnicos, gerenciais e organizacionais como um todo, desde o levantamento das necessidades dos usuários e assistência técnica ao projeto à execução da obra, provocando dilatação dos prazos acordados, aumento dos custos estimados e atritos entre o construtor e o arquiteto. Para os autores, as etapas de planejamento e projeto apresentam uma elevada capacidade de influência nos custos de produção, operação e manutenção dos edifícios, pois permitem antecipar as etapas subsequentes do empreendimento, nas quais a maior parte dos recursos é consumida. O desempenho, a vida útil e a durabilidade das construções também possuem uma correspondência direta com o projeto, responsável por uma parcela considerável dos problemas patológicos que poderão surgir nas edificações.

HAMMARLUND & JOSEPHSON (1992) apropriaram os custos da qualidade na produção de edifícios na Suécia. Segundo os autores, os custos para correção das falhas no processo construtivo representavam, em média, 6% do custo de produção. Os projetos seriam responsáveis por 20% das falhas. Apesar das particularidades nas cadeias produtiva brasileira e sueca, pode-se afirmar que a falta de qualidade nos projetos constitui uma das barreiras para a modernização

tecnológica na construção de edifícios, visto que os projetos agregam tecnologia se forem elaborados com qualidade, e esta tecnologia será agregada na obra.

Segundo SILVA & SOUZA (2003), o projeto tem um elevado impacto sobre os custos diretos de todos os insumos e do prazo de execução da obra, sendo nesta fase que se tem possibilidade de influenciar sobre tais custos. À medida que se avança no processo de produção, afirmam os autores, diminui a possibilidade de influir sobre os custos, que já foram determinados pelo projeto.

Defendendo a multidisciplinaridade das soluções de projeto, MELHADO (1994) apresenta um modelo conceitual para uma equipe de projeto colaborativo. Segundo esse modelo, as decisões de projeto são resultado de análises e discussões de diferentes profissionais que devem buscar as melhores soluções globais para o empreendimento, e a primazia do projeto arquitetônico é substituída por um arranjo que privilegia a interatividade no processo de projeto, com a atividade de coordenação de projeto sendo colocada no centro da atuação da equipe de projetos.

O controle da qualidade de projetos pode ser qualitativo ou quantitativo. Os controles qualitativos referem-se à inspeção de documentos, detecção de erros grosseiros, definição de estratégias para controles complementares; enquanto os quantitativos buscam efetuar cuidadosa verificação de todos os elementos dos projetos (ABRANTES, 1995).

HINO & MELHADO (1998) defendem as vantagens da aplicação da avaliação de desempenho no processo de projeto, principalmente no suporte à seleção tecnológica de materiais, componentes e sistemas construtivos. Os autores propõem uma abordagem para a melhoria do projeto de edificações de interesse social que incorpora dados sobre o desempenho global da edificação e de seus componentes e informações advindas de avaliações pós-ocupacionais de empreendimentos anteriores.

Segundo ARAÚJO *et al.* (2001), uma etapa comum a qualquer esforço de melhoria de processos é a modelagem ou levantamento do processo atual, onde o foco é explicitar o processo que está definido e não o que poderá ser. Para o autor, modelar processos e atividades significa identificar todos os insumos que fazem parte do cenário do desenvolvimento do produto, e entender seu inter-relacionamento, precedências, contextos, etc. Contudo, antes de iniciar o

levantamento, é imprescindível que a terminologia empregada para este fim, esteja entendida e acordada entre os participantes do processo de modelagem e os envolvidos no desenvolvimento do produto.

Para JOUINI & MIDLER (2000), a concepção de um empreendimento de construção agrupa três problemas interligados: a concepção do negócio - expressa na formulação do programa de necessidades; o projeto do produto edifício - traduzida nos projetos de arquitetura e de engenharia (fundações, estruturas, instalações elétricas e hidráulicas, etc.); e uma terceira fase em que se projeta a execução das obras.

SOLANO & PICORAL (2001), realizaram um trabalho no qual foi analisado o método de coordenação de projetos adotado por empresa especializada do setor da construção civil, em edificações, com atuação no estado do Rio Grande do Sul. Trata-se de empresa constituída em 1986 tendo como sócios arquitetos e engenheiros vinculados à instituição de ensino superior de arquitetura e de engenharia e experiência na gerência de empresas incorporadoras e construtoras, tanto como sócios ou como consultores. O escritório estava informatizado com *hardwares* e *softwares* modernos, com redes de intranet, Internet e extranet, tendo sede própria e sistema de atualização profissional para seus funcionários. O método de coordenação de projetos seguiu as definições, conceitos e o arranjo proposto por MELHADO (1994). Algumas adaptações tiveram que ser feitas em função das necessidades do empreendedor, opções de projetistas e aspectos regionais, mas sem comprometer as idéias fundamentais. A utilização da coordenação de projetos, externa aos empreendedores, com autonomia e poder, mostrou-se eficiente, pois os objetivos do empreendedor foram atendidos e a execução dos projetos transcorreu conforme o esperado.

2.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Quando se constrói um edifício, é fundamental que se tenham feito os projetos do mesmo, e que tais projetos estejam compatibilizados. Compatibilizar projetos é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, com foco no

perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de qualidade e economia de determinada obra (SINDUSCON - PR / CQP, 1994).

Durante o processo de elaboração dos projetos de um edifício, o controle dos mesmos deve ser exercido inicialmente pelo próprio profissional, ao respeitar os parâmetros intrínsecos à própria disciplina de seu projeto específico e os dados contidos nas informações transmitidas pelos demais participantes do processo de projeto. Adicionalmente, este controle deve ser exercido no âmbito da coordenação de projetos, no cumprimento de suas atribuições (MESEGUER, 1991).

PICCHI (1993) considera importantes os seguintes instrumentos da garantia e controle da qualidade dos projetos de edifícios: qualificação de profissionais de projeto e de novos projetos; coordenação e análise crítica de projetos; elaboração de projetos para produção; controle da qualidade de projetos; controle de modificações durante a produção; elaboração de projetos com emprego de recursos computacionais; e parâmetros de projeto relacionados com o tempo (desempenho, ganhos e perdas, etc). Dentre os instrumentos utilizados na coordenação de projetos de edifícios, o mesmo autor destaca o planejamento e a compatibilização de projetos, além do controle de interfaces, de dados de entrada, de revisões e de pendências.

Para NOVAES (2001), no setor da construção de edifícios, a efetiva competitividade presente em determinados segmentos do mercado, tem provocado a conscientização dos diversos agentes intervenientes quanto à necessidade de se promover melhoras no desenvolvimento de processos e na qualidade dos produtos. Dentre as iniciativas nessa direção, o autor reconhece um conjunto de ações para garantir a qualidade do processo projeto, enfatizando aspectos relacionados com as atividades de compatibilização de soluções e de análise crítica de projetos.

De acordo com FABRICIO & MELHADO (2001), o desenvolvimento de novos produtos na construção civil configura-se de forma fragmentada entre programa – projeto – produção, com diferentes equipes responsáveis em cada uma destas três áreas. Além disso, a mobilização dos profissionais destas equipes ocorre de forma seqüencial de acordo com a fase de desenvolvimento do produto, configurando equipes de projeto temporárias e variáveis ao longo do empreendimento.

A gestão do processo projeto visa contribuir para a qualidade do produto projetado, através de mecanismos que efetivamente promovam a retirada do ônus existente aos projetistas, no sentido de: controles e verificações no recebimento do projeto; dificuldades na coordenação de interfaces; baixa produtividade; e retrabalhos (SILVA & SOUZA, 2003).

Segundo PICORAL (2002), é necessário que a coordenação de projetos tenha controle sobre todos os documentos distribuídos para os projetistas, evitando retrabalhos e perda de tempo. O autor considera ainda que o gerenciador de projetos deve ter controle: dos dados de entrada (dados sobre o terreno, dados de custo, de equipamentos, etc.); das revisões (alterações em projetos); das pendências; sobre os arquivos (distribuição e controle de versões); e sobre a distribuição dos documentos (procedimentos para que todos os agentes tenham a informação necessária para desenvolvimento de seu trabalho).

ASSUMPTÃO & FUGAZZA (2000) apresentaram um sistema para o planejamento do processo de projetos de edifícios de múltiplos pavimentos, baseado no uso de rede de precedências como técnica de organização e planejamento desse processo. O estudo do processo de projeto é pertinente às necessidades de compatibilização das informações geradas pelos diversos parceiros durante a etapa de desenvolvimento e coordenação dos projetos, bem como o inter-relacionamento dos produtos e prazos necessários para o desenvolvimento do empreendimento. Os autores disponibilizaram ferramentas de auxílio para o desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, como estudo de viabilidade, desenvolvimento do produto, desenvolvimento dos projetos executivos, desenvolvimento e entrega da obra.

O relacionamento entre os participantes constitui um requisito essencial para o sucesso do empreendimento. Benefícios podem ser alcançados por meio do incentivo à cooperação e integração, do estabelecimento de ambientes isentos de conflitos e da convergência de objetivos entre os agentes do processo de produção. A seleção criteriosa dos participantes do projeto pode evitar conflitos e relações competitivas, onde os profissionais são defensivos com relação às suas áreas de responsabilidade (BARLOW et al., 1997).

Para que os membros da equipe se conheçam, reuniões de apresentação podem ser utilizadas. Convocadas pelo cliente, devem assegurar a presença de

todos os membros selecionados, sem impor barreiras à participação. Os participantes devem apresentar os seus objetivos, esclarecer eventuais dúvidas e elaborar um plano de trabalho incorporando a contribuição de todos. As vantagens incluem: foco nos problemas de organização e no projeto a solucionar; identificação de tarefas e interfaces críticas; acordo sobre os objetivos secundários e comprometimento da equipe; estímulo à comunicação e à troca regular de informações; foco na necessidade de eficiência na produção e na qualidade do serviço (GRAY & HUGHES, 2001).

A formação de equipes busca incrementar os resultados do empreendimento por meio de estímulo à confiança e ao comprometimento, remoção de barreiras, definição de responsabilidades e implementação de habilidades para a solução de problemas. Benefícios reportados incluem: melhoria na qualidade, redução das alterações, metas alcançadas com antecedência, foco nos objetivos do empreendimento, aumento da possibilidade de lucro, melhoria na cooperação, espírito coletivo, confiança, comunicação aberta, estímulo à busca de alternativas vantajosas e rapidez na obtenção de uma relação de trabalho saudável (ALBANESE, 1994).

GRILO & MELHADO (2004) realizaram um estudo de caso em São Paulo (SP) conduzido por meio de entrevistas semiestruturadas, enfocando as barreiras tecnológicas, gerenciais, organizacionais e culturais envolvidas na coordenação de projetos concebidos por escritórios estrangeiros. O estudo indicou que o sucesso na implementação das equipes remotas demanda um planejamento meticuloso, a adoção de conceitos gerenciais inovadores, tecnologias adequadas, a atenção com aspectos comportamentais e a compreensão mútua dos papéis e responsabilidades dos participantes. O emprego de projetos estrangeiros apresenta diversas vantagens, tais como a transferência tecnológica e a introdução de conceitos inovadores, em particular nos projetos de engenharia. Por outro lado, possui um conjunto de desvantagens, tais como problemas de coordenação e comunicação (língua e normas do país de origem), conflito de interesses e falta de compreensão mútua dos papéis e responsabilidades dos membros das equipes. Logo, ao utilizar projetos estrangeiros, os clientes ficam sujeitos a riscos adicionais, que inadequadamente identificados e mitigados, podem contribuir para o aumento dos custos, atrasos, conflitos e decréscimo da qualidade. O estudo evidenciou alguns

dos potenciais impactos da globalização econômica na indústria da construção de edifícios, tais como a aquisição de produtos e serviços em concorrências internacionais e a constituição cada vez mais freqüente de equipes multidisciplinares remotas. Podem-se observar também problemas graves de gestão da qualidade no desenvolvimento do projeto, tais como deficiências na programação das necessidades do cliente, falhas na definição do escopo dos projetistas, incompatibilidades, interferências, falta de critério na emissão de revisões, número excessivo de revisões, falta de padronização, excesso de alterações em fases adiantadas da obra e outros. Estes problemas foram acarretados por três fatores principais: complexidade atípica do empreendimento; equívoco na seleção dos projetistas nacionais; e ausência de preceitos, ferramentas e técnicas básicas de controle da qualidade no processo de projeto.

2.5 ENGENHARIA SIMULTÂNEA / PROJETO SIMULTÂNEO

Tendo em vista que muitos dos problemas relacionados à falta de qualidade em edificações, têm como causa principal a falta de qualidade no processo projeto, e com evidente ausência de interação e comunicação entre os diversos agentes envolvidos, construtoras e incorporadoras brasileiras, seguindo a tendência global, começam a buscar, ainda que de forma incipiente, metodologias de gestão da qualidade do projeto, no sentido de modificar o modelo tradicional e garantir a qualidade de seus produtos e processos e, conseqüentemente, a satisfação de seus clientes (ROMANO et al., 2001).

FABRICIO (2002) definiu Engenharia Simultânea (ES) na construção de edifícios como o desenvolvimento integrado das diferentes dimensões do empreendimento, envolvendo a formulação conjunta da operação imobiliária, do programa de necessidades, da concepção arquitetônica e tecnológica do edifício e do projeto para produção, realizado por meio da colaboração entre o agente promotor, a construtora e os projetistas, considerando as funções dos subempreiteiros e fornecedores de materiais, de forma a orientar o projeto quanto à qualidade ao longo do ciclo de produção e uso do empreendimento.

A ES aplicada ao processo projeto é uma nova filosofia de projeto (Projeto Simultâneo – PS), que demanda e fomenta a introdução de inovações na forma de gestão dos agentes e tarefas do projeto. Criar um ambiente propício à colaboração e à integração entre os agentes do projeto requer rever as práticas estabelecidas e desenvolver mecanismos e ferramentas próprias à filosofia que se deseja implantar. Assim, a própria ES se coloca como indutora da inovação nos modelos de gestão do setor, e sua aplicação depende da disposição dos agentes produtivos em inovarem suas práticas gerenciais. Desta maneira, o estudo multidisciplinar das inovações construtivas pode agilizar o processo de inovação e garantir uma maior confiabilidade, eficiência e eficácia para as ações de racionalização propostas. (FABRICIO & MELHADO, 2003).

De maneira sintética, a ES, enquanto paradigma da gestão de projeto, se baseia em três premissas: diferentes atividades de projeto realizadas em paralelo (simultaneamente); ênfase na integração entre os agentes envolvidos desde o início do processo; e, concepção orientada ao ciclo de vida do produto (FABRICIO & MELHADO, 2000).

Para FABRICIO & MELHADO (2003), os objetivos considerados mais relevantes para aplicação da Engenharia Simultânea na criação e desenvolvimento de novos empreendimentos de edifícios são: ampliar a qualidade do projeto e, por conseguinte, do produto; aumentar a construtibilidade do projeto; subsidiar, de forma mais robusta, a introdução de novas tecnologias e métodos no processo de produção de edifícios e, eventualmente, reduzir os prazos globais de execução por meio de projetos de execução mais rápida.

HUOVILA *et al.* (1994) destacam que na construção, a necessidade de comprimir os prazos do empreendimento leva muitos projetos a serem desenvolvidos por meio de uma “via rápida” que consiste na sobreposição do processo projeto com a obra, ou seja, a obra tem início enquanto algumas especialidades de projeto ainda estão sendo desenvolvidas e detalhadas. Assim, com relação à velocidade de realização do empreendimento, as questões pertinentes são: como manter ou ampliar a agilidade no processo projeto ao mesmo tempo em que este processo é qualificado, resultando em projetos de maior qualidade e construtibilidade; e para alguns empreendimentos, cujo prazo de execução é uma variável importante, desenvolver projetos de produto e produção

que viabilizem uma redução do prazo de execução da obra. Neste contexto, como propõem os autores, a ES pode dar uma valiosa contribuição.

Para FABRICIO & MELHADO (2003), a integração precoce dos agentes do empreendimento na concepção do projeto, pode contribuir decisivamente para ampliação da competitividade dos empreendimentos de construção, mesmo que o foco do projeto seja diferente de outras indústrias, sendo crucial a integração dos projetos visando a construtibilidade, a qualidade do produto com base em fatores de competitividade específicos do ambiente industrial da construção de edifícios e das demandas próprias dos clientes de empreendimentos imobiliários. Neste sentido, os objetivos considerados mais relevantes para aplicação da ES na criação e desenvolvimento de novos empreendimentos de edifícios são: ampliar a qualidade do projeto e, por conseguinte, do produto; aumentar a construtibilidade do projeto (aplicação de forma otimizada dos conhecimentos e das experiências da construção durante as fases iniciais do projeto, de planejamento e concepção, de forma a facilitar o cumprimento dos objetivos do projeto); subsidiar, de forma mais robusta, a introdução de novas tecnologias e métodos no processo de produção de edifícios; e, eventualmente, reduzir os prazos globais de execução por meio de projetos de execução mais rápida (estruturas pré-fabricadas, por exemplo).

A realização dos projetos em ambiente de Engenharia Simultânea / Projeto Simultâneo deve contar com a elaboração de atividades de projeto de produto e de processo, em paralelo e de forma integrada, cuja tônica está na constante troca de informações entre projetistas durante o processo de elaboração destes, com coordenação dos projetos em tempo real, antes que as decisões estejam irremediavelmente tomadas. Na configuração de um ambiente de ES, três aspectos se destacam como preponderantes. O primeiro deles diz respeito à estrutura organizacional que suporta o desenvolvimento de projetos. O segundo aspecto a se destacar, trata dos sistemas de gestão da qualidade, que tem o papel de integrar e garantir os serviços de cada um dos membros da equipe, de forma a criar uma sinergia positiva entre os trabalhos desenvolvidos. Por fim, o último aspecto considerado diz respeito à tecnologia de informação utilizada. Neste particular, a informática possibilita compartilhar as informações de diferentes projetos em tempo real, facilitando e agilizando a integração entre os intervenientes (projetistas e pessoal da construtora), que podem interligar-se mesmo trabalhando em diferentes

locais - novos ambientes cognitivos na geração de projetos (FABRICIO & MELHADO, 1998).

2.6 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO PROCESSO PROJETO

Segundo LAURINDO (1995), Tecnologia da Informação (TI) trata das relações complexas entre sistemas de informação, o uso e inovação de hardware, sistemas de automação, software, serviços e usuários.

O desenvolvimento de sistemas e tecnologias de informação como a Internet, dentre outros, têm sido utilizados para aumentar a capacidade de integrar informações vindas de múltiplas fontes. A construção civil norte-americana, por exemplo, vem adotando essas tecnologias, no sentido de promover a troca de informação entre as organizações envolvidas na execução de um empreendimento, possibilitando o gerenciamento de projetos de forma mais distribuída. Dentre estas tecnologias, uma vem rapidamente ganhando novos adeptos, que são as extranets de projeto (SOIBELMAN & CALDAS, 2000).

A TI representa o conjunto dos conhecimentos que se aplicam na utilização da informática envolvendo-a na estratégia da empresa para obter vantagem competitiva (NASCIMENTO & SANTOS, 2001).

SCHEER *et al.* (2001) mencionam que as aplicações da TI abrangem as atividades da sociedade, onde a interação do cidadão com o meio ambiente passa a ser intensivamente mediada por computação e comunicação das informações.

A TI pode contribuir para a solução de problemas empresariais, gerando informação efetivamente oportuna ou conhecimento e tendo como objetivos auxiliar aos processos de tomada de decisão da empresa, determinar fatores diferenciais de negócio e proporcionar lucratividade e competitividade (REZENDE *et al.*, 2000).

Para LOVE *et al.* (1998), os impactos da TI na indústria da construção civil, dependendo da estratégia da empresa, podem aumentar a centralização do gerenciamento da empresa (pois aumenta a capacidade do processamento de informações de gerentes, permitindo então centralizar mais decisões); aumentar a descentralização (pois reduz o custo de comunicação e coordenação, enquanto permite decisões serem compartilhadas); diminuir a hierarquia organizacional da empresa automatizando algumas de suas funções, facilitando a comunicação entre

os níveis; permitir aumentar a profundidade das hierarquias da empresa pela redução das demoras e distorções proporcionadas pelo fluxo de informações entre os níveis; e ocasionar grande melhoria na coleta, armazenamento, análise e transmissão da informação.

Segundo TZORTZOPOULOS (1999), durante os processos de um empreendimento, muitas decisões essenciais não são tomadas adequadamente por falta de tempo ou pressões do mercado, o que gera perdas como retrabalhos, indefinições do produto e consideração inadequada ou insuficiente das necessidades dos clientes no projeto e no desenvolvimento de estudos de viabilidade econômica.

