

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Herton Ferreira Cabral Junior

Proposta de um sistema para controle de obra

Trabalho de Graduação
2013

Civil

Herton Ferreira Cabral Junior

Proposta de um sistema para controle de obra

Orientadora

Prof. Dra. Maryangela Geimba Lima (ITA)

Engenharia Civil-Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**Divisão de Informação e Documentação**

CABRAL JUNIOR, Herton Ferreira

Proposta de um sistema para controle de obra / Herton Ferreira Cabral Junior.

São José dos Campos-SP, 2013.

76f.

Trabalho de Graduação – Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2013.

Orientadora: Prof. Dra. Maryangela Geimba Lima.

1. Introdução 2. Industrialização da Construção Civil 3. Materiais e métodos 4. Análise 5.

Considerações finais I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CABRAL JUNIOR, Herton Ferreira. **Proposta de um sistema para controle de obra**. 2013. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos-SP.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Herton Ferreira Cabral Junior

TÍTULO DO TRABALHO: Proposta de um sistema para controle de obra

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2013

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Herton Ferreira Cabral Junior

Av. Litorânea, 2040 – Aphaville

CEP 61760-905 – Fortaleza – CE

PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DE OBRA

Esta publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação


Herton Ferreira Cabral Junior
Autor


Prof. Dra. Maryangela Geimba Lima (ITA)
Orientadora


Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos-SP, 26 de novembro de 2013.

Dedico este trabalho aos meus pais,
meus irmãos, minha família
e meus amigos que me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Herton e Francisca, que jamais pouparam esforços para me proporcionar condições para superar meus desafios.

A todos que me ajudaram nesta conquista.

Aos personagens aparentemente figurantes, mas que tiveram, têm ou ainda terão presença importantíssima em minha vida: Bell Marques, Durvalino, compadre Washington e a galera do Axé Music; “Rubinho da Ragazzo”; Chaves; Serginho Mallandro (RÁ!); Xuxa; Faustão; Jô; Ronaldo; Renato Aragão; Aviões e a galera do Forró; meus gatos-véis; parceiros de bar; a cordeira do trio elétrico e todas essas pessoas importantes, que contribuem para a minha vida ser o que ela é.

Por fim, mas não menos importantes, aos poucos que não me atrapalharam quando tiveram oportunidade, pois muito ajuda quem não atrapalha!

“No dia que a universidade me deu um diploma e uma ciência que estava longe de carregar
no cérebro. Confesso que me senti ao mesmo tempo enganado e orgulhoso”

Machado de Assis

RESUMO

A proposta consiste no desenvolvimento um sistema automatizado utilizando uma composição de tecnologias para monitoramento com iButton, um algoritmo BI (Business Intelligence) e smartphones. O produto desta combinação de tecnologias é a geração automática da folha de pagamento da produção e da readequação do cronograma, além da melhoria do controle e eficiência da produção, produtividade e qualidade no canteiro de obras.

Palavras-chave: Medição de desempenho, controle, qualidade, produtividade, iButton, smartphone.

ABSTRACT

The proposal is to develop an automated system using a composition of technologies for monitoring with iButton, an algorithm BI (Business Intelligence) and smartphones. The product of this combination of technologies is the automatic generation of payroll production and readjusting the schedule, in addition to improving the control and production efficiency, productivity and quality in construction site.

Keywords: Performance measurement, control, quality, productivity, iButton, smartphone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lançamentos Residenciais em mil unidades no município de São Paulo.....	14
Figura 2 – Método de pesquisa.....	17
Figura 3 – Processo de controle de produtividade.....	20
Figura 4 – Processo de controle de qualidade	21
Figura 5 – Total de artigos distribuídos pelo objetivo, área de aplicação e área do conhecimento.....	24
Figura 6 – Processo tradicional de construção	25
Figura 7 – Processo baseado na Lean Construction	25
Figura 8 – Modelo misto do processo de inovação tecnológica.....	27
Figura 9 – Ciclo de atividades	30
Figura 10 – Exemplos de base de transmissão de dados (à esquerda uma com interface USB e à direita uma com interface GPRS)	32
Figura 11 – iButton aberto.....	35
Figura 12 – Dispositivo de transferência de dados do iButton para computador.....	36
Figura 13 – Exemplo de bastão de uso em ronda de segurança	37
Figura 14 – Esquema de uma base de transmissão de dados com interface USB.....	39
Figura 15 – Exemplo de uma base de transmissão de dados com interface GPRS.....	40
Figura 16 – Exemplo de chaveiro com iButton.....	41
Figura 18 – Modelo Canvas.....	43
Figura 18 – Exemplo de marketing de construtoras	45
Figura 19 – Evolução do nível de atividade efetivo em relação ao usual	48
Figura 20 – Principais problemas enfrentados pela indústria da construção.....	49
Figura 21 – Cinco Forças de Michael Porter.....	51
Figura 22 – Modelo de mensuração de Fluxo de Caixa	57
Figura 23 – Conceito de VPL	59
Figura 24 – Ilustração Gráfica da TIR.....	61
Figura 25 – Demonstrações Financeiras.....	64
Figura 26 – Etapas de Cálculo do EBITDA	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dicionário de Dados da Figura 3	20
Tabela 2 – Dicionário de Dados da Figura 4	21
Tabela 3 – Vantagens e desvantagens do sistema tradicional	47
Tabela 4 – Vantagens e desvantagens do sistema proposto	47
Tabela 5 – Oportunidades e Ameaças	50
Tabela 6 – Pontos Fortes e Pontos Fracos	53
Tabela 7 – Matiz SWOT.....	54
Tabela 8 – Cálculo do número de equipes impactadas por ano.....	55
Tabela 9 – Emprego formal na Construção Civil	55
Tabela 10 – Lista de equipamentos necessários	55
Tabela 11 – Custos de desenvolvimento do programa proposto	56
Tabela 12 – Equipe de manutenção	56
Tabela 13 – Fluxo de Caixa dos seis últimos meses projetados (mil R\$)	57
Tabela 14 – DRE do primeiro ano.....	58
Tabela 15 – Como se calcula o EBITDA	65