Para PICORAL & SOLANO (2001), os sistemas de extranet permitem o compartilhamento e armazenamento de informações, comunicações, orçamentos, cronogramas, planejamento, arquivos de projetos, alterações, enfim todos os documentos que forem pertinentes a um dado empreendimento, em endereço exclusivo na Web, de acesso restrito apenas aos inscritos no projeto e habilitação controlada pelo coordenador de projetos, isto é, as possibilidades de acesso de cada membro são individualizadas e controladas. Para os autores, o aumento da capacidade de comunicação faz com que a extranet seja uma ferramenta importante na gerência de documentos de projeto, pois abrevia o tempo gasto com transporte de arquivos via motoqueiros; cria mecanismos (monitorados pela coordenação) que garantem que os arquivos disponibilizados para cada projetista sejam sempre os mais atualizados, independentemente da organização interna dos diversos escritórios; “protocola” o *upload* de cada arquivo e suas substituições; possui mecanismos de aviso automático aos interessados cada vez que ocorra a inserção de novo documento no sistema, possibilita a emissão de vários tipos de relatórios com registros de todos os acessos ao sistema: *upload*, *download*, bloqueio e/ou liberação de arquivos, mensagens; disponibiliza mecanismos de comunicação entre os intervenientes da obra. Todos estes registros passam a fazer parte do histórico da obra.

No aspecto da gerência de documentos do projeto, as extranets de projetos têm possibilitado um crescimento significativo na capacidade de comunicação entre os intervenientes de um empreendimento e tem apresentado um grande potencial para a implementação de sistemas de informação interorganizacionais (CALDAS &

SOIBELMAN, 2001). Afirmam também os autores que 25% das empresas norte-americanas de construção civil utilizam-se das redes extranets e apesar da existência de dificuldades, após a adoção de um sistema deste tipo não existe registro de empresas que voltem atrás.

Segundo GIANDON *et al.*, (2001), a implantação de sistemas de informações como o de Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), provoca impactos na forma de realização do trabalho dentro de uma organização, pois o usuário passa a trabalhar com um novo sistema, descobrindo alternativas para melhorar os processos. O GED não foi adotado para substituir o uso do papel. As vantagens dos dois processos devem ser somadas e utilizadas em proporções adequadas, permitindo a otimização e redução de desperdícios com cópias desnecessárias, telefonemas, retrabalhos e tempo para localização de informações.

O processo de projeto de edificação está sofrendo alterações bastante marcantes com a utilização de extranet. A substituição do processo tradicional pelo colaborativo exige postura diferente dos profissionais envolvidos no projeto e os expõe a novas situações. A extranet pode ser caracterizada como uma rede na qual existe a permanente atualização e disponibilidade *on-line* de informações. O coordenador de projeto passa a ser um supervisor do funcionamento da extranet e agente que define a necessidade de reuniões para definições com a participação direta destes profissionais. Utilizada no desenvolvimento de projetos de edificação, a extranet promove a integração do processo. Por se tratar de uma recente tecnologia de informação, as extranets necessitam de uma contínua avaliação, para que sejam definitivamente incorporadas no mercado como uma forte plataforma a trabalhos colaborativos, ditados pela globalização dos atuais empreendimentos de construção (SCHMITT *at al.*, 2001).

Segundo REZENDE & ABREU (2000), a TI está fundamentada nos seguintes componentes: *hardware* e seus dispositivos periféricos; *software* e seus recursos; sistemas de telecomunicações; e gestão de dados e informações.

Segundo LAUDON & LAUDON (1999), os sistemas de informações são componentes inter-relacionados para coletar, processar, armazenar, distribuir e recuperar informações, facilitando o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório dentro da organização.

Segundo SOIBELMAN & CALDAS (2000), existem vantagens e desvantagens no uso da extranet na coordenação e arquivos de projetos. As principais vantagens são: criação de um banco de dados central de documentos do empreendimento; maior eficácia no controle de versões de projetos; velocidade e agilidade na troca de informações entre projetistas; diminuição nos erros de comunicação entre os membros do projeto; redução de custos de plotagens, cópias, mensageiros e correio; acesso controlado e custeado pelo usuário. Dentre as principais desvantagens, destacam-se: incompatibilidade entre o fluxo de informação e o fluxo do processo organizacional no processo de projeto; acúmulo excessivo de informação desnecessária pela falta de critérios para se avaliar a pertinência das informações; dificuldade de acesso à informação devido à grande variedade de tipos de dados existentes; falta de clareza das informações; e tempo excessivo de espera por respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação.

As novas tecnologias abrem uma série de desafios e possibilidades para a elaboração de projetos, permitindo não só aumentar a produtividade das empresas de projeto, como também mudando substancialmente os processos intelectuais e cognitivos envolvidos no projeto. A crescente facilidade de manipular informações e automatização de cálculos permite a introdução crescente de simulações como ferramenta de projeto mesmo em fases avançadas de desenvolvimento (FABRICIO & MELHADO, 2002).

Durante o desenvolvimento do processo de projeto de um empreendimento para construção de uma edificação pode-se gerar milhares de documentos. Com os atuais recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação este fato pode acarretar uma grande quantidade de informações disponíveis simultaneamente para os agentes participantes deste processo. O excesso de informação que um usuário recebe e que não consegue assimilar é chamado de sobrecarga de informação (*Information Overload*). A sobrecarga de informações não é um fenômeno inevitável, mas apenas a falta de tecnologias apropriadas para encontrar oportunamente as informações relevantes no momento oportuno. Uma figura importante para se evitar a sobrecarga de informações é a do coordenador de projetos. Caso não exista tecnologia disponível para controlar versões e distribuição de documentos, este agente se encarrega destas funções. Assim, o fenômeno da sobrecarga de

informações em equipes de projeto depende do resultado eficaz do trabalho deste profissional. Existem algumas medidas que podem ser tomadas para se evitar a sobrecarga de informações, entretanto o esforço de todos os agentes envolvidos no processo é a melhor maneira para se evitar este problema na indústria da construção civil (NASCIMENTO & SANTOS, 2003).

Para SILVA & CARDOSO (1998), no processo de projeto existem várias atividades que não agregam valor ao produto diretamente, por isso deve-se racionalizar o fluxo de informações para reduzir o tempo do prazo de execução e os custos de produção de um empreendimento. Os autores recomendam algumas ações que podem vir a ser tomadas no sentido de racionalizar os fluxos de informação como a criação de um sistema de informações logísticas, a definição de um sistema de decisões para tomada de decisões em pontos chaves do sistema de informações, eliminação de ruídos nos fluxos de informação, aumento da velocidade de processamento e circulação das informações através da limitação de informações duplicadas.

Segundo SILVA & NOVAIS (2005), os recursos de informática são ferramentas de auxílio ao processo projeto e facilitam o compartilhamento do conhecimento, tendo a extranet resolvido os problemas de troca de informações entre os intervenientes de um projeto, garantindo informações sempre atualizadas.

Apesar da extranet de projeto oferecer enorme potencial para auxílio ao gerenciamento da comunicação de projetos, constituindo-se em valiosa contribuição da Tecnologia da Informação ao gerenciamento de projetos, ficando evidenciada a solução de compartilhamento de informações do projeto entre as equipes de trabalho e demais intervenientes, ainda existem barreiras relacionadas aos usuários para um melhor aproveitamento dos recursos tecnológicos disponíveis (FONTOURA *et al.* , 2005).

2.7 O DIA A DIA EM UM ESCRITÓRIO DE PROJETOS ESTRUTURAIS – UMA CONTRIBUIÇÃO PESSOAL

2.7.1 Atendimento ao cliente

Atender uma pessoa que poderá (ou não) vir a ser um cliente é um trabalho difícil, mas necessário para qualquer relacionamento comercial. Poderá ser um sucesso ou um desastre. Principalmente no começo da vida profissional, quando ainda se é pouco conhecido no mercado de trabalho, com a agravante de se ter pouca experiência na profissão. O engenheiro projetista de estruturas é profissional na sua especialidade, mas na maioria das vezes, é amador na arte de vender e de se relacionar.

2.7.2 Orçamento do projeto estrutural.

A solicitação de orçamento para um projeto estrutural é feita pelo futuro cliente através de uma visita pessoal agendada ou através de e-mail. Em ambos os casos, o anteprojeto arquitetônico em papel ou em arquivo eletrônico é utilizado para fazer tal solicitação. Um dos parâmetros para se fazer o orçamento é a Área Construída do Edifício, que já é contemplada no anteprojeto arquitetônico. Um outro parâmetro também muito usado é a Área Estruturada, sendo esta, a soma de todas as áreas em projeção que necessitam ser estruturadas e projetadas.

Para auxiliar na elaboração da proposta é mostrado no Apêndice 1 um modelo, que cada profissional terá que aprimorar e particularizar de acordo com as suas necessidades, lembrando que um projeto estrutural é desenvolvido a partir dos seguintes elementos:

- Projeto Arquitetônico;
- Levantamento Plano Altimétrico do terreno;
- Relatório Geotécnico preliminar do solo (a ser seguido por Relatório Geotécnico conclusivo);
- Reuniões de compatibilização com o arquiteto e com os demais projetistas envolvidos no projeto.

Lembrando ainda que o projeto estrutural deverá ser desenvolvido segundo as Normas da ABNT e poderá ser apresentado nas seguintes formas:

- Planta de locação dos pilares, com respectivas cargas no nível da fundação;
- Pranchas das formas, contendo cortes, seções, detalhes, relações quantitativas de materiais, especificações dos materiais e notas explicativas quanto à execução da estrutura;
- Pranchas contendo o detalhamento das armaduras e tabelas de aço de todos os elementos estruturais: blocos de fundação, vigas de equilíbrio, vigas de amarração, vigas baldrame, vigas dos diversos pisos, lajes, escadas, cisterna, reservatório elevado e pilares;
- Tabela com o resumo quantitativo dos materiais empregados no projeto estrutural;
- Um CD contendo os arquivos DWG e PLT das pranchas de desenho do projeto estrutural e relatório indicando o conteúdo de cada arquivo.

Após o levantamento das áreas dos diversos pavimentos e da elaboração da proposta, em papel ou em arquivo eletrônico, esta deverá ser enviada para aquele que a solicitou, utilizando-se os meios adequados.

2.7.3 Estudo preliminar da estrutura e a nova ótica de projeto simultâneo

A Engenharia Simultânea / Projeto Simultâneo trouxe para dentro dos escritórios de projetos o conceito de simultaneidade. Os projetos (arquitetônico, estrutural, instalações, fundações, paisagismo, e outros) são elaborados simultaneamente, com integração e compatibilização entre si. O produto projeto sai dos escritórios especializados já sendo um projeto executivo.

É a partir do projeto arquitetônico, que também está em sua fase preliminar, que se inicia o lançamento da estrutura. É lançada a estrutura preliminar do pavimento tipo, com um ou mais modelos de estrutura (solução estrutural), conforme especificado a seguir:

- 1º Modelo com lajes, vigas e pilares;
- 2º Modelo com lajes planas em concreto armado, vigas periféricas e pilares;

- 3º Modelo com lajes planas em concreto armado e pilares;
- 4º Modelo com lajes planas em concreto protendido e pilares.

A distribuição dos pilares do pavimento tipo deverá ser compatibilizada com os demais pavimentos, sendo que nos pavimentos destinados às garagens, este procedimento requer um estudo criterioso e específico. Em alguns casos, não havendo a compatibilização entre alguns pilares e o leiaute do pavimento, isto é, havendo interferência dos pilares do pavimento tipo com os outros pavimentos, lança-se mão de transições dos referidos pilares. Tais vigas de transição são robustas e necessitam de pavimento especial devido às suas dimensões.

Existem casos onde a solução estrutural é muito dispendiosa, impondo ao projetista de arquitetura, modificações parciais ou totais no projeto arquitetônico preliminar.

Nesta fase de estudo, deve-se também verificar se a rigidez global da estrutura, principalmente se o edifício for esbelto, satisfaz as condições de segurança (cargas verticais e cargas horizontais devidas ao vento).

Ainda nesta etapa é feito o pré-dimensionamento de todos os elementos estruturais e deverão ser passados para o projeto arquitetônico, para que quando da sua aprovação pelo órgão competente, já estejam contemplados na solução estrutural adotada para o referido edifício com os pilares, vigas, lajes e outros elementos estruturais.

2.7.4 Escolha da Solução Estrutural

A escolha da solução estrutural deve ser feita pelo projetista de estruturas, com a participação de todos os intervenientes do projeto, visto que é no estudo de viabilidade e concepção do projeto que se tem maior possibilidade de interferência nas qualidades e nos custos de um empreendimento (figura 1).

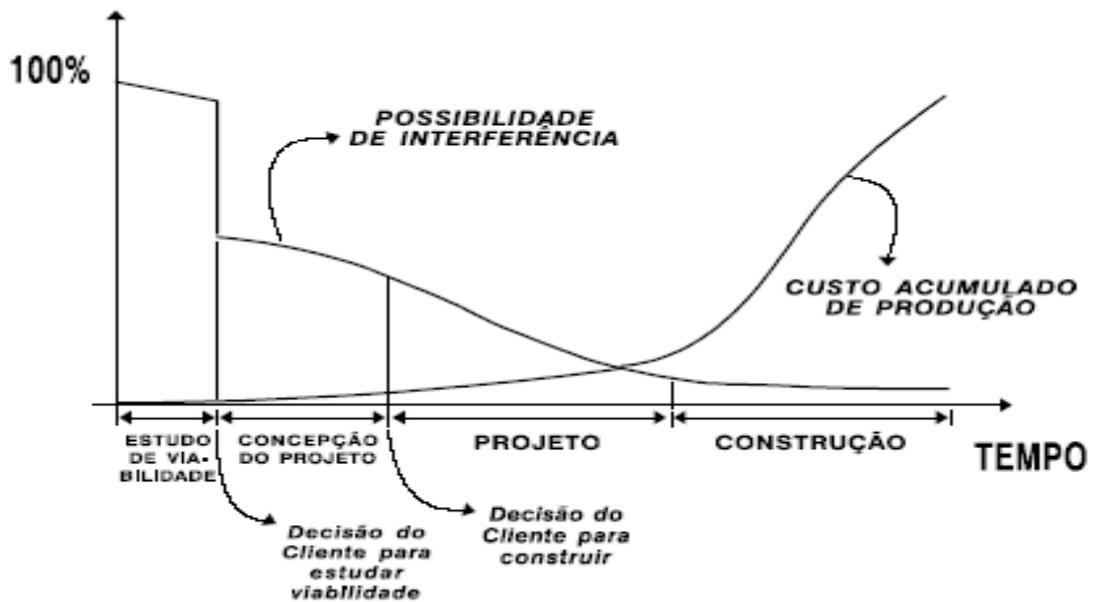


FIGURA 01 – POSSIBILIDADE DE INTERVENÇÃO NO EMPREENDIMENTO E CUSTOS ACUMULADOS AO LONGO DAS ETAPAS DE SUA PRODUÇÃO (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992)

As possibilidades de estruturas em concreto armado, por exemplo, são aquelas quatro propostas no estudo preliminar, na seção anterior.

O Sistema (*Software*) utilizado para a execução do projeto é de suma importância, visto que sua capacidade é que vai possibilitar fazer por um processo mais simples ou mais complexo. Como exemplo, pode-se calcular o mesmo modelo de estrutura utilizando vigas apoiadas sobre vigas, ou por um processo mais exato, como pórtico espacial. Ver características dos Sistemas (*Softwares*) na seção 4.1 dos resultados desta pesquisa (páginas 50 à 55).

2.7.5 Lançamento Definitivo da Estrutura

O lançamento definitivo da estrutura é feito utilizando todos os pisos diferentes do edifício. Deve ser feito nesta etapa, um pré-dimensionamento de todos os elementos estruturais. Para o engenheiro ainda sem experiência esta fase não é das mais fáceis. Os lançamentos dos diversos pisos deverão ser compatibilizados, para que não haja interferência de um piso em outro. Genericamente, os diversos pisos de um edifício são compostos de pisos de garagens e áreas de lazer e festas

na parte inferior, pavimentos tipos que se repetem, no meio do edifício, e na parte superior os pavimentos do duplex, quando existirem.

As cargas que vão agir no edifício são normalizadas e o projetista deverá conhecê-las para não cometer nenhum erro. Para as cargas acidentais a norma regulamentadora é a NBR 6120 (ABNT, 1980), e para as cargas originadas da ação do vento a NBR 6123 (ABNT, 1988), porém, quando a edificação apresentar forma, dimensão ou localização incomum, recomenda-se estudos especiais para obtenção das ações do vento. É importante lembrar que o projetista de estruturas deve seguir a norma NBR 6118 (ABNT, 2003) de projeto de estruturas de concreto.

2.7.6 Entrada de Dados no Sistema para Cálculo dos Esforços

A entrada de dados é específica para cada Sistema (*Software*) do projeto estrutural devendo o projeto arquitetônico, que é o projeto base, ter total interação com o mesmo.

2.7.7 Análise dos Resultados Obtidos

O projetista deverá ao longo de sua vida profissional, criar instrumentos e instruções para aferir os resultados obtidos nos cálculos. Se isso não acontecer, os resultados obtidos pelo Sistema (*Software*) poderão se tornar uma verdadeira “caixa preta”. Conhecer grandezas numéricas de resultados em obras similares possibilitará agregar conhecimento e conseqüentemente a sensibilidade do profissional. No processo de desenvolvimento do projeto, este é um dos passos mais importantes, visto que o dimensionamento é o passo seguinte.

2.7.8 Início dos Desenhos das Pré-formas dos Diversos Pavimentos

Os desenhos das pré-formas, assim como os resultados numéricos, são produtos dentro do fluxograma do Sistema (*Software*). Estes desenhos, após as verificações de suas dimensões que foram previamente adotadas, poderão ser enviados aos projetistas de arquitetura e de instalações para compatibilizações e alterações que forem necessárias.

2.7.9 Desenho da Locação e Cargas nos Pilares

Após o processamento da estrutura do edifício, com as dimensões dos elementos estruturais já corrigidas, têm-se as cargas dos pilares no nível da fundação. O arquivo com os desenhos destes pilares locados e com suas respectivas cargas será enviado ao projetista de fundação, para que seja elaborado o projeto geotécnico da fundação do edifício. Com este projeto, o projetista de estruturas elabora o projeto dos blocos, sapatas, ou radier da fundação do edifício.

2.7.10 Desenho das Formas Definitivas

Como produtos do Sistema (*Software*), têm-se as formas definitivas, com detalhes, notas, recomendações, cortes, seções, resumo de materiais, etc. Começa-se então o detalhamento das armaduras do projeto. Deve-se nesta fase, realimentar os demais projetistas com esses desenhos definitivos, para que os demais projetos fiquem compatibilizados. São estes desenhos que irão para a execução da obra, devendo então, já ser os desenhos executivos (aqueles que irão para a obra).

2.7.11 Detalhamento do Projeto

O detalhamento das armaduras da estrutura do edifício é feito pelo Sistema (*Software*) e pelo projetista. A eficiência dos Sistemas (*Softwares*) utilizados pelos projetistas de estruturas que foram entrevistados pode ser verificada, pelo grau de satisfação mostrado na seção 4.2.2 pergunta 16, deste trabalho.

2.7.12 Correção do Projeto Final

Após o detalhamento completo das armaduras de toda a estrutura, lajes, vigas, pilares, escadas, rampas, reservatórios elevados de água, cisternas, blocos, sapatas ou radier da fundação, arrimos, e outros, deve-se fazer uma correção completa de todos os desenhos, para que não se cometam erros de projeto. Após esta etapa, o projeto estará definitivamente pronto para ser entregue ao cliente.

2.7.13 Entrega do Projeto Final

Após arquivamento do projeto, tanto em papel como em arquivo eletrônico, no escritório do projetista estrutural, para futuras consultas, pode-se fazer a entrega dos arquivos para o cliente. Normalmente os arquivos (formas, armaduras e resumos de materiais) são gravados em um CD e entregues ao cliente.

2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO

Os temas apresentados neste capítulo mostram como andam os escritórios de projetos estruturais e o processo projeto em todos os seus passos. O cenário é de que está havendo uma evolução e que se está agregando conhecimento, qualidade e tecnologia no processo projeto estrutural e que quando se executa na obra o projeto estrutural, esta também agrega tecnologia e qualidade. O cenário também mostra que existem ferramentas e tecnologia para se executar um projeto estrutural com qualidade e economia, utilizando um cronograma pré-estabelecido. Os conceitos de projeto simultâneo, de compatibilização de projeto, de tecnologia de informação e comunicação, da internet e da extranet, já fazem parte do processo projeto nos escritórios de projetos estruturais. Nas seções que seguem este capítulo é apresentado um panorama real, em escritórios de projetos estruturais na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO

A presente pesquisa foi desenvolvida conforme as características do paradigma qualitativo. De acordo com Silva e Menezes (2001) a abordagem qualitativa não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Segundo sua natureza, é uma pesquisa aplicada, uma vez que envolve verdades e interesses locais, com interesse na aplicação imediata, gerando conhecimento para a aplicação prática (MAGALHÃES e ORQUIZA, 2002).

Segundo seu objetivo é uma pesquisa descritiva, uma vez que visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coletas de dados: questionário e observação sistemática. Em geral, assume a forma de levantamento (GIL, 2002).

A pesquisa foi desenvolvida em duas fases distintas, sendo a primeira visando o levantamento das características de Sistemas (*Softwares*) em uso no mercado nacional por escritórios de projetos estruturais de edifícios em concreto armado. A segunda fase foi realizada visando estabelecer um diagnóstico dos escritórios de projetos estruturais, na região Metropolitana de Curitiba, Paraná, buscando subsídios para o Engenheiro Civil, quando da abertura e início de um escritório de projetos estruturais. As duas fases se completam, visto que o Sistema (Software) usado no processo projeto estrutural é ferramenta indispensável, tanto pela complexidade dos projetos como pelos fatores prazo, custo, mão de obra escassa e qualidade dos desenhos, que é o produto final.

3.2 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (*SOFTWARES*)

Para a realização desta fase, primeiramente elaborou-se um questionário contendo 25 perguntas, com base na revisão de literatura, objetivando levantar

informações sobre as principais características dos Sistemas (*Softwares*) utilizados na elaboração de projetos estruturais (APÊNDICE 1).

Buscou-se levantar dados referentes à caracterização dos Sistemas (*Softwares*) como, por exemplo, a sua descrição ou a configuração do *Hardware* necessário para sua utilização.

Foram escolhidos cinco Sistemas (*Softwares*) utilizados no mercado nacional que, por motivo de preservação dos Respective Nomes, os mesmos foram designados: A, B, C, D e E.

Os questionários foram aplicados às empresas responsáveis por estes Sistemas (*Softwares*), via *e-mail*.

As respostas recebidas foram analisadas de maneira descritiva e organizadas em quadros descrevendo as características de cada um dos Sistemas (*Softwares*) pesquisados, visando facilitar a compreensão do novo usuário, como um instrumento auxiliador na escolha do Sistema (*Software*) a ser utilizado para a elaboração de projetos estruturais.

3.3 DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIIS

Nesta fase da pesquisa, procurou-se conhecer tanto a pessoa, o engenheiro civil que executa o projeto estrutural, como também a sua estrutura de apoio para tal serviço como, por exemplo, o seu espaço físico de atuação ou o seu procedimento para se comunicar com o seu cliente. Para tanto, foi elaborado e aplicado um questionário objetivo contendo 24 perguntas (APÊNDICE 2) para auxiliar no levantamento de dados e na realização de uma entrevista estruturada com 16 profissionais de diferentes escritórios de projetos estruturais na região Metropolitana de Curitiba, Paraná, buscando subsídios para o Engenheiro Civil, quando da abertura e início de um escritório de projetos estruturais.

A pesquisa foi realizada em escritórios de projetos estruturais, com suas tecnologias de apoio (*softwares*, redes de computadores e Internet) e seus quadros de profissionais (engenheiros civis, técnicos, estagiários de engenharia, desenhistas projetistas de estruturas, secretárias e outros).

Os dados coletados foram organizados em planilhas do programa Excel 2003 (ANEXO 1).

Finalmente os dados foram submetidos a uma análise de distribuição de freqüência e posteriormente a uma análise qualitativa descritiva, indutiva, visto que a pesquisa tem por objetivo trazer subsídios para um novo negócio.

A validação interna foi baseada na veracidade, consistência e credibilidade, visto que a coleta dos dados referentes ao questionário da entrevista aplicada foi realizada pelo próprio pesquisador, e as respostas, pelos engenheiros convidados para a pesquisa. Também, a experiência pessoal do pesquisador permitiu realizar alguns comparativos de aspectos relevantes.

A validação externa tem como base na possibilidade de generalização, visto que os resultados podem servir de subsídios para outros engenheiros, em outros centros de produção, que queiram trabalhar como projetista de estruturas em concreto armado para edifícios.

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (SOFTWARES)

Os escritórios de projetos de estruturas em concreto armado, com seus quadros técnicos, seus *hardwares* e seus *softwares*, sempre estiveram na vanguarda tecnológica, no contexto da Indústria da Construção Civil. Os projetistas estruturais, engenheiros civis que também participam ativamente (um grande número) da vida acadêmica nas universidades brasileiras, estão em contato permanente com os avanços tecnológicos. Sendo assim, os *softwares* em uso para cálculos estruturais são versões em processo constante de atualização e aperfeiçoamento, surgindo programas de cálculos estruturais que resolvem estruturas de concreto armado de grande porte, com métodos de processamento e modelagem aprimorados, facilitando ao engenheiro uma análise estrutural criteriosa do comportamento das estruturas. Também é necessário que o projetista tenha uma boa base teórica em análise estrutural, para que possa validar os resultados fornecidos pelo Sistema (*Software*) utilizado (por exemplo, o conhecimento de grandezas numéricas, com base em obras já executadas, referentes aos esforços internos solicitantes: esforço normal, esforço cortante, momento fletor e momento torcedor).

No mercado nacional existem vários Sistemas (*Softwares*) específicos para projetos de estruturas de concreto armado. Ao novo usuário, muitas dúvidas vão surgir para a aquisição dessa ferramenta de trabalho, que se tornou básica e fundamental para o desenvolvimento desses projetos. O objetivo desta pesquisa é descrever cinco desses Sistemas (*Softwares*) em uso no mercado nacional e que foram designados A, B, C, D e E. Foi solicitado às empresas responsáveis por esses *softwares* para que respondessem um questionário previamente estruturado. As respostas recebidas foram organizadas de forma que o novo usuário tenha um instrumento para o auxiliar na escolha do *software* que resolva as suas necessidades profissionais. As tabelas 01 e 02 mostram as características de cada sistema apresentado.

CARACTERÍSTICA DO SISTEMA	SISTEMA				
	A	B	C	D	E
Usuário	Engenheiros civis com experiência em projetos de estruturas de concreto armado de edificações de múltiplos pisos.				
Configuração do Hardware	Pentium III 600, HD de 5 Gb ou superior e 128 MB de memória RAM para Windows 98 ou 256 MB para Windows XP.	Processador de 300MHz; 128MB de memória RAM; Windows 98/ME/NT4/2000/XP; espaço livre em disco de 650 MB.	Pentium I, Celeron, sistema operacional Windows 95, NT, 98, 2000, XP com 64k de memória RAM.	Pentium III com 256 Mbytes de memória RAM.	PC com 256Mb de memória RAM e processador acima de 1,4 GHz.
Versões apresentadas	PLENA, UNIPRO, EPP PLUS, EPP E UNIVERSIDADE. Módulos adicionais como: Análise Sísmica, Lajes Protendidas, Lajes Treliçadas, Telas Soldadas, CAD/AGC&DP CAD/Alvest e o CAD/Alvest Light.	PERSONAL e PROFESSIONAL. Módulos adicionais que complementam essas versões.	Uma única versão (capacidades de Engenharia e recursos de Engenharia); É comercializado em 2 fórmulas: TRADICIONAL: para empresa; AUTÔNOMA: para profissional liberal autônomo.	D-LT e D-Full.	Uma única versão, mas, em breve será lançada uma versão shareware com limite de pavimentos, destinada a estudantes.
Linguagem que foi desenvolvido	Fortran, Visual Basic e Visual C.	C++, especificamente no ambiente Borland C++ 5.02.	C++ e Visual Basic - Microsoft	C++	Visual Basic
Confiabilidade do sistema	Existe um procedimento padrão documentado de testes (mais de 2000 testes catalogados), que são continuamente realizados a cada modificação/implementação do sistema, e são monitorados pelos engenheiros de desenvolvimento e suporte.	De forma qualitativa esta confiabilidade pode ser medida através dos resultados obtidos por cerca de 6.000 usuários ao longo de 7 anos de uso do sistema na elaboração de seus projetos.	Atuando há 25 anos, tendo mais de 6500 módulos implantados, sem nunca ter apresentado um resultado com erro a partir dos dados de entrada.	Foram feitos exaustivos testes e comparações de projetos feitos pelo sistema e também por professores e calculistas experientes em concreto armado.	O Sistema está em operação desde 1988 e desde então já foi utilizado para desenvolver mais de 8000 projetos.
Contempla a NBR 6118:2003	Totalmente	Totalmente	Não totalmente	Totalmente	Não totalmente
Validação dos resultados	Através de minuciosas análises de resultados e comparação com exemplos clássicos feitos manualmente e processados e validados em outras versões do sistema. O sistema possui uma série de listagens que são geradas em cada processo de cálculo, essas listagens são comparadas e analisadas para a validação dos resultados processados. Foi desenvolvido um sistema específico para validação de resultados.	Os esforços calculados e os resultados obtidos podem ser verificados pelo usuário através de várias planilhas, relatórios, diagramas e gráficos fornecidos pelo programa, em formato texto, HTML e RTF.	Cada módulo do sistema possui o seu procedimento (somatória de cargas/reações) e, configurações de limites aceitáveis.	Através de visualização gráfica das armaduras, mensagens informativas sobre o dimensionamento tanto da armadura quanto da área de concreto.	É feita por rotinas internas de verificação dos limites de Normas e outros parâmetros resultantes da experiência em milhares de projetos executados, emitindo mensagens de alerta quando não condizem com os limites estabelecidos.
Manuais do sistema	Existem manuais completos além do Help On-Line em formato digital.	Além dos manuais impressos, estão disponibilizados também em arquivos eletrônicos, demonstrados através de vídeos, passo a passo, o que pode auxiliar em muito o aprendizado do sistema.	Alguns novos recursos da versão 5.0 ainda não estão com manuais, pois estão sendo implantados no sistema de acordo com a nova norma de concreto.	Manuais completos de todas as suas interfaces.	Optamos por um Sistema de Ajuda completo de todas as suas interfaces, onde cada tópico pode ser acessado diretamente a partir do contexto em uso no Sistema. Existe ainda um Tutorial que acompanha

					o Sistema tanto para treinamento inicial como para dirimir dúvidas relativas ao Sistema.
Suporte técnico	Gratuito, de segunda-feira a sexta-feira, das 8:30 às 18:00, via telefone ou e-mail. A equipe de suporte técnico é formada por engenheiros civis com experiência em projeto.	Pelo Departamento de Suporte. A forma de contato pode ser através de telefone ou e-mail. Oferece também "Suporte Especializado", que pode ser contratado individualmente.	Faz parte do valor pago na contratação do sistema.	Suporte Técnico por Telefone no Horário Comercial; Suporte Técnico por e-mail e Suporte Técnico 24 horas pela Internet.	Sim
Interação usuário com os critérios do projeto	O sistema é totalmente customizável através de uma vasta gama de critérios de projeto que podem ser alterados pelos usuários.	É possível em diversos casos configurar critérios de projeto no programa, obtendo assim diferentes resultados para a análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos.	O usuário recebe configurações básicas que seguem os procedimentos padrões normalizados, podendo interferir nestes procedimentos.	O usuário pode intervir nos critérios de projeto, mas procura-se dificultar alterações que não satisfaçam a NBR 6118:2003.	O usuário pode configurar uma série de parâmetros e de critérios de dimensionamento para cada obra.
O sistema resolve	Estruturas de concreto armado, protendido e alvenaria estrutural.	Cálculo e detalhamento de edificações de múltiplos andares, compostas de lajes, vigas, pilares e escadas em concreto armado.	Análise de estruturas de edifícios em geral (lajes, vigas, pilares, pórticos, grelhas, treliças, etc) e dimensionamento de estruturas de concreto armado.	Análise estrutural, cálculo e detalhamento da armadura considerando a estrutura toda integrada de edifícios em concreto armado.	Dimensiona e detalha lajes maciças, mistas e pré-moldadas, vigas, pilares, blocos de fundação, sapatas e vigas de equilíbrio.
CARACTERISTICA DO SISTEMA	SISTEMA				
	A	B	C	D	E
Interação com outros sistemas	Possuem integração com outros softwares através do arquivo de intercâmbio de desenhos, arquivo no formato DXF, sendo através dele, possível importar ou gerar desenhos para outros softwares. Além disso, todas as armaduras geradas podem ser integradas a um sistema de corte e dobra de aço, empregado nas centrais de produção de armaduras.	Sua integração é feita através dos arquivos de desenho (exportação de arquivos nos formatos DWG e DXF), relatórios (formatos RTF, "rich text") e arquivos de impressão. Os arquivos de desenho gerados são lidos diretamente pelo sistema que gerencia os desenhos de concreto armado.	Não.	Sim, com o Pro-Armar editor genérico paramétrico de armadura e forma e com o AutoCAD através de arquivos DWG ou DXF.	O lançamento da estrutura pode ser feito sobre um arquivo de desenho arquitetônico elaborado em outro sistema no formato DXF. O desenho final pode ser exportado para outros sistemas no formato DXF, PRN, PDF, etc.
Ambiente de trabalho	O ambiente de trabalho é o Windows.				
Modelos de estrutura	Permite a resolução dos pisos por: viga contínua, grelha, pórtico espacial e elementos finitos de placas.	Pórtico espacial: modelo completo de cálculo, com a estrutura calculada espacialmente, considerando os efeitos horizontais e efetuando as verificações de estabilidade global. Pavimentos isolados:	Laje + Viga e/ou Laje + Grelha.	Pórtico espacial com elementos de laje, grelha com elementos de laje, lajes inclinadas, escadas e coberturas e pilares-parede, poços de elevador e caixa	Vigas contínuas, pórticos planos.

		modelo simplificado, onde os pavimentos são calculados de forma independente.		de escada por elementos finitos, viga continua, pórtico plano.	
A deformação lenta é considerada nos deslocamentos	Sim, sendo a análise por grelha considerando a não linearidade física o processo mais refinado para a análise de deformações, tanto as imediatas, quanto às de longo prazo e as deformações diferidas ao longo do tempo. O cálculo das deformações é realizado por processo incremental acompanhando o estágio de fissuração dos elementos.	Com o Módulo Master o cálculo da flecha adicional diferida em vigas e lajes é realizado conforme o item 17.3.2.1.2 da NBR 6118:2003, ou seja, em função do tempo e da taxa de armadura à compressão.	Sim, configurável pelo usuário (vigas; lajes; pilares).	Sim, considera deformação lenta no cálculo das flechas.	Sim
O sistema leva em conta os efeitos da temperatura e retração	Sim, tanto nos pavimentos (lajes e vigas) quanto no modelo global de pórtico (lajes, vigas e pilares).	Não.	Sim, dado de entrada do usuário (estruturas reticuladas).	Não.	Não
Edição de desenho	Sim. Tantos os desenhos de formas quanto de armaduras podem ser editados no sistema.	Sim. O programa possui ferramentas específicas para edições dos detalhamentos gerados. O Módulo Editor de Ferro do programa permite importar os arquivos de detalhamento gerados pelo e apresenta uma série de vantagens em relação ao editor interno embutido no.	Sim	Permite ampla edição de formas e armaduras.	Sim, com ampla liberdade.
CARACTERÍSTICA DO SISTEMA	SISTEMA				
	A	B	C	D	E
Memoriais de cálculo	Sim, o sistema gera diversas listagens para cada fase de processamento (geração dos modelos, esforços obtidos, dimensionamento e detalhamento). Também é gerado um relatório final, Resumo Estrutural, que contém todas as informações relevantes e significativas do projeto. Este relatório contém um verdadeiro diagnóstico do projeto em desenvolvimento com critérios de projeto adotados, modelo estrutural, cargas horizontais e verticais aplicadas, mensagens de erro e/ou item do projeto não conformes com a norma vigente. Este Resumo Estrutural também serve para o usuário controlar as informações de projeto fornecidas como dimensões, cargas, etc, através de comparações com estas mesmas	O programa não elabora memoriais de cálculo, mas apresenta os dados e resultados principais para verificação dos dimensionamentos dos elementos, através de relatórios de saída de dados.	Sim, inclusive por partes configuráveis e solicitadas pelo usuário.	Elabora memoriais de cálculo automaticamente.	Apenas para elementos isolados como caixas d'água, cisternas, piscinas e muros de contenções.

	informações em projetos semelhantes.				
Resumo quantitativo dos materiais da estrutura	O sistema apresenta um resumo dos quantitativos dos materiais utilizados na estrutura, tanto de armaduras como de volume de concreto. Estas informações são emitidas no relatório Resumo Estrutural e são apresentadas por pavimentos e para todo o edifício.	O sistema permite gerar resumo de materiais do projeto, na forma de relatório, permitindo selecionar quais os tipos de elementos e pavimentos a serem incluídos no resumo.	Sim, porém separados por elementos estruturais (vigas, lajes, pilares) quando consultado pelo sistema e, por folha quando plotados.	Sim, levanta resumos de quantitativos de concreto, aço e forma, organizados por tipo de elemento (viga, laje, pilar) e por pavimento bem como o Total Geral da Estrutura.	Sim, de maneira bem completa e objetiva.

TABELA 01 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (SOFTWARES)

DESCRIÇÃO DE CADA VERSÃO DO SISTEMA.	
SISTEMA A	<p>-PLENA: análise de esforços através de pórtico espacial, grelha e elementos finitos de placas, cálculo de estabilidade global. Dimensionamento, detalhamento e desenho de vigas, pilares, lajes, blocos e sapatas.</p> <p>-UNIPRO: ideal para edificações com até 20 pisos. Possui todos os recursos disponíveis na versão PLENA.</p> <p>-EPP PLUS: versão intermediária entre a EPP e a UNIPRO, para edificações de até 8 pisos. Incorpora os mais atualizados recursos de cálculos presentes na versão PLENA.</p> <p>-EPP: para edificações de pequeno porte com até 5 pisos. Incorpora os mais atualizados recursos de cálculos presentes na versão PLENA.</p> <p>-UNIVERSIDADE: versão ampliada e remodelada para universidades, baseada em todas as facilidades e inovações já incorporadas na versão EPP.</p> <p>-PROJETISTA: para uso em conjunto com as versões PLENA e UNIPRO, contém todos os recursos de edição gráfica para armaduras e formas.</p> <p>-AGC&DP: linguagem de desenho paramétrico e editor gráfico para desenho de armação genérica em concreto armado aplicado a estruturas especiais (pontes, barragens, silos, escadas, galerias, pré-moldados, muros, fundações especiais etc.).</p> <p>-ALVEST: cálculo de esforços solicitantes, dimensionamento (cálculo de f_p), detalhamento e desenho de edifícios de alvenaria estrutural.</p> <p>-ALVEST-LIGH: cálculo de esforços solicitantes, dimensionamento (cálculo de f_p), detalhamento e desenho de edifícios de alvenaria estrutural de até 5 pisos.</p> <p>-FUNDAÇÕES: dimensionamento, detalhamento e desenho de blocos e sapatas de concreto armado. Totalmente integrado nas versões PLENA, UNIPRO, EPP, EPP PLUS e UNIVERSIDADE.</p> <p>-LAJES PROTENDIDAS: realiza o lançamento estrutural, cálculo de solicitações (modelo de grelha), deslocamentos, dimensionamento (ELU), detalhamento e desenho das armaduras (cabos e vergalhões) para lajes convencionais, lisas (sem vigas) e nervuradas com ou sem capitéis. Formato genérico da laje e quaisquer disposições de pilares. Calcula perdas nos cabos, hiperestático de protensão em grelha e verifica tensões (ELS). Adaptado a cabos de cordoalhas aderentes e/ou não aderentes.</p> <p>-LAJES TRELIÇADAS: análise, dimensionamento, detalhamento e desenho de lajes treliçadas. Cálculo de lajes unidirecionais e bidirecionais, análise do pavimento por grelha, verificação "exata" de flechas, incluindo a consideração da fissuração do concreto e a deformação lenta. Emite desenhos de fabricação e montagem de vigotas e quantitativo de materiais. Indicada para projetistas estruturais e fabricantes de lajes treliçadas.</p> <p>-TELAS SOLDADAS: análise, dimensionamento, detalhamento e desenho de telas soldadas, para lajes de concreto armado e/ou protendido. Integrado ao CAD/Lajes, as telas são selecionadas em função das armaduras efetivamente calculadas em cada ponto da laje. Armaduras convencionais complementares também podem ser detalhadas.</p>
SISTEMA B	<p>-PERSONAL: para estruturas de pequeno e médio porte com limitação de pavimentos (5) e elementos (vigas + pilares = 80).</p> <p>-PROFESSIONAL: para estruturas de pequeno, médio e grande porte, sem limitação de pavimentos e elementos.</p> <p>-MÓDULO MÁSTER: Acrescenta recursos mais avançados de análise da estrutura. Aplica o efeito do vento sobre a estrutura, simulado nas quatro direções principais, e gera as combinações entre os casos de carregamento, dimensionando os elementos pela envoltória dos esforços. Efetua a análise de 2ª ordem através do Processo P-Delta.</p> <p>-MÓDULO FORMAS: Acrescenta recursos mais elaborados para geração de plantas de forma, de locação e cortes da estrutura, bem como para acabamento dos desenhos. Gera desenhos altamente otimizados, ocupando-se de grande parte do trabalho repetitivo que de outra forma seria realizado manualmente.</p> <p>-MÓDULO ESCADAS: Permite ao usuário incluir diretamente no modelo, elementos de ligação entre pavimentos (rampas e vigas inclinadas de tramo simples) e agrupá-los em Escadas, todos representados no Pórtico 3D e analisados em um modelo de Analogia de Grelha no caso espacial. Gera detalhamento bastante completo, agrupando a forma da escada e os diversos cortes necessários.</p>

SISTEMA C	- TRADICIONAL : voltada para empresas que, com a compra de uma única cópia, poderá implantar e utilizar em várias máquinas, simultaneamente. - AUTÔNOMA : voltada para profissionais liberais autônomos que poderão instalar o sistema em vários equipamentos, mas utilizá-lo um de cada vez.
SISTEMA D	Em duas versões: - D-LT - D-Full .
SISTEMA E	Em uma única versão completa , sem limites de número de nós, barras, pavimentos etc, composto de 3 módulos: - Módulo de Dimensionamento - Módulo de Cad para edição de desenhos - Módulo de Detalhes (para usos específicos como cálculo de reservatórios, arrimos, etc) - Módulo de Projetos em Alvenaria Estrutural

TABELA 02 – DESCRIÇÃO DE CADA VERSÃO DO SISTEMA (*SOFTWARE*)

As características dos Sistemas (Software) mostradas nas tabelas 01 e 02 podem dar condições para que o engenheiro tenha subsídios para escolher o Sistema (Software) que mais lhe interesse. Não foram feitas críticas aos Sistemas (Softwares) nem tão pouco mostrada uma tabela de custos dos mesmos, apesar da relevância para sua aquisição, visto que esta fase deste trabalho é somente descritiva.