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BI – Business Intelligence

BIM – Building Information Model ou Building Information Modeling

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados

CE - Ceará

CECOMPI – Centro Para a Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista

CNI – Confederação Nacional da Indústria

DRE – Demonstração do Resultado do Exercício

EBITDA – Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation And Amortization

FC – Fluxo de Caixa

FVS – Ficha de Verificação de Serviço

GPRS – General Packet Radio Service

IPO – Initial Public Offering

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SECOVI – Sindicato das empresas de Compra, Venda e Administração de Imóveis

SINDUSCON – Sindicato da Construção

SP – São Paulo

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats

TG – Trabalho de Graduação

TI – Tecnologia da Informação

TIR – Taxa Interna de retorno

USB – Universal Serial Bus

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	Introdução	13
1.1	Justificação e motivação	14
1.2	Campo de aplicação do trabalho	15
1.3	Objetivos gerais.....	16
1.4	Objetivos específicos	16
1.5	Metodologia de investigação.....	17
2	Industrialização da Construção Civil.....	19
2.1	Como o processo de controle da produção acontece hoje nas obras "convencionais" ..	19
2.2	Aplicações da Tecnologia de Informação na Indústria da Construção Civil	22
2.3	Lean Construction	25
3	Materiais e métodos	27
3.1	Método	27
3.1.1	Processo de pesquisa	28
3.1.2	Observação direta	28
3.1.3	Análise documental	28
3.1.4	Entrevistas	28
3.2	Material	29
3.2.1	Descrição	29
3.2.2	Funcionalidades.....	34
3.2.3	Tecnologia chave (iButton)	34
3.2.4	Equipamentos	36
4	Análise	42
4.1	Modelo Canvas.....	42
4.2	Identificação das vantagens e desvantagens do sistema proposto	46
4.3	Análise do Ambiente.....	48
4.3.1	Ambiente Externo.....	48
4.3.2	Ambiente Competitivo	50
4.3.3	Análise Interna.....	52
4.3.4	Análise SWOT.....	53
4.4	Análise financeira.....	54
4.4.1	Projeção de vendas	54
4.4.2	Investimento Inicial	55
4.4.3	Fluxo de Caixa.....	56
4.4.4	Demonstração de Resultados do Exercício	57
4.4.5	Ponto de Equilíbrio (break even point)	58
4.4.6	Valor Presente Líquido.....	58
4.4.7	Taxa Interna de Retorno	60
4.4.8	EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation And Amortization)	61
5	Considerações finais	67

1 Introdução

Percebe-se que a indústria da construção civil aproxima-se cada vez mais à forma de operar de uma indústria seriada, passando a necessitar de maior fiscalização dos serviços devido ainda à baixa qualificação dos funcionários. Assim, tem sido cada vez mais comum a resolução de demandas do setor com o uso de elementos da Tecnologia da Informação.

No setor de edificações, um dos maiores problemas identificados é a gestão da produção da mão de obra na fase de acabamento de um empreendimento. Nessa fase da obra, foram identificados retrabalhos que geram prejuízos consideráveis às construtoras.

Isso ocorre devido à dificuldade que as construtoras têm de relacionar e avaliar o trabalho realizado com o funcionário que realmente o executou. Para sanar tal dificuldade, foram desenvolvidos métodos na tentativa de manter o controle da produtividade. Entretanto, na maioria dos casos, os referidos métodos ainda são rudimentares e imprecisos, como as Fichas de Verificação de Serviços. Além disso, verificou-se que são comuns as frequentes readequações de cronogramas em uma obra de construção civil devido à complexidade da cadeia produtiva e à existência de situações adversas. Em síntese, a automatização do controle de processos na construção civil é uma evolução natural na busca de ganho de produtividade no setor.