4.2 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Procurou-se conhecer tanto a pessoa, o engenheiro civil que executa o projeto estrutural, como também a sua estrutura de apoio para tal serviço, como, por exemplo, o seu espaço físico de atuação ou o seu procedimento para se comunicar com o seu cliente. Para tanto, foi utilizado um questionário para auxiliar no levantamento de dados e na realização de uma entrevista estruturada com dezesseis profissionais de diferentes escritórios de projetos estruturais. A seguir os resultados da pesquisa, organizados em planilhas obtidas a partir do programa Excel 2003.

4.2.1 Conhecendo o engenheiro projetista de estruturas

Para as perguntas 01 e 02, identificação e formação profissional respectivamente constatou-se que dos 16 (dezesseis) entrevistados, 15 (quinze) são do sexo masculino; 14 (quatorze) são casados e 2 (dois) são separados; 15 (quinze) terminaram a graduação antes de 1979 e somente 1 (um) em 1993; somente 3 (três) fizeram mestrado após a graduação.

Para a pergunta 03, qual era o objetivo profissional quando ainda era estudante de engenharia, 14 (quatorze) objetivavam ser projetistas de estruturas; 1 (um) objetivava ser construtor; 1 (um) tinha outro objetivo não identificado. Dentre os 14 (quatorze) que desejavam ser projetistas de estruturas, 3 (três) também desejavam ser professores universitários.

Para a pergunta 04, como se iniciou na profissão, 12 (doze) o fizeram através de estagio durante a graduação; somente 04 (quatro) foram contratados após a graduação.

Para a pergunta 05, tempo de profissão, 55 anos de profissão é do profissional mais velho do grupo e o mais novo está com 13 anos de profissão,

sendo este, coincidentemente, o único projetista do sexo feminino, conforme mostra o gráfico da figura 02.

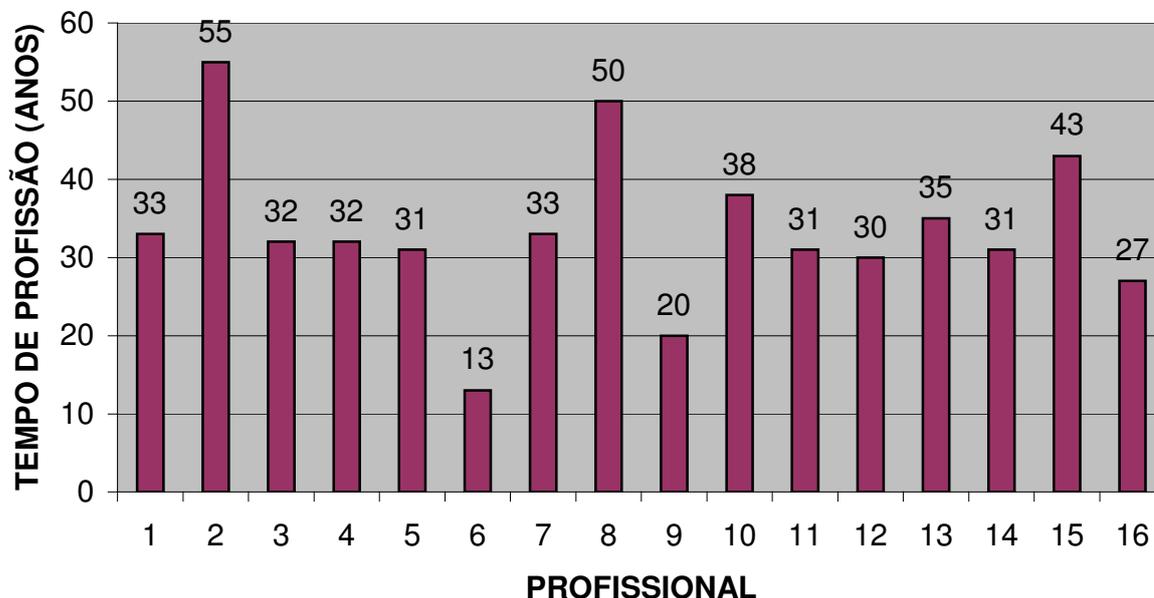


FIGURA 02 – TEMPO DE PROFISSÃO

Para a pergunta 06, local de trabalho, apenas um dos profissionais presta serviço em um escritório de projetos estruturais, estando os demais trabalhando em escritório próprio. O profissional com mais tempo de serviço, nos últimos quatro anos, vem trabalhando em escritório na sua própria casa.

Para a pergunta 07, além de projetista de estruturas, exerce outra atividade profissional, 5 (cinco) são professores universitários e 1 (um) administra alugueis e investimentos. Dos demais, 9 (nove), nenhum exerce uma outra atividade.

Para a pergunta 08, realização profissional / pessoal, as respostas foram variadas, sendo mostradas no gráfico (figura 03), conforme itens abaixo:

- a. Com os colegas de trabalho
- b. Com os clientes
- c. Com os projetos realizados
- d. Com os honorários/salários
- e. Com os prazos

- f. Com as concorrências que participou
- g. Com os projetistas parceiros de arquitetura
- h. Com os projetistas parceiros de instalações
- i. Com os projetistas concorrentes
- j. Com os coordenadores de projetos
- k. Com reciclagem do conhecimento
- l. Com o lazer
- m. Com a saúde

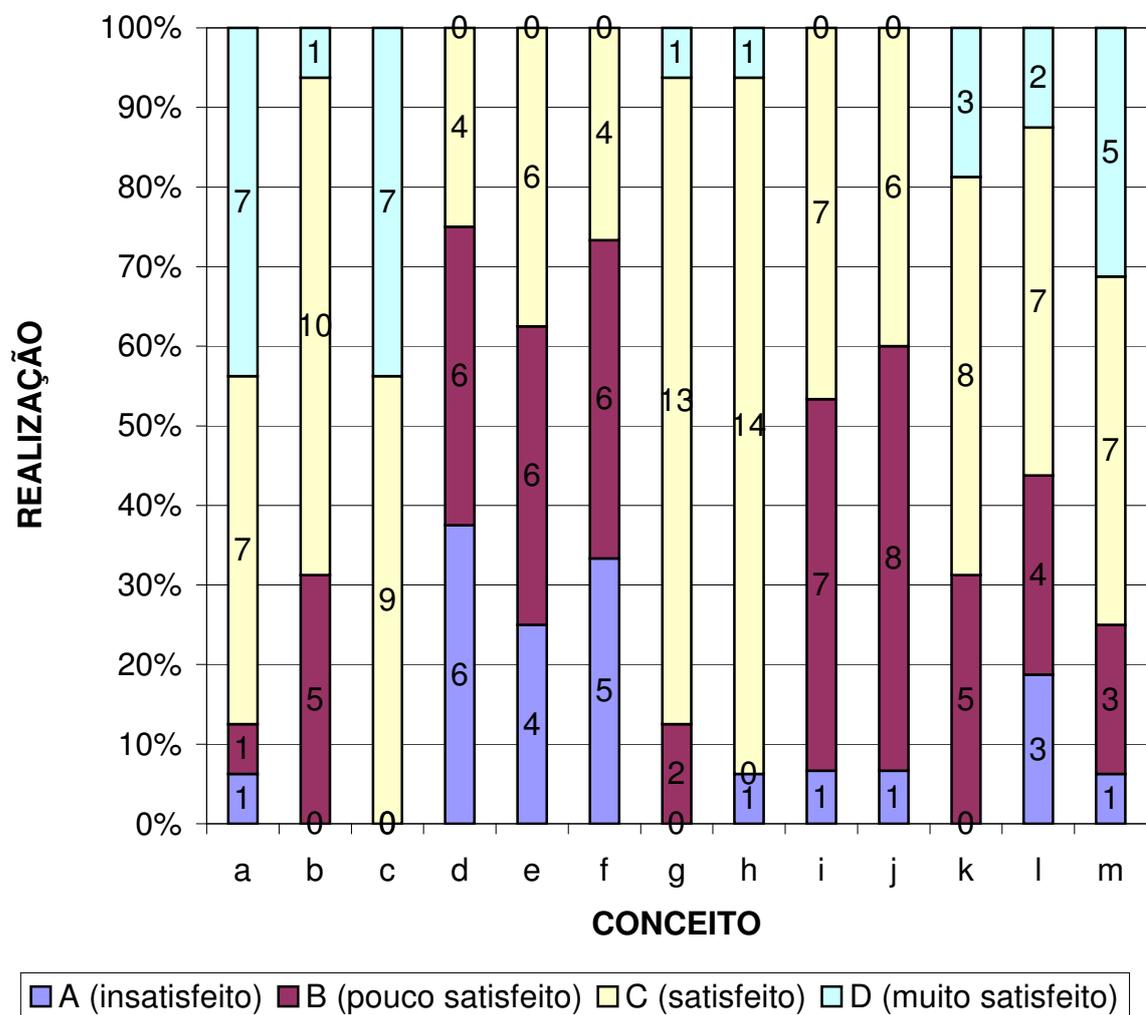


FIGURA 03 - REALIZAÇÃO PROFISSIONAL/PESSOAL

4.2.2 Conhecendo o escritório e o profissional

Para a pergunta 09, qual o tamanho físico do escritório antes do computador e após o computador (computador pessoal na década de 80), o gráfico da figura 04 mostra a situação dos escritórios:

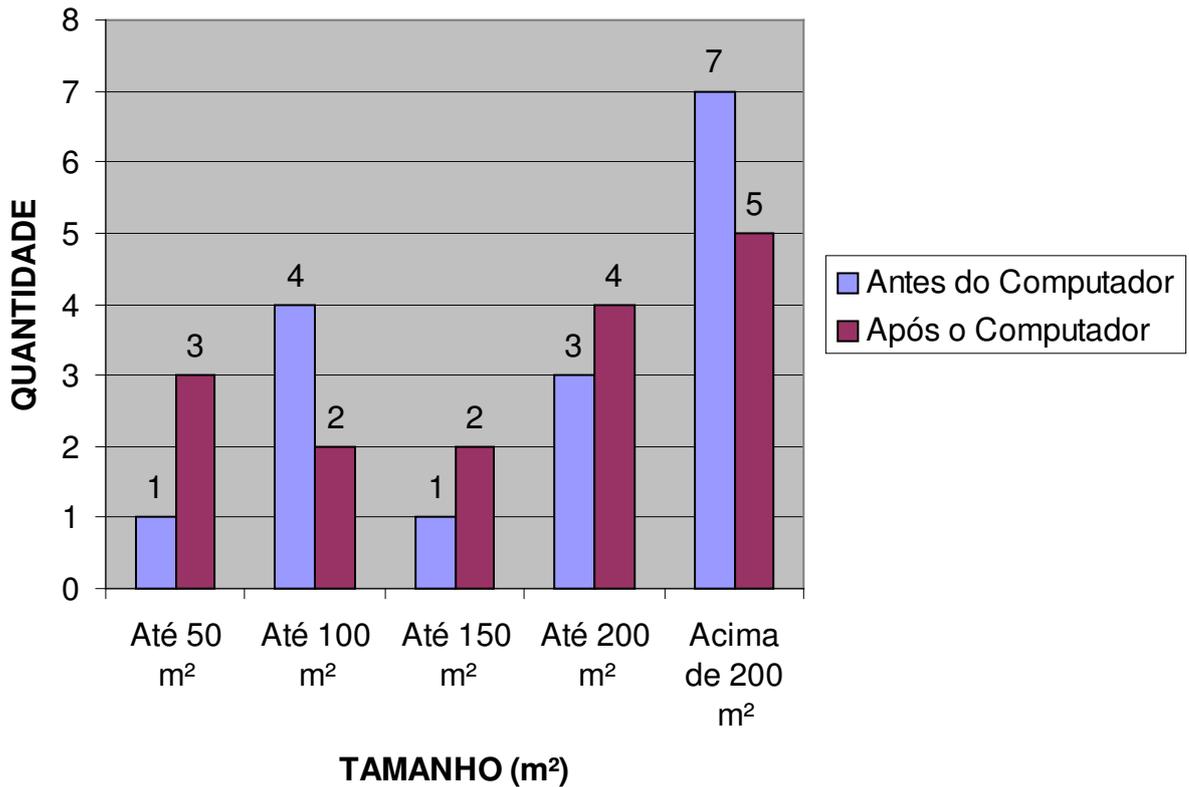


FIGURA 04 - TAMANHO FÍSICO DO ESCRITÓRIO

Para a pergunta 10, equipe técnica, com os itens mostrados abaixo, com resumo nos gráficos (figuras 05 a 10):

- Número de sócios
- Número total de funcionários
- Número de funcionários administrativos
- Número de engenheiros
- Número de desenhistas
- Número de estagiários

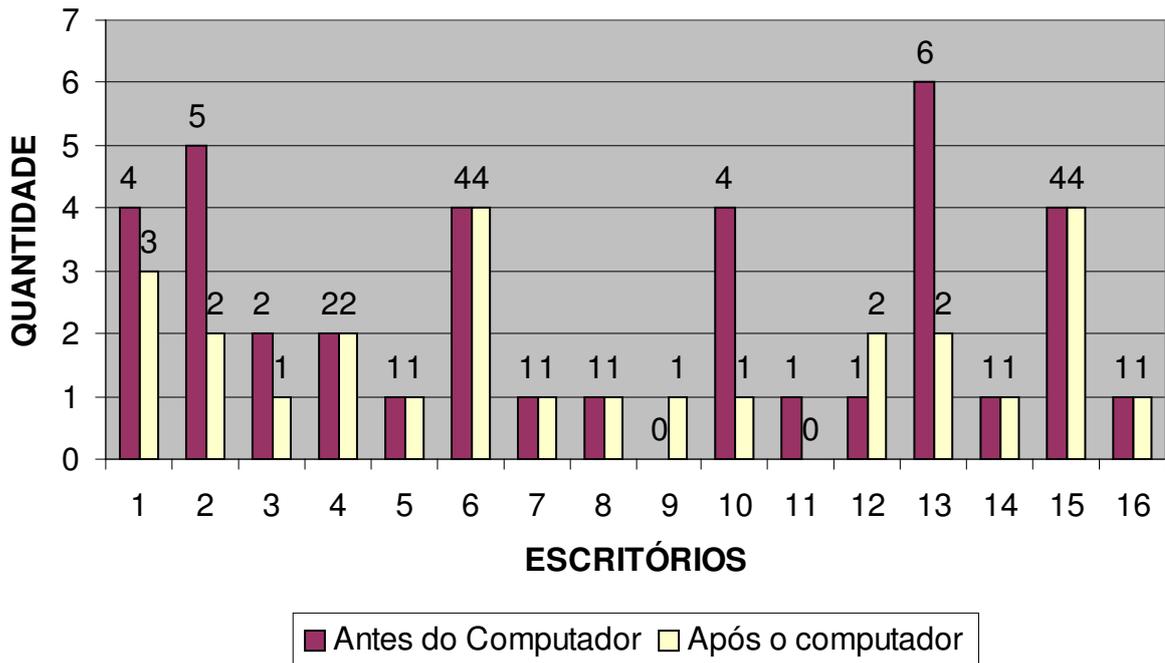


FIGURA 05 - NÚMERO DE SÓCIOS

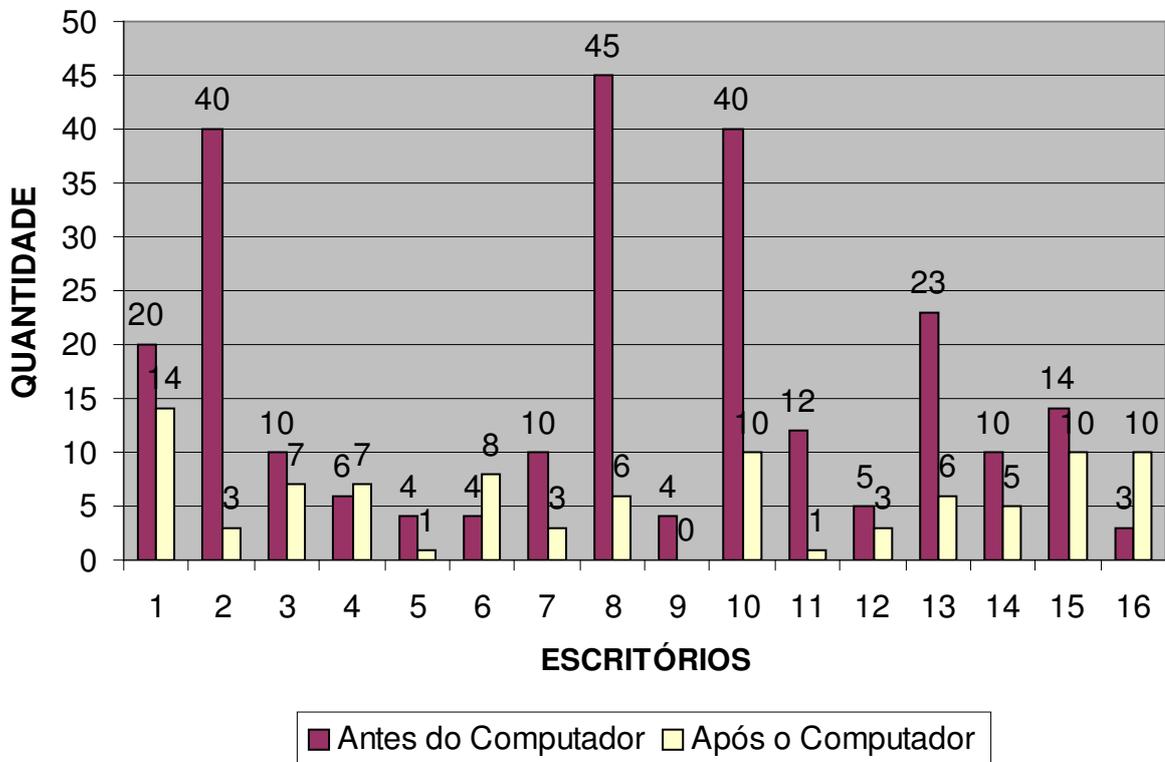


FIGURA 06 - NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS

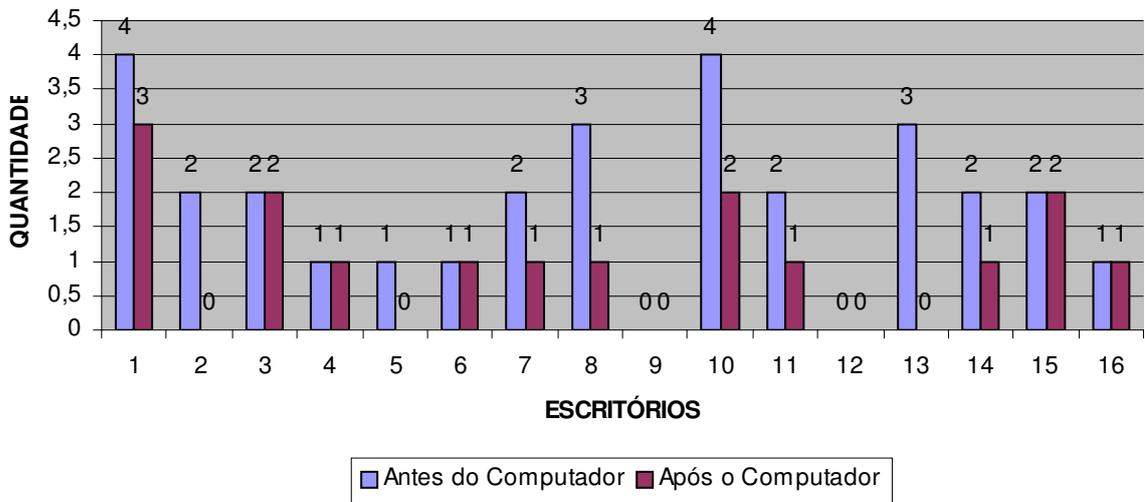


FIGURA 07 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS ADMINISTRATIVOS

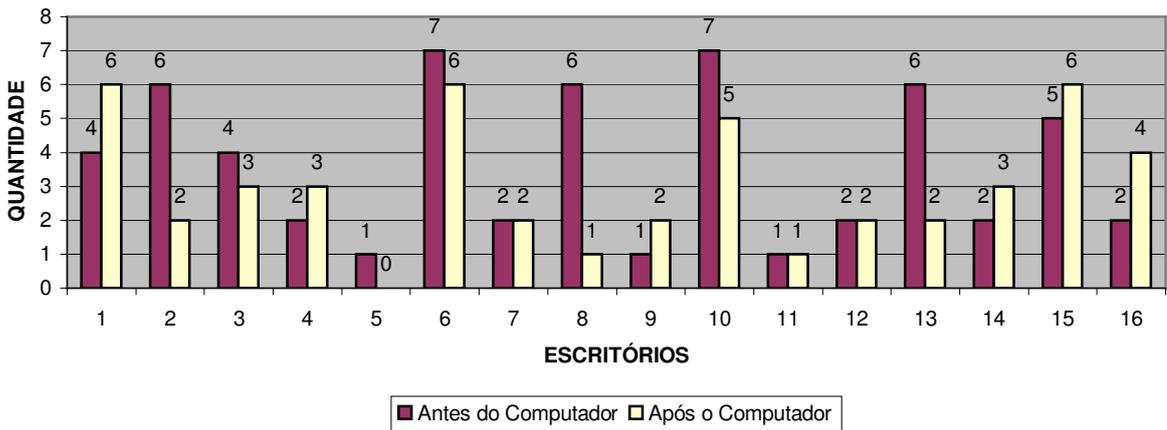


FIGURA 08 - NÚMERO DE ENGENHEIROS

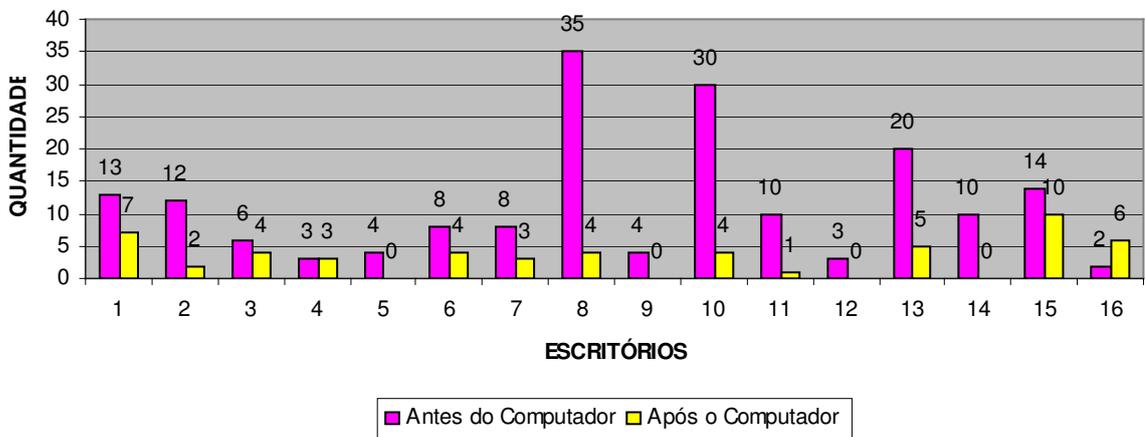


FIGURA 09 - NÚMERO DE DESENHISTAS

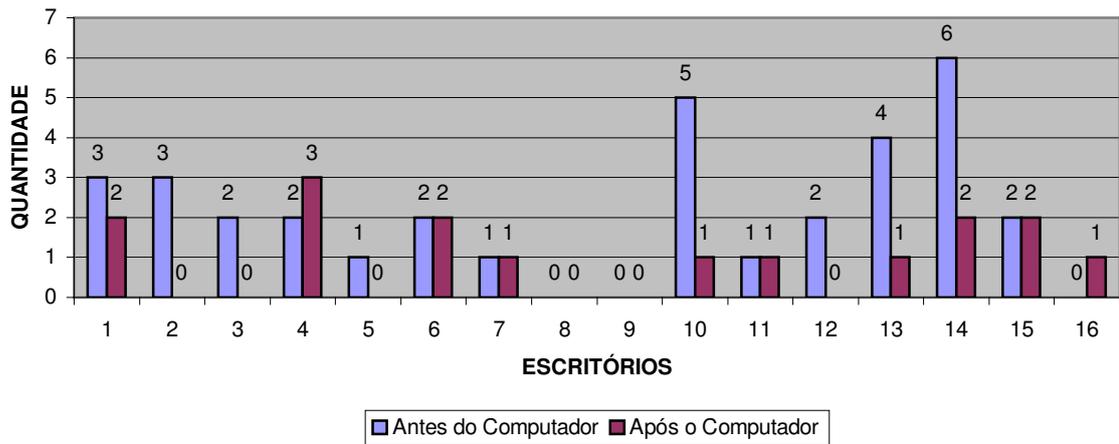


FIGURA 10 - NÚMERO DE ESTAGIÁRIOS

Para a questão 11, segmento de atuação do escritório, com respostas no gráfico (figura 11), abaixo:

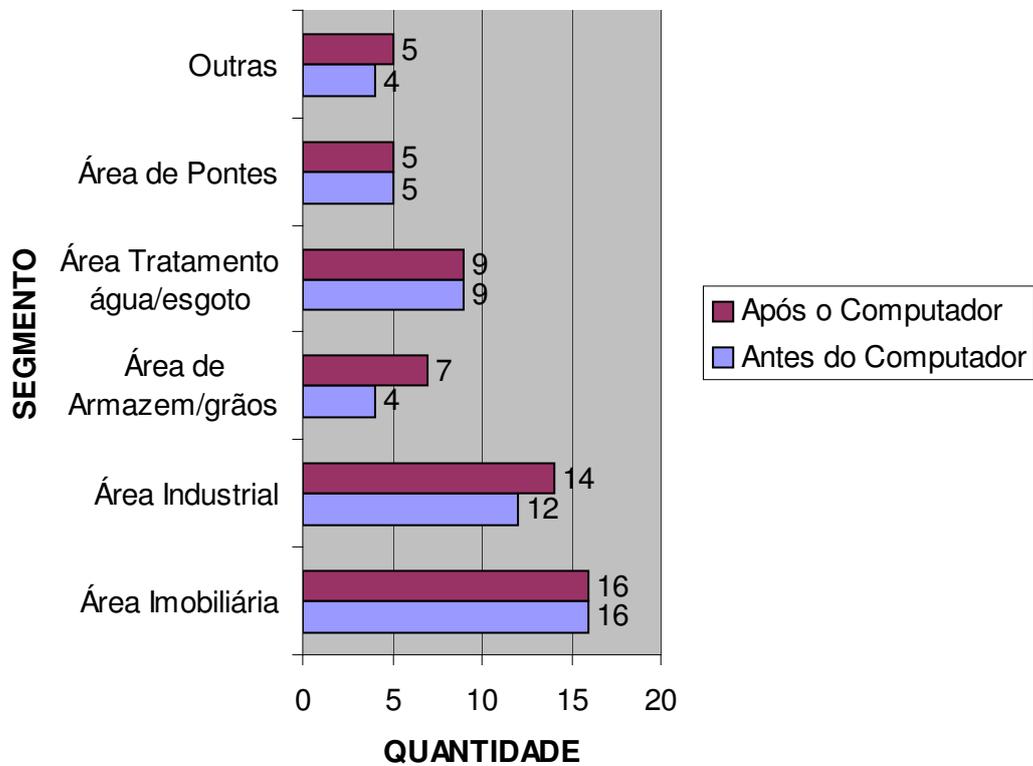


FIGURA 11 – SEGMENTO DE ATUAÇÃO

Para a questão 12, o escritório oferece projetos estruturais em:

- a. Concreto armado
- b. Concreto protendido
- c. Estrutura metálica
- d. Estrutura de madeira
- e. Alvenaria estrutural
- f. Outros

Com respostas tabuladas no gráfico (figura 12):

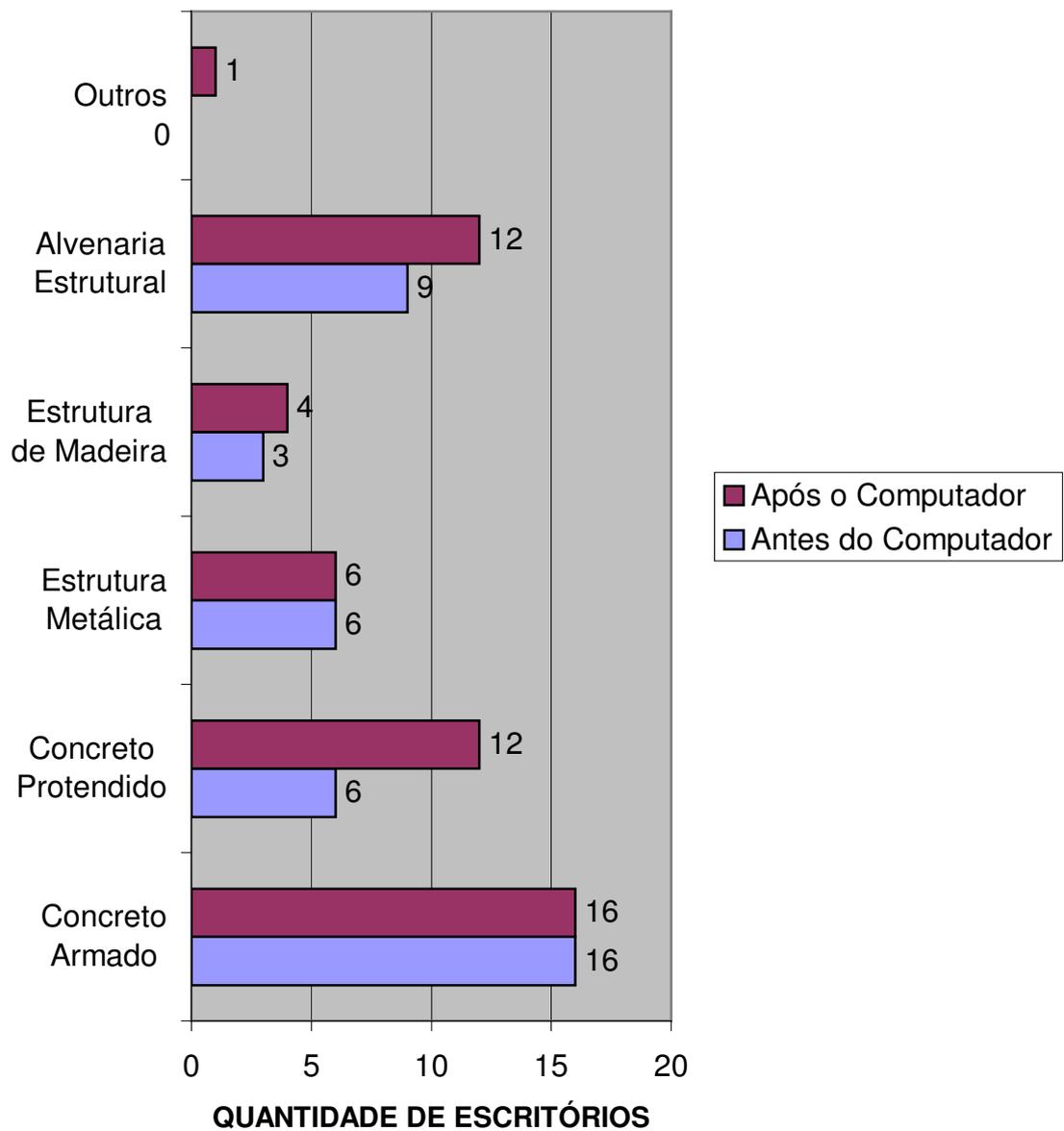


FIGURA 12 - O ESCRITÓRIO OFERECE PROJETOS ESTRUTURAIS EM QUAL SOLUÇÃO

Para a questão 13, o escritório oferece outros serviços além de projetos estruturais, as respostas estão tabuladas no gráfico (figura 13):

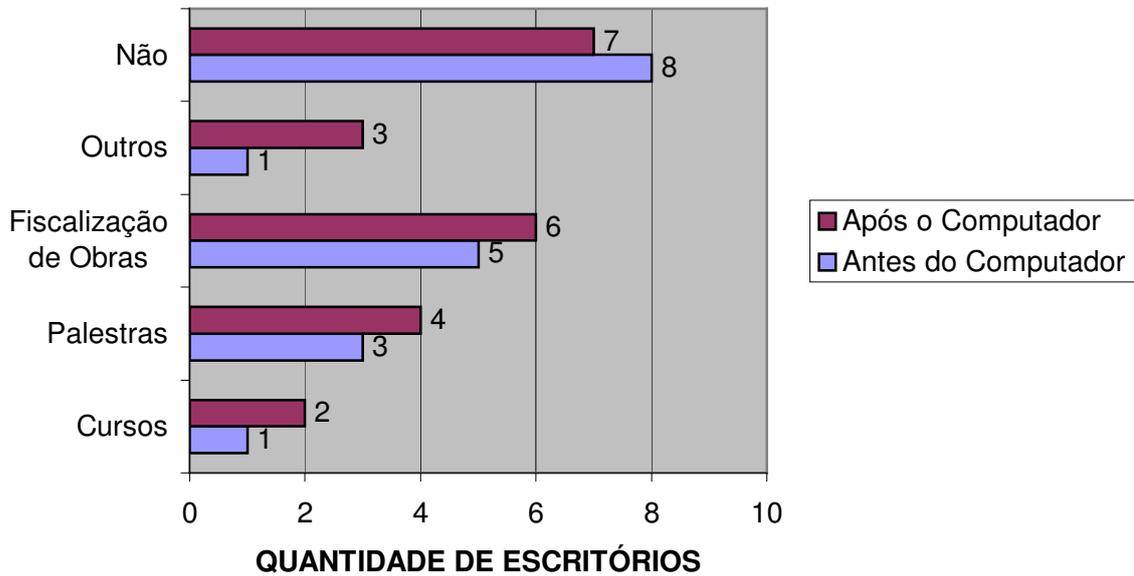


FIGURA 13 - OUTROS SERVIÇOS ALÉM DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Para a pergunta 14, antes do computador se tornar ferramenta indispensável do seu escritório:

- a. Qual máquina programável era utilizada para se fazer os cálculos, com respostas tabuladas no gráfico (figura 14):

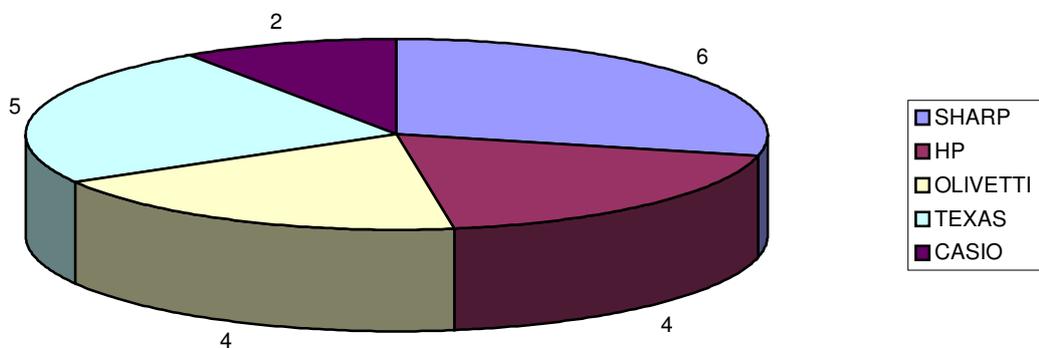


FIGURA 14 - MÁQUINAS PROGRAMÁVEIS MAIS USADAS

b. O detalhamento das armaduras era feito por, com respostas tabuladas no gráfico (figura 15):

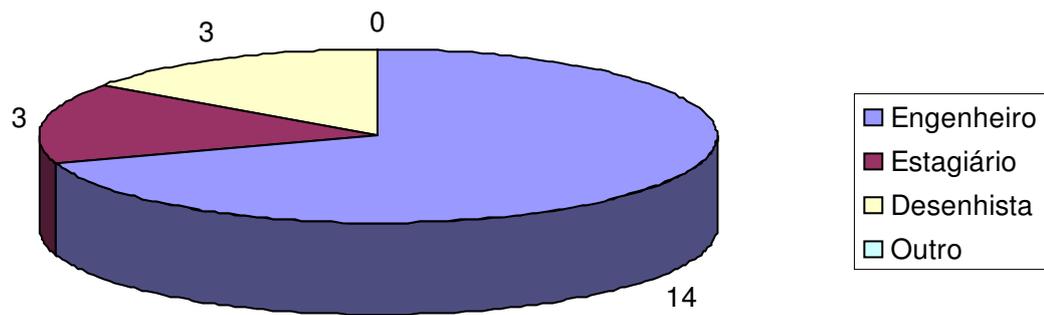


FIGURA 15 – O DETALHAMENTO DAS ARMADURAS ERA FEITO POR QUAL PROFISSIONAL

c. O projeto final era feito por desenhistas em (figura 16):

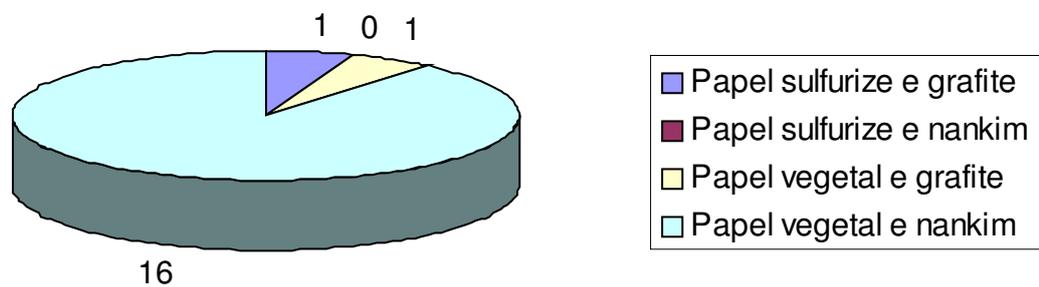


FIGURA 16 – COMO O PROJETO FINAL ERA APRESENTADO AO CLIENTE

Para a pergunta 15, qual o sistema usado em seu escritório para fazer os projetos estruturais, com respostas no gráfico (figura 17):

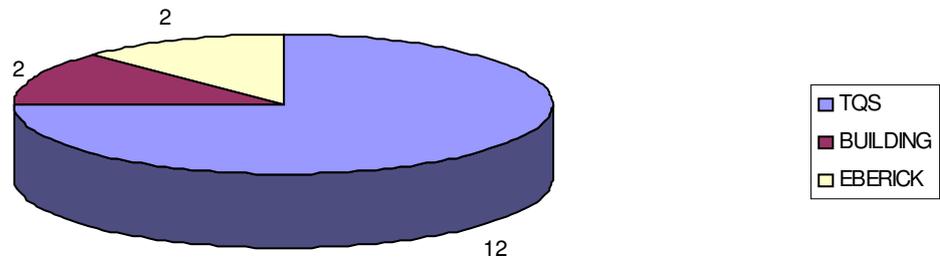


FIGURA 17 - SISTEMA USADO PARA FAZER PROJETOS ESTRUTURAIIS

Para a pergunta 16, o software/sistema usado em seu escritório resolve (figura 18):