A proposta consiste no desenvolvimento um sistema automatizado utilizando uma composição de tecnologias para monitoramento com iButton, um algoritmo BI (Business Intelligence) e smartphones. O produto desta combinação de tecnologias é a geração automática da folha de pagamento da produção e da readequação do cronograma, além da melhoria do controle e eficiência da produção, produtividade e qualidade no canteiro de obras.

Essa solução torna-se viável a partir de um conjunto de sensores eletrônicos espalhados pela obra. Encerrado o dia de trabalho, as informações captadas pelos sensores são descarregadas em um sistema que faz o controle da produção e da produtividade por tarefa. Utilizando redes móveis, as informações são, então, enviadas (online) do canteiro de obras para o escritório da construtora (e/ou incorporadora) e para o celular smartphone dos encarregados. As informações disponíveis nos celulares permitem aos encarregados um controle digital da verificação de tarefas – atualizado constantemente de acordo com as finalizações dos serviços, eliminando assim as FVS (Fichas de Verificação de Serviço) de

papel. Os dados enviados via internet no fim do dia permitem ainda mensurar a eficiência da mão de obra e reprogramar automaticamente o cronograma da obra, utilizando-se para tanto algoritmos de BI (Business Intelligence).

1.1 Justificação e motivação

O crescimento do Mercado Imobiliário foi alavancado pela oferta pública (sigla em inglês, IPO) das empresas do ramo em meados de 2007 como mostra a Figura 1. A injeção de dinheiro gigantesca devida entrada no Mercado de Capitais gerou uma necessidade de resultados, o que pressionou um alto no número de lançamentos. Entretanto, a Indústria da Construção Civil não estava capacitada para receber essa demanda, provocando atrasos de obras, estouros de orçamento e uma forte diminuição nas margens de lucro, com prejuízos que ultrapassaram a casa dos R\$ 2 bilhões em 2012.



Figura 1 – Lançamentos residenciais em mil unidades no município de São Paulo
Fonte: Balanço Secovi (2013)

A fim de aumentar a margem de lucro, as grandes incorporadoras prometem reestruturação diminuindo o número de lançamentos e focando em mercados mais conhecidos, na tentativa de subcontratar menos construtoras regionais que não conseguem entregar o que

prometem. Isso significa que a Indústria da Construção Civil entra numa fase de maturação, buscando profissionalização.

Segundo Pessarello (2011), verifica-se que empresas construtoras não possuem domínio dos elementos essenciais para gestão de seus empreendimentos. Dentre esses, pode-se citar:

- Falta de informações rápidas sobre o projeto em todos os níveis de gestão;
- Falta de metodologia e indicadores para análise das informações do projeto;
- Falta de padronização, organização e credibilidade das informações geradas, dentre outros.

O pouco domínio desses elementos pode implicar o desempenho ruim do contrato, no que diz respeito ao cumprimento dos prazos, custos e escopo, causando insatisfação aos envolvidos no projeto, acionistas e principalmente ao cliente.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de implementação de ferramentas apropriadas para a gestão de obras. Por outro lado, meio acadêmico vem dar suporte e propor soluções para tal problemática.

1.2 Campo de aplicação do trabalho

A proposta é controlar de maneira eficaz a mão-de-obra nos serviços de acabamento na edificação que possua uma repetitividade nos serviços executados, através de dispositivos eletrônicos e softwares específicos para obras.

De acordo com Rehm (2003), Gerente de TI da Odebrecht (2003), a ferramenta de gestão tem de responder de forma bastante simples, rápida e eficiente. Sem ferramenta, essas respostas poderiam até ser obtidas, porém, a demora poderia ser tanta que, ocorrendo uma possível mudança de cenário, provavelmente, levaria a fazer uma "autópsia" do porquê de tanto desvio do planejado.

Assim, tem-se como motivação desse TG (Trabalho de Graduação):

- Diminuir a contingência da Construção Civil;
- Viabilizar o monitoramento efetivo da mão-de-obra;

- Possibilitar a verificação da qualidade do serviço prestado;
- Diminuir quantidade de retrabalhos;
- Sistematizar processos já usados;
- Implementar na Construção Civil tecnologias já usadas em outras indústrias;
- Criar uma base de dados robusta a fim de propiciar estudos de gerenciamento de obra mais realistas;
- Contribuir para o processo de tomada de decisão;
- Fornecer informações quanto ao desempenho dos processos dos serviços analisados, com auxílio de indicadores visando à melhoria contínua.

1.3 Objetivos gerais

Colaborar para o processo de industrialização da Construção Civil, através de soluções de computação e eletrônica, transformando processos semi-artesanais na gestão das obras em um sistema integrado que possa controlar a mão-de-obra de maneira eficaz e gerar dados importantes para planejamento e gestão de obras.

1.4 Objetivos específicos

- Fomentar a pesquisa de métodos de inovadores com base tecnológica para controle de obra;
- Identificar através de pesquisa bibliográfica e entrevistas uma problemática ainda não devidamente explorada acadêmica;
- Estabelecer funcionalidades requeridas para atender a problemática identificada;
- Propor e descrever um sistema de controle de produção seja ajude a minimizar os problemas expostos no item 1.3;

- Fazer uma análise de viabilidade do sistema proposto.

1.5 Metodologia de investigação

Para se atingir os objetivos propostos, foram adotados métodos qualitativos descritivos detalhados nos tópicos seguintes, conforme a estrutura representada na Figura 2.

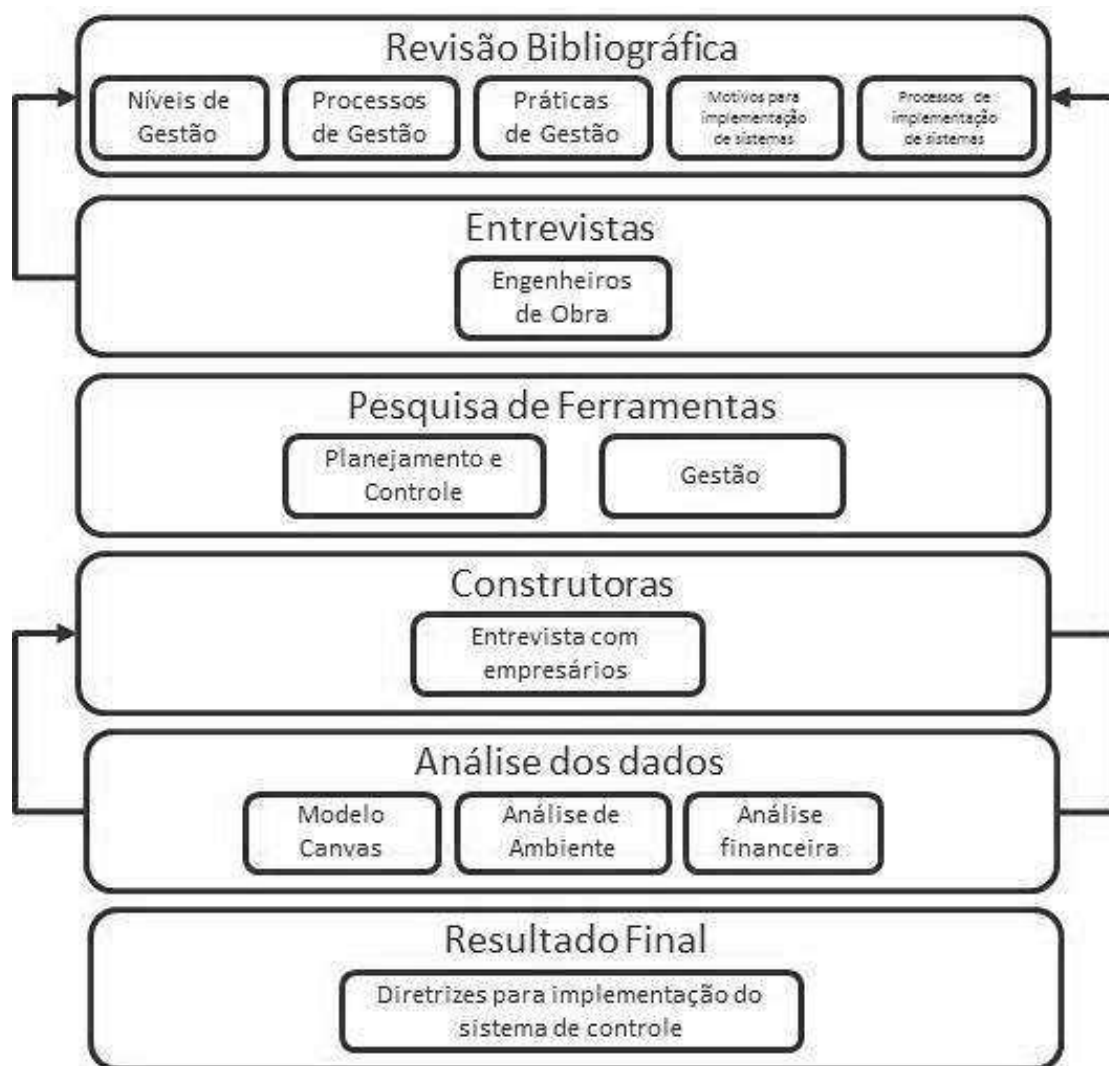


Figura 2 – Método de pesquisa
Fonte: Adaptado de Pessarello (2011)

Além da pesquisa bibliográfica e de visitas a obras verticais e horizontais, tanto de baixo como de médio padrão, foram feitas entrevistas com quatro empresários do setor, de empresa de porte regional, e sete engenheiros de obra de empresas de porte regional e nacional.

Para as entrevistas, não foi utilizado um questionário padrão, tendo em vista o pouco tempo disponível por parte dos entrevistados, além de evitar a possibilidade de viés nas respostas. Ademais, foram formuladas perguntas de cunho qualitativo, a fim de identificar as principais demandas, bem como o porquê elas não eram supridas.