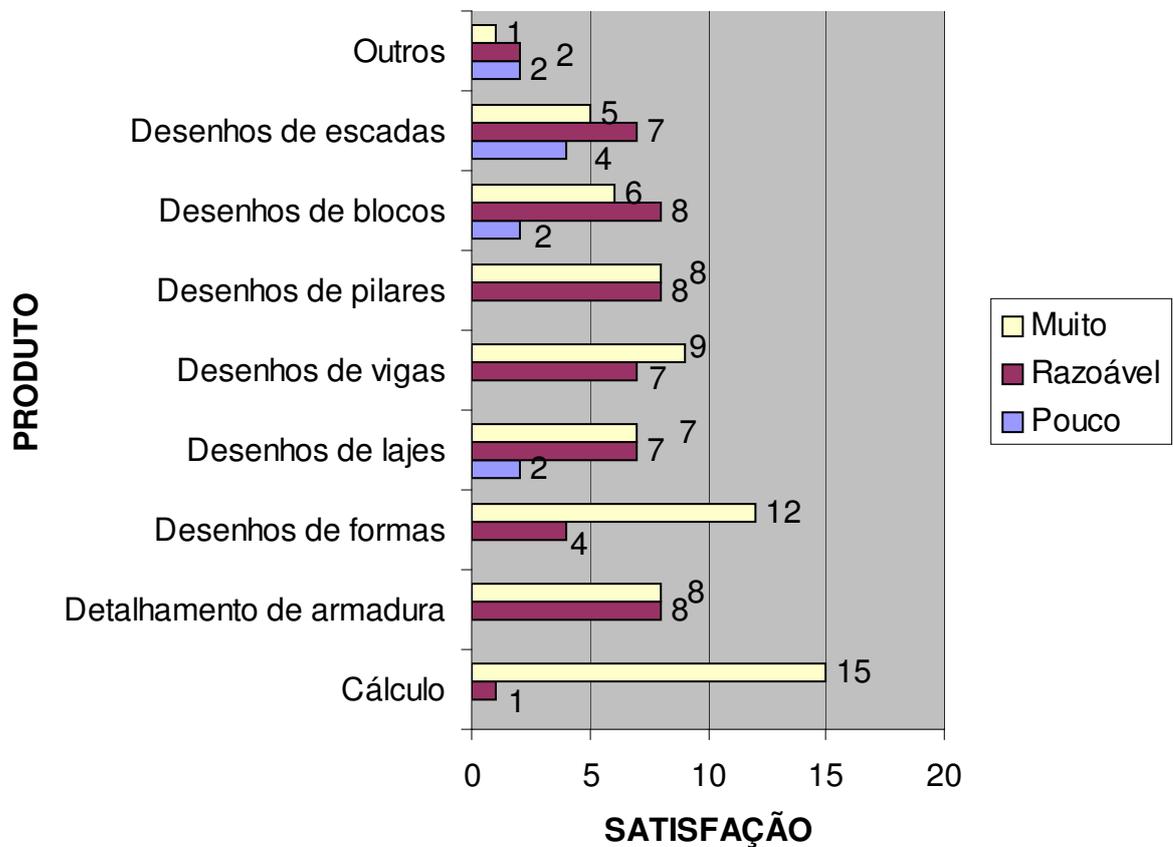


FIGURA 18 – EFICIENCIA DO SISTEMA USADO NAS PARTES DO PROCESSO

Para a pergunta 17, quais equipamentos são usados no escritório, com respostas tabuladas no gráfico da figura 19:

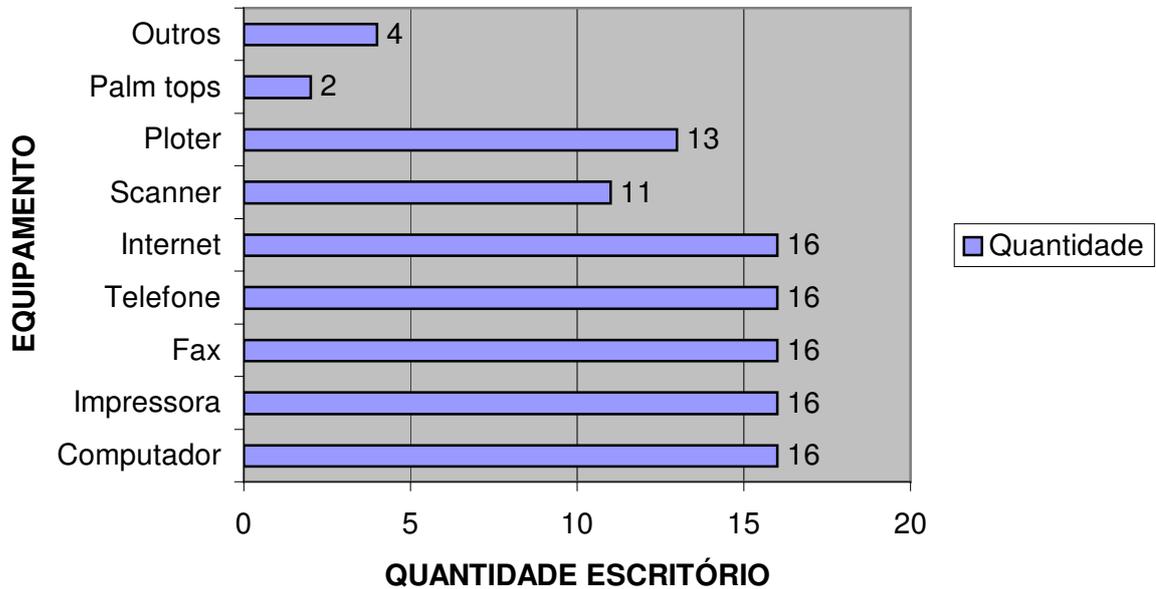


FIGURA 19 – EQUIPAMENTOS USADOS NO ESCRITÓRIO

Para a pergunta 18, a solicitação do serviço é feita, com respostas tabuladas no gráfico (figura 20):

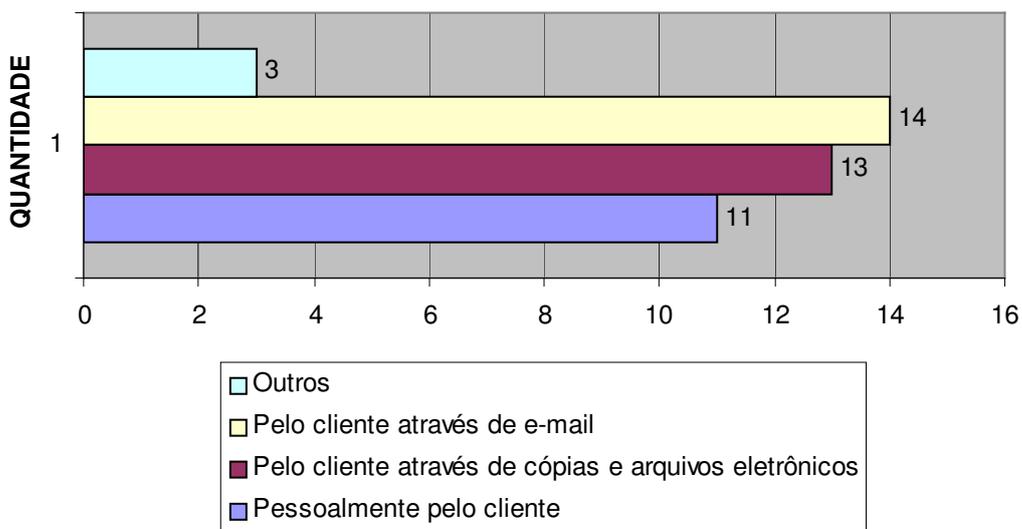


FIGURA 20 – O SERVIÇO É SOLICITADO

Para a pergunta 19, trabalha de forma colaborativa com outros profissionais? Quais? , todos responderam sim e que todos os profissionais que participam do projeto fazem um trabalho colaborativo.

Para a pergunta 20, a comunicação entre os profissionais intervenientes no processo projeto é feita, com respostas no gráfico (figura 21):

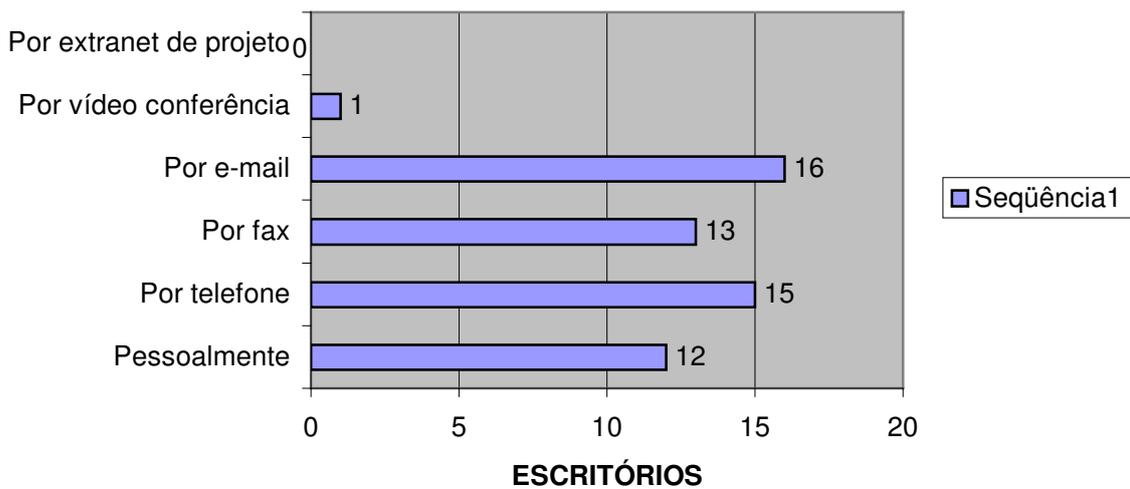


FIGURA 21 – A COMUNICAÇÃO ENTRE OS PROFISSIONAIS INTERVENIENTES NO PROJETO É FEITA

Para a pergunta 21, com o conceito de projetos simultâneos, a participação do projetista de estruturas na concepção inicial do projeto arquitetônico, com as respostas tabuladas no gráfico da figura 22:

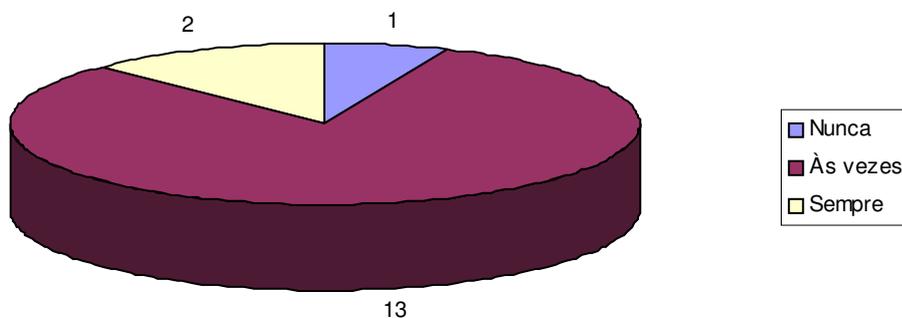


FIGURA 22 – PARTICIPAÇÃO DO PROJETISTA DE ESTRUTURAS NA CONCEPÇÃO INICIAL DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para a pergunta 22, o seu escritório mantém arquivos dos projetos já executados, com respostas tabuladas no gráfico (figura 23):

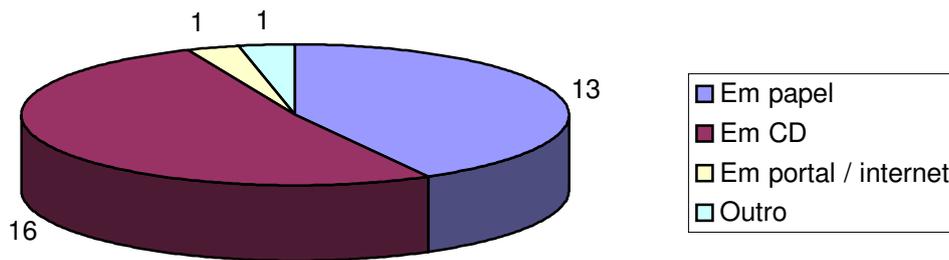


FIGURA 23 – ARQUIVOS DE PROJETOS JÁ EXECUTADOS

Para a pergunta 23, no procedimento de segurança do Sistema são utilizados backup dos arquivos, com respostas no gráfico da figura 24:

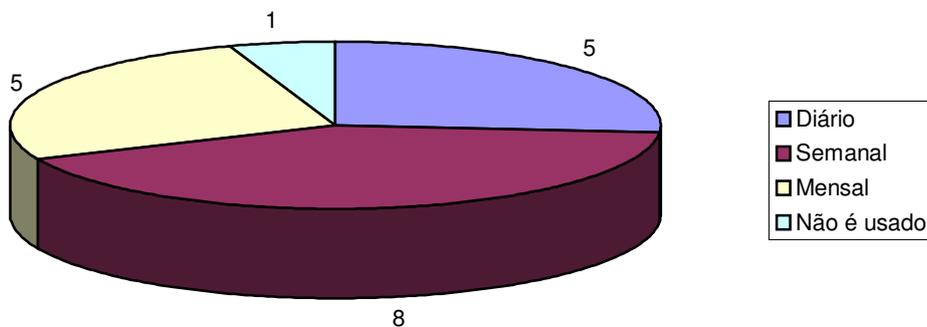


FIGURA 24 – PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA – USO DE BACKUP

Para a pergunta 24, o produto final é entregue para o cliente em, com respostas no gráfico da figura 25:

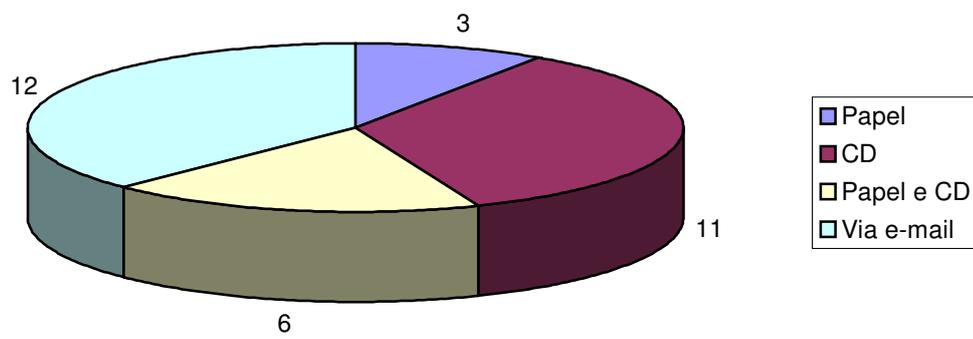


FIGURA 25 – ENTREGA DO PROJETO AO CLIENTE

5 DISCUSSÃO

5.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (SOFTWARES)

As respostas ao questionário da primeira fase desta pesquisa dadas pelos fornecedores dos Sistemas (*Softwares*) satisfizeram o objetivo deste trabalho, visto que o foco foi somente descritivo. As características apresentadas descreveram cada um dos cinco Sistemas (*Softwares*), ficando para o futuro usuário a tarefa de ler e analisar cada característica (qualidade ou não) que venha satisfazer as suas necessidades no que diz respeito a projetos de estruturas. O Sistema (*Software*) que tiver o maior número de características positivas, dentro das necessidades do futuro usuário, poderá vir a ser escolhido, tornando-se então uma ferramenta indispensável no processo projetos de estruturas.

5.2 DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS

As respostas ao questionário da segunda fase desta pesquisa dadas pelos projetistas de estruturas mostraram subsídios para um futuro diagnóstico, tanto do profissional como do escritório e toda sua estrutura.

Em relação ao sexo dos participantes da presente pesquisa pode-se observar que é mais prevalente engenheiro projetista de estruturas de edifícios do sexo masculino, uma vez que dos 16 entrevistados, apenas um é do sexo feminino (pergunta 01).

Constatou-se que os entrevistados (n=16) fizeram a graduação na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba e que somente três fizeram pós-graduação, nível mestrado (pergunta 02). Pode-se dizer que o curso de engenharia civil da UFPR, além de outras especialidades, dava bastante ênfase para estruturas, bem como da necessidade desses profissionais para o mercado de trabalho na Região Metropolitana de Curitiba.

Em relação ao objetivo dos entrevistados, enquanto eram estudantes de Engenharia Civil, um total de 14 relatou a intenção de ser projetista de estruturas, sendo que 03 destes também desejavam seguir a carreira de professor universitário. Somente um entrevistado objetivava ser construtor e um outro seguir carreira não especificada no questionário (pergunta 03).

Em relação ao início da carreira de engenheiro projetista de estruturas (pergunta 04), 12 dos entrevistados relataram terem iniciado em estágio durante o curso de graduação e os demais somente após a conclusão do curso. Os estágios foram fundamentais na carreira dos entrevistados, pois 75% dos mesmos começaram sua carreira desta maneira. Em estágio, o conhecimento é passado para o estudante de maneira lenta e gradual, facilitando o início da profissão.

Para a pergunta 05, a qual questionava o tempo de profissão, a média entre os 16 entrevistados foi de 33,37 anos, sendo o maior com 55 anos de profissão e o menor com 13 anos. Pela média de anos de profissão dos entrevistados, fica claro que ser projetista de estruturas, apesar de todas as dificuldades é uma profissão para toda a vida.

Para a pergunta 06, 15 dos entrevistados responderam trabalhar em escritório próprio e somente um prestando serviço em escritório de projetos estruturais. O profissional com mais tempo de profissão (55 anos), relatou que nos últimos quatro anos tem trabalhado em sua própria residência.

Além da profissão de projetista de estruturas, um total de cinco engenheiros também é professor universitário, mostrando que uma parcela desses profissionais do cálculo estrutural participa da vida acadêmica. Somente um dos entrevistados também desempenha a função de administrador de imóveis e investimentos próprios (pergunta 07), mostrando que a maioria desses profissionais do cálculo estrutural não é muito ligada a negócios e vendas.

Como realização profissional / pessoal (pergunta 08), constatou-se que:

- a. Em relação aos colegas de trabalho, a grande maioria está satisfeita (n=7) e muito satisfeita (n=7) totalizando 87,5% dos entrevistados. Apenas dois responderam estar insatisfeitos e/ou pouco satisfeitos.
- b. Em relação aos clientes, cinco responderam estar pouco satisfeitos; 10 satisfeitos e somente um muito satisfeito.
- c. Em relação aos projetos realizados, um total de nove engenheiros relatou estarem satisfeitos e sete muito satisfeitos. Não houve reclamações quanto aos clientes.
- d. Em relação aos honorários recebidos, seis entrevistados responderam estar insatisfeitos; seis pouco satisfeitos e quatro satisfeitos. A grande maioria não conseguiu se realizar no que diz respeito aos seus honorários.
- e. Em relação aos prazos de entrega dos projetos, 10 estão entre insatisfeitos e pouco satisfeitos. Somente seis relataram estar satisfeitos quanto aos prazos dos projetos.
- f. Em relação às concorrências que participam, também há pouca satisfação. Somente quatro respondentes estão satisfeitos e 11 estão entre insatisfeitos e pouco satisfeitos. O participante que não respondeu é o que presta serviço em um escritório de projetos estruturais e não participa diretamente de concorrências.
- g. Em relação aos parceiros arquitetos, a maioria (n=13) está satisfeita e muito satisfeita (1), sendo que dois estão pouco satisfeitos com os colegas arquitetos.
- h. Em relação aos parceiros de instalações, 14 estão satisfeitos, e um muito satisfeito, sendo que somente dois estão pouco satisfeitos.
- i. Em relação aos concorrentes, um está insatisfeito e sete pouco satisfeitos. A satisfação atinge sete dos entrevistados. O entrevistado que não respondeu é o que presta serviço em escritório de projetos estruturais.
- j. Em relação aos coordenadores de projetos, oito dos entrevistados respondeu estar pouco satisfeitos, um insatisfeito e seis satisfeitos. O

entrevistado que não respondeu é o que presta serviço em escritório de projetos estruturais.

- k. A reciclagem do conhecimento está trazendo satisfação para oito dos entrevistados, e muita satisfação para apenas três. Cinco entre os 16 do grupo, estão pouco satisfeitos.
- l. Em relação ao lazer, sete responderam estar satisfeitos, dois muito satisfeitos, quatro pouco satisfeitos e três insatisfeitos.
- m. A saúde dos projetistas de estruturas causa insatisfação e pouca satisfação para quatro do grupo. Os 12 restantes estão satisfeitos ou muito satisfeitos com a sua saúde.

Com o surgimento do computador (década de 80) e seus *softwares* de projetos estruturais, a rotina nos escritórios de projetos estruturais mudou e continua mudando até os dias atuais. As respostas referentes às perguntas 09 até a 14 estão mostrando o antes e o depois do uso do computador nos escritórios.

Em relação ao tamanho físico do escritório de projetos estruturais (pergunta 09), não houve relato de alterações significativas após a introdução do computador, visto que alguns escritórios diminuíram e outros aumentaram. Enquanto a menor área, até 50 m², teve um aumento de um para três escritórios, a maior área, acima de 200 m², diminuiu de sete para cinco escritórios.

Para a pergunta 10, as equipes técnicas tiveram uma redução maciça após o uso do computador, conforme itens a seguir:

- a. Em todos os escritórios, o número de sócios diminuiu ou se manteve igual ao número anterior ao uso do computador.
- b. Em treze escritórios avaliados, o número de funcionários diminuiu após a introdução do computador. Já em três escritórios este número aumentou.
- c. O número de funcionários administrativos diminuiu em nove escritórios e se manteve nos demais.
- d. O número de engenheiros diminuiu em sete escritórios, aumentou em seis e se manteve em três.
- e. O número de desenhistas se manteve em um escritório, aumentou em outro e, nos demais 14 escritórios este número diminuiu.