2 Industrialização da Construção Civil

2.1 Como o processo de controle da produção acontece hoje nas obras "convencionais"

Verificou-se que, apesar de algumas semelhanças, cada construtora possui um próprio método de gerenciamento de produtividade, o que dificulta comparação entre a eficiência das empresas.

O processo de controle comum fica com o funcionário (encarregado, estagiário ou mestre de obra) responsável pelo controle de um determinado serviço, que anota os dados em um caderno ou um formulário (padrão para cada empresa), depois passa para computador. Portanto, processo muito passível de erro ou de adulteração. Os processos de controle da produtividade e qualidade são mostrados na Figura 3 e na Figura 4.

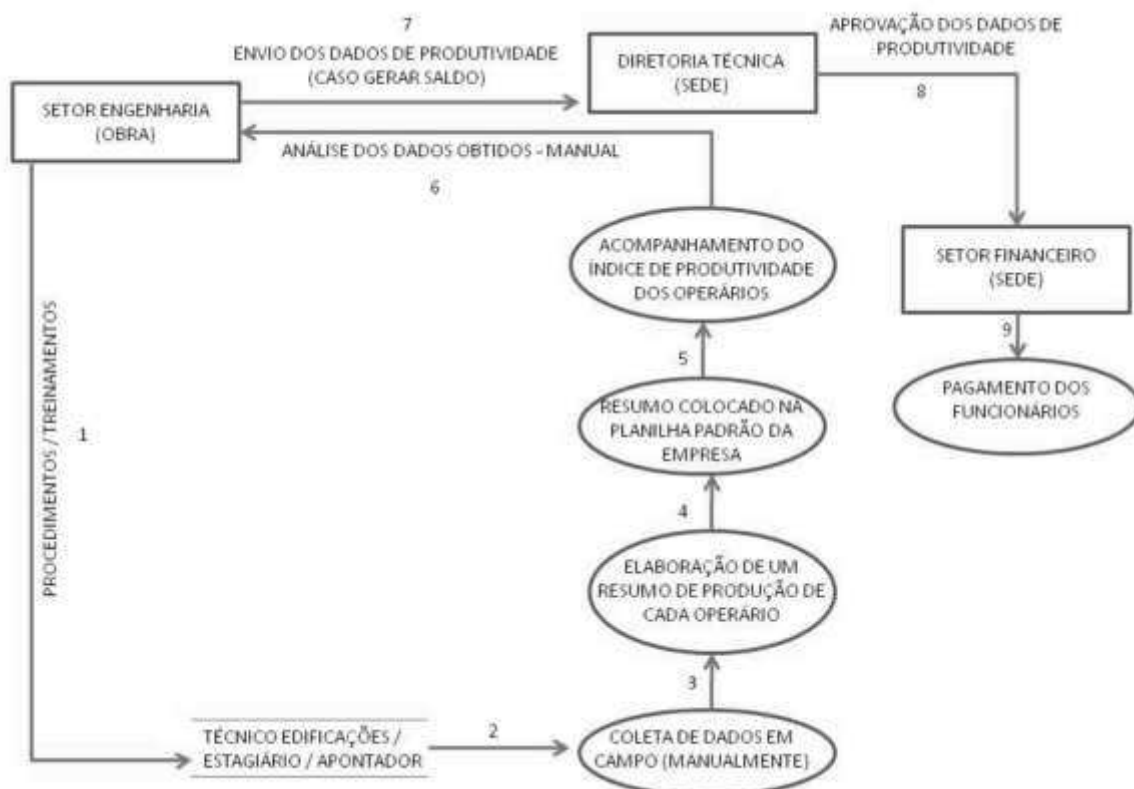


Figura 3 – Processo de controle de produtividade

Fonte: Pires (2010)

Tabela 1 – Dicionário de Dados da Figura 3

CÓDIGO	EMISSOR	INFORMAÇÃO	MEIO	RECEPTOR
1	Setor de engenharia da Obra	Treinamento sobre os procedimentos de controle de produtividade	Verbal	Técnico edificações / Estagiários
2	Técnico edificações / Estagiários	Coleta de dados de produtividade em fichas impressas (coleta manual)	Escrito	Técnico edificações / Estagiários
3	Técnico edificações / Estagiários	Elaboração de resumo de produtividade por operário	Escrito	Técnico edificações / Estagiários
4	Técnico edificações / Estagiários	Dados colocados na planilha padrão da empresa	Escrito	Técnico edificações / Estagiários
5	Técnico edificações / Estagiários	Análise das produções individuais de cada operário	DIGITAL	Engenheiro
6	Engenheiro	Comparativo dos índices de produtividade esperados com o real	DIGITAL	Engenheiro
7	Engenheiro	Envio dos dados de produtividade para o setor de engenharia da Sede	DIGITAL	Diretor técnico da Empresa
8	Diretor técnico da Empresa	Análise dos dados da planilha e repasse ao setor financeiro para pagamento	DIGITAL	Setor Financeiro
9	Setor Financeiro	Pagamento aos funcionários que obtiveram produção acima do índice	Escrito	Operários