- f. Os estagiários também tiveram uma diminuição em seu número. Somente em dois escritórios houve aumento do número de estagiários.

A atuação dos escritórios aumentou após o computador em todos os segmentos, conforme as respostas referentes à pergunta 11.

Em relação às ofertas de projetos estruturais dos escritórios, houve um aumento nas áreas de concreto armado, concreto protendido, estruturas metálicas, estruturas de madeira, alvenaria estrutural e outros. O computador facilitou o trabalho, conforme mostram as respostas da pergunta 12.

Também aumentaram outros serviços ofertados pelos escritórios, além de projetos estruturais, como cursos, palestras, fiscalização de obras e outros.

As respostas referentes à pergunta 14 estão dispostas a seguir:

- a. Antes do computador se tornar ferramenta indispensável dos escritórios, as máquinas programáveis usadas para cálculos eram Sharp, HP, Olivetti, Texas e Casio, sendo a Sharp a mais utilizada em seis escritórios, a Texas em cinco, a HP e a Olivetti em quatro, e a Casio em dois escritórios.
- b. Quanto ao detalhamento da armadura, este era feito pelo próprio engenheiro em 14 escritórios, pelo desenhista em três, e por estagiários em outros três.
- c. O projeto final era feito por todos os 16 escritórios em papel vegetal e nankim. Em dois escritórios também se faziam desenhos utilizando papel sulfureado e grafite e papel vegetal e grafite.

Em relação ao Sistema (*Software*) utilizado para executar os projetos estruturais na atualidade, o Sistema TQS é utilizado em 12 escritórios, o Sistema EBERICK em dois e o Sistema BUILDING em outros dois escritórios. Pelo número de usuários (75% dos entrevistados), ficou evidente que o Sistema TQS é o mais usado sistema para executar projetos de estruturas de edifícios, na visão dos entrevistados.

Para a pergunta 16, com relação ao grau de satisfação (muito, razoável ou pouco) com a utilização do Sistema (*Software*) usado no escritório:

- a. Os cálculos são resolvidos com conceito muito.
- b. As amaduras são detalhadas numa média entre muito e razoável.
- c. Os desenhos de formas são resolvidos em 12 escritórios com conceito muito, e em quatro com conceito razoável.
- d. As lajes são resolvidas em sete escritórios com conceito muito, sete com conceito razoável, e em dois com conceito pouco.
- e. Os desenhos das vigas ficam entre o conceito muito (n=09) e razoável (n=07).
- f. Os desenhos de pilares na média entre muito e razoável.
- g. Os desenhos de blocos de fundação, em dois escritórios o conceito fica em pouco, em oito em razoável, e em seis em muito.
- h. Os desenhos das escadas têm o conceito pouco em quatro escritórios, razoável em sete, e muito em cinco.
- i. Outros desenhos não ficam com soluções muito satisfatórias.

Quando ainda se usavam as máquinas programáveis, os modelos e as soluções estruturais eram mais simples. O computador trouxe possibilidades de estruturas com modelos e soluções mais complexas. Fica claro que os Sistemas (*Softwares*) não resolvem ainda todas as etapas do projeto estrutural de um edifício, de maneira totalmente satisfatória, visto que as respostas obtidas na pesquisa, trazem também conceitos razoáveis.

Para a pergunta 17, a qual questiona os equipamentos utilizados no escritório, todos os entrevistados já usam computador, impressora, fax, telefone e *internet*. O *scanner* é utilizado por 11 escritórios e o *palm top* por somente dois. Conforme é citado no referencial teórico, os escritórios de projetos utilizam tecnologia de informação e comunicação na contratação, execução, segurança, entrega e armazenamento dos seus projetos.

Para a pergunta 18, a qual se refere ao meio de solicitação do serviço pelo cliente, 14 responderam fazer através de *e-mail*, 13 através de cópias e arquivos eletrônicos, 11 solicitam pessoalmente, e três utilizam o telefone.

Para a pergunta 19, todos os escritórios trabalham de forma colaborativa com os profissionais envolvidos no processo projeto, como o arquiteto, o engenheiro da obra; o projetista hidráulico, o projetista eletricitista, o coordenados do projeto, o projetista geotécnico, dentre outros. Os conceitos de projetos simultâneos e de projetos compatibilizados já estão inseridos no cotidiano dos escritórios de projetos estruturais. Todos os intervenientes trabalhando juntos, executando simultaneamente e compatibilizando os projetos, arquitetônico, estrutural, de instalações e de fundação. A compatibilização deve ser feita por um profissional contratado para tal serviço.

A comunicação entre os profissionais intervenientes no projeto (pergunta 20) é realizada por diversos meios, sendo o *e-mail* o mais utilizado, seguido do telefone e do fax. A comunicação pessoalmente é a menos utilizada. O vídeo conferência é usado em apenas um escritório. A extranet de projeto ainda não é utilizada por nenhum dos entrevistados, apesar de ser bastante pesquisada no meio acadêmico científico.

A participação do projetista de estruturas na concepção inicial do projeto arquitetônico (pergunta 21) é significativa, pois 13 dos entrevistados participam sempre desde o início no projeto, dois participam apenas às vezes e somente um nunca participa. Ficaram claro também nestes resultados os conceitos de projeto simultâneo. Conforme mostra o referencial teórico, é no início dos projetos que a influência dos intervenientes é mais acentuada, tanto nos aspectos técnicos como nos aspectos econômicos.

Os projetos já executados são arquivados (pergunta 22) em CD por todos os entrevistados, sendo que destes, 13 também utilizam o arquivamento na forma de papel, o que indica que o arquivamento tradicional ainda é amplamente utilizado nos escritórios de projetos estruturais, mesmo com toda a tecnologia disponível. O papel

arquivado facilita numa possível consulta por telefone, de um projeto em execução, caso em que o engenheiro da obra tenha alguma dúvida de projeto.

Na segurança do Sistema (*Software*) é usado *backup* dos arquivos (pergunta 23) diariamente por cinco entrevistados, semanalmente por oito, mensalmente por cinco. Apenas um entrevistado respondeu não utilizar *backup* dos arquivos. Os escritórios de projetos estruturais não estão utilizando ainda todo o potencial da tecnologia de informação e comunicação disponível, para fazer a segurança dos arquivos dos projetos em seus escritórios.

Em relação à maneira de entrega dos projetos aos clientes (pergunta 24), a mais utilizada é o *e-mail* (n=12), o CD (n=11), o papel e CD (n=6), e somente o papel (n=3). Observa-se que os engenheiros projetistas utilizam mais de uma maneira para executar a entrega do serviço ao cliente e que a tecnologia existente está sendo utilizada.

5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS

O estudo sobre os Sistemas (*Softwares*) existentes no mercado nacional, fornecem um primeiro conjunto de informações visando apoiar a decisão na escolha do Sistema (*Software*) que melhor atenda às necessidades dos projetos estruturais pretendidas pelo novo usuário.

Uma reflexão elaborada sobre cada pergunta e sua respectiva resposta obtida no processo de diagnóstico realizado, constitui novos subsídios para o engenheiro que busca a carreira de projetista de estruturas e queira conhecer um pouco dessa carreira e também da pessoa/profissional que a executa.

6 CONCLUSÃO

6.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (*SOFTWARES*)

As características de cada Sistema (*Software*) mostradas nas tabelas desta pesquisa poderão ajudar na decisão de qual será escolhido, tendo em vista que o futuro usuário deve conhecer as suas necessidades e os projetos que pretende elaborar em seu escritório de projetos estruturais.

Qualquer que seja o Sistema (*Software*) utilizado para o cálculo estrutural em concreto armado, o novo usuário deve estar ciente que o mesmo é apenas uma ferramenta auxiliar de trabalho, uma vez que é o próprio engenheiro quem projeta as estruturas. Sendo assim, o engenheiro deve ter conhecimento sólido sobre estruturas e também sobre grandezas numéricas, para que possa aceitar ou não um determinado esforço (número) da planilha de cálculo ou um determinado detalhe de armadura da solução estrutural fornecida pelo Sistema (*Software*).

6.2 DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIIS

Os engenheiros e seus respectivos escritórios de projetos estruturais que fizeram parte desta pesquisa foram escolhidos pelo grande número de trabalhos realizados na Região Metropolitana de Curitiba, por suas experiências em grandes projetos e pela vida acadêmica de uma grande parte, ao longo desses anos, juntamente com o pesquisador. Foram solicitados 16 profissionais e todos responderam à pesquisa.

Os profissionais entrevistados que executam projetos estruturais, na Região Metropolitana de Curitiba, de acordo com as respostas ao questionário desta pesquisa, têm o seguinte perfil:

- São do sexo masculino (93,73% dos entrevistados);
- São engenheiros civis graduados na UFPR (100% dos entrevistados);
- Quando eram estudantes, já desejavam/pretendiam ser projetistas de estruturas;

- Iniciaram a profissão estagiando em escritórios de projetos de estruturas;
- Trabalham em escritórios próprios;
- Trabalham com projetos estruturais desde a graduação, sendo que o profissional mais velho apresenta 55 anos de profissão;
- São professores universitários (31,25% dos entrevistados);
- Não estão muito satisfeitos com a profissão de um modo geral, mas continuam a exercê-la com fidelidade.

Comparando os escritórios de projetos estruturais, antes e após o surgimento do computador (década de 80), constatou-se que:

- O tamanho da equipe técnica diminuiu;
- As áreas de atuação dos escritórios aumentaram nos diversos segmentos;
- A oferta de projetos estruturais aumentou em todas as modalidades;
- A diversificação dos serviços, além de projetos estruturais, também aumentou;
- Todos os entrevistados utilizam um Sistema (*Software*) para a elaboração dos cálculos e dos desenhos das estruturas;
- O Sistema (*Software*) mais utilizado é o TQS (75% dos entrevistados);
- Apesar dos avançados tecnológicos dos Sistemas (*Softwares*), os mesmos não resolvem com total satisfação todos os passos no processo de projeto, sendo que as etapas de cálculo e análise dos resultados são completamente realizadas pelo Sistema (*Software*), mas o detalhamento não;
- Os escritórios utilizam a Tecnologia de Informação e Comunicação, de acordo com seus equipamentos e usos no cotidiano, mostrando que em seus projetos está agregada a tecnologia;
- Conceitos de Projetos Simultâneos e Projetos Compatibilizados já fazem parte do cotidiano dos escritórios de projetos estruturais;
- A extranet de projeto existe, mas não é ainda utilizada por nenhum dos escritórios.

6.3 SUBSÍDIOS PARA O FUTURO NEGÓCIO

A escolha do Sistema (*Software*) a ser utilizado no escritório é singular, pessoal e de difícil decisão, visto que somente o engenheiro saberá de suas necessidades nos projetos estruturais do seu futuro negócio, quando já estiver inserido no contexto do mesmo. Não se deve esquecer também que além das características de cada Sistema (*Software*), que são fundamentais, outro fator que vai pesar na sua aquisição é o seu custo de implantação e manutenção.

Conforme levantamento feito neste trabalho, 75% dos entrevistados utilizam em seus escritórios de projetos estruturais o Sistema (*Software*) TQS, 12,5% o Sistema (*Software*) EBERICK e 12,5% o Sistema (*Software*) BUILDING. Tais números podem ser subsídios para ajudar na escolha do Sistema (*Software*) a ser adquirido.

Os escritórios antes e depois do computador pessoal diminuíram, tanto fisicamente como na quantidade de profissionais. Hoje os escritórios são menores, com poucos desenhistas, pois quase tudo é executado pelo Sistema (*Software*). A Internet também trouxe mudanças significativas, proporcionando para a informação e comunicação grande avanço. Com a Tecnologia de Informação e Comunicação os escritórios podem trabalhar *on line* quando desejarem.

6.4 TRABALHOS FUTUROS

Ampliar o estudo para profissionais com menor tempo de profissão, selecionados via CREA, por exemplo, e assim traçar um perfil mais abrangente do profissional e do escritório na Região Metropolitana de Curitiba.

Ampliar o estudo para profissionais de outras regiões e outras cidades, com o mesmo objetivo.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, V. Construção em bom português. **Téchne**. São Paulo, n.14, p.27-31, jan.-fev. 1995.
- ALBANESE, R. Team-building process: key to better project results. **Journal of Management in Engineering**, v. 10, n. 6, Nov./Dec., 1994, p. 36-44.
- ARAÚJO, C. S.; MENDES, L. A. G.; TOLEDO, L. B. Modelagem do desenvolvimento de produtos: caso EMBRAER – experiência e lições aprendidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. 2001, n.3, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: NeDIP–CTC/UFSC, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1995
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2003
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6123: Forças devido ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980
- ASSUMPÇÃO, J. F. P.; FUGAZZA, A. E. C. Coordenação de projetos de edifícios: um sistema para programação e controle do fluxo de atividades do processo de projetos. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA E QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2000, Recife. **Anais...** 2000, Recife.
- AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; LI, B.; WASKETT, P. Analytical Design Planning Technique: a model of the detailed building design process. In: **Design Studies**, Maio, 1999. v.20, n.3, p.279-296.
- BAÍA, J. L. **Sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto: aplicação ao caso dos escritórios de arquitetura**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARLOW, J. *et al.* **Partnering: revealing the realities in the construction industry**. The Policy Press, Bristol, 1997.
- BROWN, S. A. **Communication in the design process**. Spon Press, London, 2001. 176 p.
- CALDAS, C. H. S.; SOIBELMAN, L. Avaliação da logística de informação em processos inter-organizacionais na construção civil. In: Simpósio Brasileiro de

Gestão de Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRS, 2001. p.11.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. A importância do Estabelecimento de parcerias Construtora-Projetistas para a Qualidade na Construção de Edifícios. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC): Qualidade no Processo Construtivo, 1998, Florianópolis, SC. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC): Qualidade no Processo Construtivo, 1998. v. 2. p. 453-460.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Impactos da tecnologia da informação nos conhecimentos e métodos projetuais. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL - Oportunidades e Futuro. 2002, Curitiba-PR. **Anais...** 2002.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Desafios para integração do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos - SP. **Anais...** 2001.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S.B. Projeto Simultâneo e a Qualidade ao Longo do Ciclo de Vida do Edifício. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: Modernidade e Sustentabilidade, 2000, Salvador. **Anais em CDROM:** UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, Salvador, 2000.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios.** 308 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Fatores de competitividade e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 2003, Gramado. **Anais...** Gramado: LOPP/PPGEP/UFRGS, 2003. p. 1 – 9.

FONTOURA, P. S.; SCHEER, S.; WILLE, S. A. C. A contribuição das extranets para a disseminação de informações de projetos: um estudo de caso em contratos do tipo EPC. In: Simpósio Brasileiro / Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção, 2005, Porto Alegre. **Anais do IV SIBRAGEC e I ELAGEC:** Inclusão na América Latina: Inclusão e Modernização. Porto Alegre: ANTAC, 2005. v.1, p.1-9.

GIANDON, A. C.; SCHEER, S.; MENDES JUNIOR, R. Gerenciamento Eletrônico de Documentos no Processo de Projetos de Edifícios. In: Workshop Nacional sobre Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. **Anais do Workshop Nacional sobre Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.** São Paulo: EESC / USP, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil.** 2 ed. Editora Pini, São Paulo, 1986.

GRAY, C.; HUGHES, W. **Building design management**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. 177 p.

GRILO, L. M., CALMON, J. L. N. Avaliação qualitativa do impacto dos problemas com origem nos projetos no processo construtivo In: II Congresso Internacional de Tecnologia e Gestão da Qualidade na Construção Civil – CITQUACIL. **Anais...** 2000, Recife.

GRILO, L. M., CALMON, J. L. N. Qualidade no desenvolvimento de projetos segundo a percepção dos intervenientes. **Engenharia e Construção**. Curitiba, v. 54, p.21-8, 2001.

GRILO, L. M., MELHADO, S. B. Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na construção de edifícios In: III Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto. **Anais...** 2003, Belo Horizonte.

GRILO, L. M.; MELHADO, S.B. A coordenação de projetos estrangeiros em edifícios de grande porte e o impacto no desempenho do empreendimento: estudo de caso em São Paulo - SP. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais...** ANTAC/PCC-USP, 2004.

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P. E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. ; Fernandes Hachich. **Téchne**, n.1, p.32-4, nov/dez 1992.

HINO, M.; MELHADO, S. B. Melhoria da Qualidade do projeto de empreendimentos habitacionais de interesse social utilizando o conceito de desempenho. In: Tecnologia e Gestão na produção de edifícios: soluções para o terceiro milênio. **Anais...** São Paulo, 1998.

HUOVILA, P.; KOSKELA, L.; LAUTANALA, M. Fast or concurrent: the art of getting construction improved. **Lean Construction**, Santiago, p.143-60, 1994.

JOUINI, S.; MILDLER C. **Crise de la demande et stratégies d'offres innovantes dans le secteur du bâtiment**. Paris, Plan Urbanisme Construction Architecture / Chantier, 2000.

LAUDON, k. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. Tradução: Dalton Conde de Alencar. 4ª ed. Editora LTC. Rio de Janeiro, 1999.

LAURINDO, F. J. B. **Estudo sobre o impacto da estruturação da Tecnologia da Informação na organização e administração das empresas**. São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LOVE, P. E. D.; MC SPORRAN, C.; TUCKER, S. N. The application of information technology by australian contractor: toward process re-engineering. In: **A Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)**, Victoria, 1998.

MAGALHÃES, L. E. R.; ORQUIZA, L. M. **Metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos**. 1. ed. Curitiba: Gráfica e Editora Oficina do Impresso, 2002.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. 294 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Tradução de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho e Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991, 179p.

MICALI, J. F. M. **Um modelo para a integração da indústria da Construção Civil**, São Paulo, 2000. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MOURA, D.; OLIVEIRA, R. Mudanças organizacionais frente à evolução do processo de projeto de edificações. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Qualidade no processo construtivo. Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. v. 1, p. 199-205.

NASCIMENTO, L. A. ; SANTOS, E. T. A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil. In: I WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EESC USP / Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2001. v.1.

NASCIMENTO, L. A. ; SANTOS, E. T. O Fenômeno da Sobrecarga de Informações em Equipes de Projeto. In: Workshop Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Belo Horizonte, MG, 2003. **Anais...** 2003.

NOBRE, S. **Gerência de Projetos**. Universidade Paulista, São Paulo, 1999.

NOVAES, C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios In: I WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EESC USP / Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2001. v.1.

OLIVEIRA, M. **Um método para a obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes**, Porto Alegre, 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo, 1993. v.2, p.426. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PICORAL, R. Método de gerência de documento, uma contribuição na atividade de coordenação de projetos. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2002. **Anais...** Paraná, 2002.

PICORAL, R.; SOLANO, R. O uso da extranet na Coordenação de Projetos: Aplicação em estudo de caso. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos - SP. **Anais...** 2001.

REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

REZENDE, D. A.; ABREU, A. F.; PEREIRA, R. O. Geração de informações oportunas ou conhecimento para auxiliar nos processos decisórios empresariais das organizações que utilizam Tecnologia da Informação. In: I Congresso de lógica aplicada à tecnologia – LAPTEC. **Anais...** São Paulo, 2000.

ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. A Importância da Modelagem do Processo de Projeto para o Desenvolvimento Integrado de Edificações. In: I WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EESC USP / Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2001. v.1.

SCHEER, S.; MENDES JUNIOR, R.; GIANDON, A. C.; ZAMPARONI, R. Gerenciamento Eletrônico de Documentos: uma aplicação na indústria da construção civil. In: 4^o. Seminário Internacional de Gestão do Conhecimento/Gestão de Documentos. **Anais...** Curitiba, 2001.

SCHMITT, C. M.; GUERRERO, J. M. C. N.; BORDIN, L. Processo de projeto de obras de edificação - a extranet como geradora de ambiente integrado. In: Gestão do processo de concepção e projeto de empreendimentos de construção de edifícios, 2001, São Carlos. **Anais do Workshop Gestão do Processo de Concepção re Projeto de empreendimentos de Construção de Edifícios**, 2001.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. **Gestão do processo de projeto de edificações**. 1^a ed. São Paulo. O Nome da Rosa, 2003. 181 p.

SILVA, F. B.; CARDOSO, F. F. Diagnóstico da Logística na Construção de Edifícios. In: Congresso Latino Americano: Diagnóstico e gestão da produção de Edifícios – Soluções para o terceiro milênio. **Anais...** São Paulo, 1998.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3^a ed. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SILVA, M. V. M. F. P.; NOVAES, C. C. Considerações sobre o uso da T I na coordenação de projetos de edificações. In: II Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2005.

SINDICATO DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos 1994**. Curitiba, 2005.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C. H. S. O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte-americano. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: Modernidade e Sustentabilidade, 2000, Salvador. **Anais em CDROM**: UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, Salvador, 2000.

SOLANO, R.; PICORAL, R. Coordenação de projetos na construção civil - subsetor edificações: a análise dos procedimentos de uma empresa especializada. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos - SP. **Anais...** 2001.

TOLEDO, R.; ABREU, A.; JUNGLES, A. E. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da Construção Civil. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade. **Anais...** UFBA/UNEB/UEFS/ENTAC, Salvador, 2000.

TROPE, A. **Organização virtual: impactos de teletrabalho nas organizações**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 1999. 120 p.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Porto Alegre, 1999. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – MODELO DE PROPOSTA PARA PROJETO ESTRUTURAL

**APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DAS
CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (*SOFTWARES*)**

**APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO PARA DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE
PROJETOS ESTRUTURAIS**

APÊNDICE 1 – MODELO DE PROPOSTA PARA PROJETO ESTRUTURAL

 Curitiba, _____

Proposta nº _____

À _____

Prezado senhor,

Em atendimento à solicitação de V. Sa., apresentamos nossa proposta para a elaboração do projeto estrutural em concreto armado para o

Edifício _____ .

ESCOPO DOS SERVIÇOS

Desenvolver, segundo as normas da ABNT e conforme o projeto arquitetônico, o projeto estrutural em concreto armado para a obra citada.

O projeto estrutural será desenvolvido a partir dos seguintes elementos:

- Projeto Arquitetônico;
- Levantamento Plano Altimétrico do terreno;
- Laudo da sondagem Geotécnica do terreno;
- Reuniões de compatibilização com o arquiteto e com os demais projetistas envolvidos no projeto.

O projeto estrutural será apresentado nas seguintes formas:

- Planta de locação dos pilares, com respectivas cargas no nível da fundação;
- Pranchas das formas, contendo cortes, seções, detalhes, relações quantitativas de materiais, especificações dos materiais e notas explicativas quanto à execução da estrutura;
- Pranchas contendo o detalhamento das armaduras e tabelas de aço de todos os elementos estruturais: blocos de fundação, vigas de equilíbrio, vigas de amarração, vigas baldrames, vigas dos diversos pisos, lajes e pilares;
- Tabela com o resumo quantitativo dos materiais empregados no projeto estrutural;
- Um CD contendo os arquivos DWG e PLT das pranchas de desenho do projeto estrutural e relatório indicando o conteúdo de cada arquivo.

PRAZOS PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ESTRUTURAL

- Locação e Cargas na fundação: _____
- Formas dos pavimentos: _____
- Projeto completo: _____

HONORÁRIOS

Os honorários do projeto citado totalizam a importância de **R\$** _____ (_____), a serem pagos nas seguintes condições:

OBSERVAÇÕES

- Visitas técnicas terão o custo de R\$150,00/hora;
- A sondagem do solo e o projeto de fundação deverão ser feitos por profissionais especialistas da área de fundação, não fazendo parte do nosso escopo;
- Não constam também neste escopo, projetos de muros de arrimo;
- Esta proposta tem validade de trinta dias a contar da presente data.

CONDIÇÕES GERAIS

1. As despesas com cópias, serviços de plotagens e disquetes/CD que se fizerem necessárias para a elaboração do serviço, bem como uma cópia física do projeto estrutural para o nosso arquivamento, serão por conta da contratante;
2. Eventuais alterações do projeto ou deste escopo, que resultem em retrabalhos, implicarão em custos, previamente apresentados para a aprovação do contratante;
3. Caso não seja elaborado documento contratual específico, a aprovação da presente proposta consistirá na assinatura em uma de suas vias, a nos ser devolvida e que terá valor legal para todos os fins e efeitos;
4. Fica eleito o foro de CURITIBA-PR, para dirimir quaisquer dúvidas não previstas nesta proposta.

Escritório de Projetos Estruturais

Autorizamos o Escritório de Projetos de Estruturas, a elaborar o(s) serviço(s) definido(s) na presente proposta.
Em ____/____/____ .

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS (SOFTWARES)

1. Quem são os usuários do sistema?
2. Qual a formação mínima necessária para o usuário do sistema?
3. Qual a configuração mínima necessária do hardware para um bom desempenho do sistema?
4. O sistema é apresentado em uma única versão ou em várias versões?
5. Descreva cada versão do sistema.
6. Qual a linguagem que o software foi desenvolvido?
7. Qual a confiabilidade do sistema?
8. O sistema já está configurado com a norma de concreto armado NBR 6118:2003?
9. Como é feita a validação dos resultados processados?
10. O sistema possui manual completo de todas as suas interfaces?
11. O sistema permite que o usuário interfira nos critérios de projeto?
12. Existe suporte técnico para o usuário do sistema?
13. O que o sistema resolve?
14. O sistema permite integração com outros sistemas?
15. Em que ambiente o sistema permite trabalhar: Windows, Linux, ...?
16. Quais modelos de pisos (para obtenção de esforços nos pavimentos) que o sistema permite: viga contínua, grelha e ou pórtico espacial?
17. Quais tipos de análise o sistema permite: linear, linear com redistribuição, plástica e não linear?
18. Caso o sistema só efetue análise linear, como são considerados os efeitos globais de segunda ordem?
19. O sistema leva em conta o efeito localizado de segunda ordem (pilar parede)?
20. O sistema permite a edição de desenho?
21. De que maneira é realizada essa edição?
22. O sistema leva em conta a deformação lenta no cálculo dos deslocamentos?
23. O sistema leva em conta os efeitos da temperatura e retração?
24. O sistema elabora memoriais de cálculo?
25. O sistema apresenta resumos quantitativos dos materiais usados na estrutura?

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO PARA DIAGNÓSTICO DOS ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS

1. Conhecendo a pessoa

1. Identificação	
a. Nome:	
b. Sexo: masculino () feminino ()	
c. Estado civil: solteiro () casado () separado () viúvo ()	
d. Cidade:	
e. Endereço eletrônico:	

2. Formação Profissional	
a. Curso:	
b. Graduação: Ano () Instituição ()	
c. Mestrado: Ano () Instituição ()	
d. Doutorado: Ano () Instituição ()	

3. Ainda estudante de engenharia, qual era o seu objetivo profissional?	
a. Ser projetista de estruturas	()
b. Ser construtor	()
c. Ser incorporados	()
d. Ser professor universitário	()
e. Outros	()

4. Como iniciou na profissão	
a. Em estágio durante o curso	()
b. Em escritório próprio	()
c. Contratado após a graduação	()
d. Contratado após a especialização/pós graduação	()

5. Tempo de profissão: () Anos

6. Local de trabalho	
a. Contratado	()
b. Escritório próprio	()
c. Trabalha em casa	()
d. Prestador de serviço	()

7. Além de projetista de estruturas, exerce outra atividade profissional?	
a. Sim () Qual?	
b. Não ()	

8. Realização profissional	
(A) insatisfeito (B) pouco satisfeito (C) satisfeito (D) muito satisfeito	
n. Com os colegas de trabalho	(A) (B) (C) (D)
o. Com os clientes	(A) (B) (C) (D)
p. Com os projetos realizados	(A) (B) (C) (D)
q. Com os honorários/salários	(A) (B) (C) (D)
r. Com os prazos	(A) (B) (C) (D)
s. Com as concorrências que participou	(A) (B) (C) (D)
t. Com os projetistas parceiros de arquitetura	(A) (B) (C) (D)
u. Com os projetistas parceiros de instalações	(A) (B) (C) (D)
v. Com os projetistas concorrentes	(A) (B) (C) (D)

w. Com os coordenadores de projetos	(A) (B) (C) (D)
x. Com reciclagem do conhecimento	(A) (B) (C) (D)
y. Com o lazer	(A) (B) (C) (D)
z. Com a saúde	(A) (B) (C) (D)

2. Conhecendo o escritório e o profissional

9. Tamanho físico do escritório / local de trabalho		
	Antes do computador	Após o computador
a. Até 50 m ²	()	()
b. Até 100 m ²	()	()
c. Até 150 m ²	()	()
d. Até 200 m ²	()	()
e. Acima de 200 m ²	()	()

10. Equipe técnica		
	Antes do computador	Após o computador
g. Número de sócios	()	()
h. Núm total de funcionários	()	()
i. Núm de funcio adminis	()	()
j. Núm de engenheiros	()	()
k. Num de desenhistas	()	()
l. Núm de estagiários	()	()
m. Outros	()	()

11. Segmento de atuação		
	Antes do computador	Após o computador
a. Área imobiliária	()	()
b. Área industrial	()	()
c. Área de armazem/grãos	()	()
d. Área tratamento água/esgoto	()	()
e. Área pontes	()	()
f. Outra	()	()

12. O escritório oferece projetos estruturais em:		
	Antes do computador	Após o computador
a. Concreto armado	()	()
b. Concreto protendido	()	()
c. Estrutura metálica	()	()
d. Estrutura de madeira	()	()
e. Alvenaria estrutural	()	()
f. Outros	()	()

13. O escritório oferece outros serviços além de projetos estruturais		
	Antes do computador	Após o computador
a. Cursos	()	()
b. Palestras	()	()
c. Fiscalização de obras	()	()
d. Outros	()	()
e. Não	()	()

14. Antes do computador se tornar ferramenta indispensável do seu escritório,	
a. Qual máquina programável era usada para os cálculos estruturais de rotina e quantas eram usadas?	
Máquina/Modelo:	
Quantidade	()
b. O detalhamento das armaduras era feito por:	
Engenheiro	()
Estagiário	()
Desenhista	()
Outro	()
c. O projeto final (desenho) era feito por desenhistas em:	
Papel sulfureado e grafite	()
Papel sulfureado e nankim	()
Papel vegetal e grafite	()
Papel vegetal e nankim	()

15. Qual é o software/sistema usado em seu escritório para fazer os projetos estruturais das obras?

16. O software/sistema usado em seu escritório resolve:			
	Pouco	Razoável	Muito
a. Cálculos:	()	()	()
b. Detalhamentos de armaduras:	()	()	()
c. Desenhos de formas:	()	()	()
d. Desenhos de lajes:	()	()	()
e. Desenhos de vigas:	()	()	()
f. Desenhos de pilares:	()	()	()
g. Desenhos de blocos:	()	()	()
h. Desenhos de escadas:	()	()	()
i. Outros:	()	()	()

17. Quais os equipamentos usados no seu escritório?	
a. Computador	()
b. Impressora	()
c. Fax	()
d. Telefone	()
e. Internet	()
f. Scanner	()
g. Ploter	()
h. Palm tops	()
i. Outros	()

18. A solicitação do serviço é feita:	
a. Pessoalmente pelo cliente	()
b. Pelo cliente através de cópias e arquivos eletrônicos	()
c. Pelo cliente através de e-mail	()
d. Outros:	()

19. Trabalha de forma colaborativa com outros profissionais? Quais?	
a. Sim ():	
	Arquit (); Eng Obra (); Eng Hid (); Eng Elet(); Eng Mec(); Coordenador de projeto (); Eng Geotécnico ()
b. Não ()	

20. A comunicação entre os profissionais intervenientes no processo projeto é feita:
a. Pessoalmente ()
b. Telefone ()
c. Fax ()
d. e-mail ()
e. vídeo conferencia ()
f. extranet de projeto ()

21. Com o conceito de projetos simultâneos, a participação do projetista de estruturas na concepção inicial do projeto arquitetônico, acontece:
a. Nunca ()
b. Às vezes ()
c. Sempre ()

22. O seu escritório mantém arquivo dos projetos já executados? Como?
a. Sim
Em papel (); Em CD (); Em portal / internet (); Outro ()
b. Não

23. No procedimento de segurança do Sistema é utilizado backup dos arquivos?
a. Diário ()
b. Semanal ()
c. Mensal ()
d. Não é usado ()

24. O produto final é entregue para o cliente em:
a. Papel ()
b. CD ()
c. Papel e CD ()
d. Via e-mail ()

ANEXO

ANEXO 1 - PLANILHA DOS DADOS COLETADOS

ANEXO 1 - PLANILHA DOS DADOS COLETADOS

1. Conhecendo a pessoa

1. Identificação
f. Nome:
g. Sexo: masculino (15) feminino (1)
h. Estado civil: solteiro () casado (14) separado (2) viúvo ()
i. Cidade:
j. Endereço eletrônico:

2. Formação Profissional
e. Curso: Engenharia Civil
f. Graduação: Ano () Instituição ()
g. Mestrado: Ano () Instituição ()
h. Doutorado: Ano () Instituição ()

3. Ainda estudante de engenharia, qual era o seu objetivo profissional?
f. Ser projetista de estruturas (14)
g. Ser construtor (1)
h. Ser incorporados ()
i. Ser professor universitário (3) : também
j. Outros (1)

4. Como iniciou na profissão
e. Em estágio durante o curso (12)
f. Em escritório próprio ()
g. Contratado após a graduação (4)
h. Contratado após a especialização/pós graduação ()

5. Tempo de profissão: (entre 13 e 55) Anos

6. Local de trabalho
e. Contratado (1)
f. Escritório próprio (14)
g. Trabalha em casa (1)
h. Prestador de serviço ()

7. Além de projetista de estruturas, exerce outra atividade profissional?
c. Sim () Qual?
d. Não ()

8. Realização profissional
(A) insatisfeito (B) pouco satisfeito (C) satisfeito (D) muito satisfeito
aa. Com os colegas de trabalho (A) (B) (C) (D)
bb. Com os clientes (A) (B) (C) (D)
cc. Com os projetos realizados (A) (B) (C) (D)
dd. Com os honorários/salários (A) (B) (C) (D)
ee. Com os prazos (A) (B) (C) (D)
ff. Com as concorrências que participou (A) (B) (C) (D)
gg. Com os projetistas parceiros de arquitetura (A) (B) (C) (D)
hh. Com os projetistas parceiros de instalações (A) (B) (C) (D)
ii. Com os projetistas concorrentes (A) (B) (C) (D)
jj. Com os coordenadores de projetos (A) (B) (C) (D)
kk. Com reciclagem do conhecimento (A) (B) (C) (D)

II. Com o lazer	(A) (B) (C) (D)
mm.	

	A (insatisfeito)	B (pouco satisfeito)	C (satisfeito)	D (muito satisfeito)
a	1	1	7	7
b	0	5	10	1
c	0	0	9	7
d	6	6	4	0
e	4	6	6	0
f	5	6	4	0
g	0	2	13	1
h	1	0	14	1
i	1	7	7	0
j	1	8	6	0
k	0	5	8	3
l	3	4	7	2
m	1	3	7	5

3. Conhecendo o escritório e o profissional

9. Tamanho físico do escritório / local de trabalho		
	Antes do computador	Após o computador
f. Até 50 m ²	(1)	(3)
g. Até 100 m ²	(4)	(2)
h. Até 150 m ²	(1)	(2)
i. Até 200 m ²	(3)	(4)
j. Acima de 200 m ²	(7)	(5)

10. Equipe técnica		
	Antes do computador	Após o computador
n. Número de sócios	()	()
o. Num total de funcionários	()	()
p. Num de funcio adminis	()	()
q. Num de engenheiros	()	()
r. Num de desenhistas	()	()
s. Num de estagiários	()	()
t. Outros	()	()

Questionário	Antes do Computador	Após o computador	Antes do Computador	Após o Computador	Antes do Computador	Após o Computador
1	4	3	20	14	4	3
2	5	2	40	3	2	0
3	2	1	10	7	2	2
4	2	2	6	7	1	1
5	1	1	4	1	1	0
6	4	4	4	8	1	1
7	1	1	10	3	2	1
8	1	1	45	6	3	1
9	0	1	4	0	0	0
10	4	1	40	10	4	2
11	1	0	12	1	2	1
12	1	2	5	3	0	0

13	6	2	23	6	3	0
14	1	1	10	5	2	1
15	4	4	14	10	2	2
16	1	1	3	10	1	1
Antes do Computador	Após o Computador	Antes do Computador	Após o Computador	Antes do Computador	Após o Computador	
4	6	13	7	3	2	
6	2	12	2	3	0	
4	3	6	4	2	0	
2	3	3	3	2	3	
1	0	4	0	1	0	
7	6	8	4	2	2	
2	2	8	3	1	1	
6	1	35	4	0	0	
1	2	4	0	0	0	
7	5	30	4	5	1	
1	1	10	1	1	1	
2	2	3	0	2	0	
6	2	20	5	4	1	
2	3	10	0	6	2	
5	6	14	10	2	2	
2	4	2	6	0	1	

11. Segmento de atuação		
	Antes do computador	Após o computador
g. Área imobiliária	(16)	(16)
h. Área industrial	(12)	(12)
i. Área de armazem/grãos	(4)	(7)
j. Área tratamento água/esgoto	(9)	(9)
k. Área pontes	(5)	(5)
l. Outra	(4)	(5)

12. O escritório oferece projetos estruturais em:		
	Antes do computador	Após o computador
g. Concreto armado	(16)	(16)
h. Concreto protendido	(12)	(14)
i. Estrutura metálica	(4)	(7)
j. Estrutura de madeira	(9)	(9)
k. Alvenaria estrutural	(5)	(5)
l. Outros	(4)	(5)

13. O escritório oferece outros serviços além de projetos estruturais		
	Antes do computador	Após o computador
f. Cursos	(1)	(2)
g. Palestras	(3)	(4)
h. Fiscalização de obras	(5)	(6)
i. Outros	(1)	(3)
j. Não	(8)	(7)

14. Antes do computador se tornar ferramenta indispensável do seu escritório,	
d. Qual máquina programável era usada para os cálculos estruturais de rotina e quantas eram usadas?	
Máquina/Modelo:	
Quantidade	()
e. O detalhamento das armaduras era feito por:	
Engenheiro	()
Estagiário	()
Desenhista	()
Outro	()
f. O projeto final (desenho) era feito por desenhistas em:	
Papel sulfureado e grafite	()
Papel sulfureado e nankim	()
Papel vegetal e grafite	()
Papel vegetal e nankim	()

SHARP	6
HP	4
OLIVETTI	4
TEXAS	5
CASIO	2

Engenheiro	14
Estagiário	3
Desenhista	3
Outro	0

Papel sulfureado e grafite	1
Papel sulfureado e nankim	0
Papel vegetal e grafite	1
Papel vegetal e nankim	16

15. Qual é o software/sistema usado em seu escritório para fazer os projetos estruturais das obras?

TQS	12
BUILDING	2
EBERICK	2

16. O software/sistema usado em seu escritório resolve:				
		Pouco	Razoável	Muito
j.	Cálculos:	(-)	(1)	(15)
k.	Detalhamentos de armaduras:	(-)	(8)	(8)
l.	Desenhos de formas:	(-)	(4)	(12)
m.	Desenhos de lajes:	(2)	(7)	(7)
n.	Desenhos de vigas:	(-)	(7)	(9)
o.	Desenhos de pilares:	(-)	(8)	(8)
p.	Desenhos de blocos:	(2)	(8)	(6)
q.	Desenhos de escadas:	(4)	(7)	(5)
r.	Outros:	(2)	(2)	(1)

17. Quais os equipamentos usados no seu escritório?	
j. Computador	(16)
k. Impressora	(16)
l. Fax	(16)
m. Telefone	(16)
n. Internet	(16)
o. Scanner	(11)
p. Ploter	(13)
q. Palm tops	(2)
r. Outros	(4)

18. A solicitação do serviço é feita:	
e. Pessoalmente pelo cliente	(11)
f. Pelo cliente através de cópias e arquivos eletrônicos	(13)
g. Pelo cliente através de e-mail	(14)
h. Outros:	(3)

19. Trabalha de forma colaborativa com outros profissionais? Quais?	
c. Sim ():	
Arquit (); Eng Obra (); Eng Hid (); Eng Elet(); Eng Mec(); Coordenador de projeto (); Eng Geotécnico ()	
d. Não ()	

20. A comunicação entre os profissionais intervenientes no processo projeto é feita:	
g. Pessoalmente	(12)
h. Telefone	(15)
i. Fax	(13)
j. e-mail	(16)
k. vídeo conferencia	(1)
l. extranet de projeto	(0)

21. Com o conceito de projetos simultâneos, a participação do projetista de estruturas na concepção inicial do projeto arquitetônico, acontece:	
d. Nunca	(1)
e. Às vezes	(13)
f. Sempre	(2)

22. O seu escritório mantém arquivo dos projetos já executados? Como?	
c. Sim	
Em papel (13); Em CD (16); Em portal / internet (1); Outro (1)	
d. Não	

23. No procedimento de segurança do Sistema é utilizado backup dos arquivos?	
e. Diário	(5)
f. Semanal	(8)
g. Mensal	(5)
h. Não é usado	(1)

24. O produto final é entregue para o cliente em:	
e. Papel	(3)
f. CD	(11)
g. Papel e CD	(6)
h. Via e-mail	(12)