Fonte: Pires (2010)

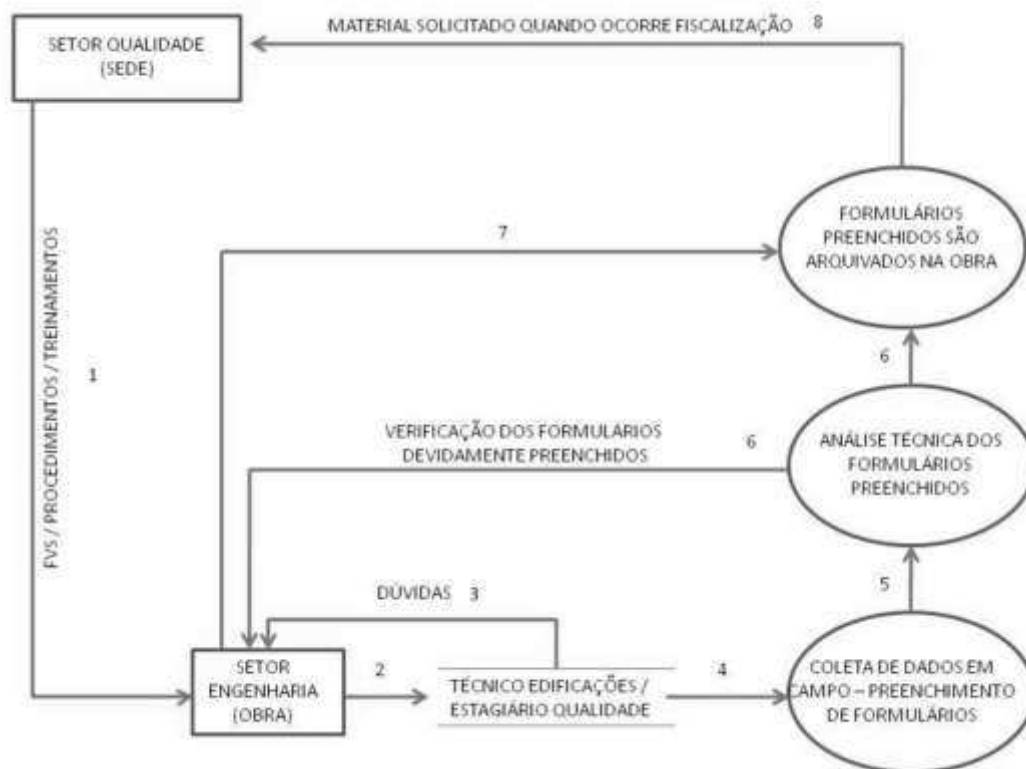


Figura 4 – Processo de controle de qualidade

Fonte: Pires (2010)

Tabela 2 – Dicionário de Dados da Figura 4

CÓDIGO	EMISSION	INFORMAÇÃO	MEIO	RECEPTOR
1	Setor qualidade da Sede	Treinamento sobre os procedimentos de controle de qualidade	Escrito	Engenheiro
2	Setor de engenharia da Obra	Repasse do treinamento de qualidade e acompanhamento dos procedimentos	Verbal	Técnico edificações / Estagiário qualidade
3	Técnico edificações / Estagiário qualidade	Dúvidas sobre o processo de acompanhamento de qualidade	Verbal	Engenheiro
4	Técnico edificações / Estagiário qualidade	Coleta das Fichas de Verificação de Serviços (FVS)	Escrito	Técnico edificações / Estagiário qualidade
5	Técnico edificações / Estagiário qualidade	Análise das Não Conformidades	Escrito	Técnico edificações / Estagiário qualidade
6	Técnico edificações / Estagiário qualidade	Repasse das FVS	Escrito	Engenheiro
7	Setor de engenharia da Obra	Análise das FVS devidamente preenchidas	Escrito	Técnico edificações / Estagiário qualidade
8	Técnico edificações / Estagiário qualidade	Arquivamento das FVS ou repasse ao setor de qualidade da Sede	Escrito	Coordenador de qualidade

Fonte: Pires (2010)

Vale registrar que existem iniciativas interessantes a fim de melhorar esse processo, por exemplo, a construtora Andrade Gutierrez foi pioneira no uso do apontamento eletrônico. Este sistema é utilizado em grandes obras de infraestrutura de maior abrangência horizontal,

onde um funcionário que se encontra afastado da administração envia remotamente, via smartphone, informações de uma determinada frente, por exemplo, sobre o progresso da obra ou chegada de material.

2.2 Aplicações da Tecnologia de Informação na Indústria da Construção Civil

Os avanços ocorridos na Tecnologia de Informação aliado à Construção Enxuta (Lean Cosntruction), BI, BIM, dentre outros tem o potencial de revolucionar a Indústria da Construção Civil. Entretanto, esses advenços são restritos às fases de projeto e planejamento de um empreendimento. Já na fase de execução, existem iniciativas como programas para controle de estoque e gerenciamento, mas que não tem uma interação satisfatória como controle dos serviços executados.

Segundo Araujo (2012), a utilização de aplicativos de TI tem sido crescente em projetos de construção civil para a coleta, produção e disponibilização das informações. Os benefícios percebidos pela adoção de TI são explorados nos trabalhos de Craig e Sommerville (2006), Rowlinson e Croker (2006), Yu, Lee e Kim (2006), Ahuja, Yang e Shankar (2009a; 2009b). Segundo Tatari, Castro-Lacouture e Skibniewski (2007), que muito bem discriminam os benefícios citados pelos demais autores:

- Operacionais (redução do tempo de ciclo, aumento da produtividade, aumento da qualidade, redução de custos);
- Gerenciais (aumento da eficiência, melhoria no processo de decisão e planejamento e melhor gestão de recursos);
- Estratégicos (suporte ao crescimento do negócio, geração ou manutenção de competitividade, desenvolvimento de inovação de negócios, permissão da expansão para novos negócios, melhor relacionamento com fornecedores, distribuidores e partes relacionadas no negócio);
- Infraestrutura de Tecnologia de Informação (aumento da flexibilidade do negócio, aumento da própria infraestrutura de TI, redução dos custos de TI);
- Organizacionais (visão compartilhada da empresa facilita o aprendizado de negócios e ampliação das habilidades dos empregados, suporte das mudanças

organizacionais em termos de estrutura e processos e empowerment de empregados).

A adoção de TI na indústria da construção não é meramente técnica, mas acompanhada de muitas mudanças nos processos de gestão (FROESE, 2010). Lam, Wong e Tse (2010) apresentam obstáculos humanos e organizacionais para a obtenção das reais vantagens de adoção de sistemas TIs. Assim, as estratégias de implementação dessa tecnologia devem estar bem alinhadas com as relacionadas à gestão de mudanças (HENDERSON; RUIKAR, 2010).

Alguns trabalhos também explicitam o uso da Internet para viabilizar a tecnologia de informação: aplicação baseada na web usando RFID para a gestão da cadeia de suprimentos (WANG; LIN; LIN, 2007); estrutura para um sistema semântico baseado na web para efetiva gestão da informação colaborativa (ANUMBA et al., 2008; CHASSIAKOS; SAKELLAROPOULOS, 2008); sistema ERP baseado na web para a gestão desde procedimentos simples de automação de escritório, até o planejamento de cadeias de suprimentos (TARANTILIS; KIRANOUDIS; THEODORAKOPOULOS, 2008); bancada telemática digital incorporando computador móvel, comunicação wireless e uma mesa de interface horizontal para a colaboração sincronizada entre o canteiro de obras e escritório fora do canteiro (DONG et al., 2009); criação de um portal inovador, com participação da academia, governo e indústria em uma obra de PPP (RUUSKA; TEIGLAND, 2009).

Arain (2008), Lin (2008) e Lin et al. (2008) utilizam a tecnologia da informação como forma de auxílio à retenção e acesso de bases de conhecimentos e experiências úteis para processos decisórios.

Neves e Guerrini (2010) propõem um modelo de requisitos e componentes técnicos como auxílio à formação e gerência de redes entre empresas da construção civil, visando desenvolvimento de sistema de informação para o setor. Hartmann, Fischer e Haymaker (2009) também fazem recomendações para o desenho de sistemas de informação, bem como Salem e Mohanty (2008) para a adoção de TI na construção civil, argumentando que a maioria das soluções existentes não endereça os requisitos reais dos sistemas construtivos, com muitas inovações, porém com carências em muitas áreas.

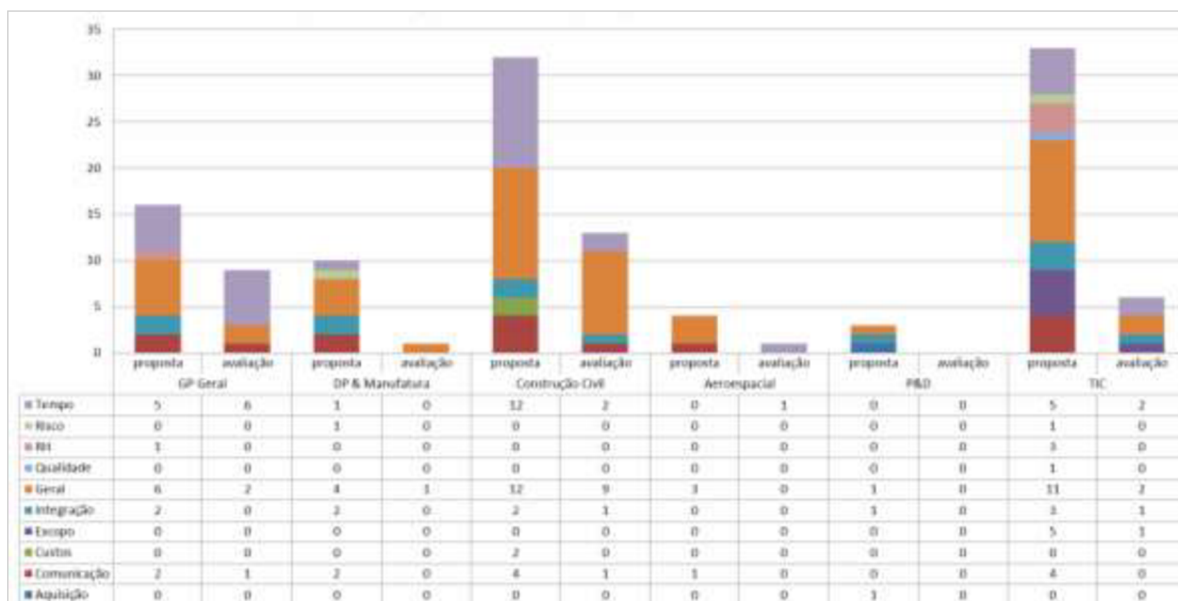


Figura 5 – Total de artigos distribuídos pelo objetivo, área de aplicação e área do conhecimento

Fonte: Araujo (2012)

Segundo Araujo (2012), Quanto à área de aplicação, a análise dos artigos permitiu identificar seis áreas que representam níveis de abrangência distintos: Aplicações voltadas para Gerenciamento de Projetos (1), sem que fosse identificado o tipo de projeto, classificadas como Gerenciamento de Projetos Geral (GP Geral), Aplicações em Desenvolvimento de Produto e Manufatura (DP & Manuf) (2), Construção Civil (3), Aeroespacial (4), Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (5) e Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (6).

Observa-se um grande número de artigos na área de Construção Civil, dos quais um total de 14 artigos com foco específico na área “Tempo”, sobre sequenciamento de tarefas e alocação de recursos nos projetos, além dos artigos com propostas na área “Geral”, envolvendo a área “Tempo”.

A maior parte dos artigos na área de TI está focada na área Geral. Os demais artigos aplicados a TI estão divididos nas áreas “Tempo”, “Escopo”, “Comunicação”, “Integração”, “RH”, “Risco” e “Qualidade”. Destaca-se que a área de Escopo, importante para o planejamento e controle do projeto, só é citada em TI.

A Figura 5 combina três variáveis: Tipo de artigo, Área de aplicação e Área de conhecimento, permitindo verificar graficamente os dados analisados.

2.3 Lean Construction

O processo de industrialização da construção civil se baseia na Filosofia Lean que, por sua vez, deriva do Sistema Toyota de Produção (Lean Production). Essa filosofia adaptada para construção civil é chamada Construção Enxuta (Lean Construction), caracterizado não apenas pela diminuição de perdas de materiais como a Lean Production, mas também pela eficiência na utilização de outros recursos, tais como mão-de-obra, equipamentos e capital.

O termo Lean Construction (Construção Enxuta) teve seu marco com a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Lauri Koskela (1992) e, posteriormente, pela criação do IGLC (International Group for Lean Construction).

A filosofia de produção enxuta introduz uma nova forma de entender os processos produtivos na construção civil (KOSKELA, 1992), originando uma nova visão organizacional do processo de construção.

Como se pode observar na Figura 6 e na Figura 7, o processo de construção tradicional tem menos etapas que o processo baseado na construção enxuta. Isso acontece devido à busca de melhoria de eficiência que a Filosofia Lean segue. Para tanto, a produção é considerada como um fluxo de atividades de não transformação que abrange movimentação, espera, conversão e inspeção.



Figura 6 – Processo tradicional de construção
Fonte: Bezerra (2010)

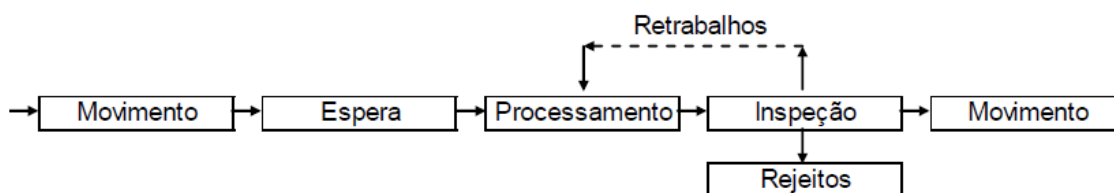


Figura 7 – Processo baseado na Lean Construction
Fonte: Koskela (1992) apud Formoso et al (2000)

O processo de construção enxuta, segundo Koskela (2000), vem aumentar a eficiência geral dos empreendimentos, considerando a produção como um fluxo de atividades de transformação e não transformação, que anteriormente seriam negligenciadas, tendo como objetivo o aumento da qualidade e produtividade dos processos produtivos, abrangendo três conceitos de Transformação/Valor/Fluxo. Os materiais gastam pouco tempo sendo transformados (processo de conversão), na maior parte do tempo estão esperando para serem transformados, sendo transportados ou inspecionados. A eficiência está no controle destes sub processos específicos e não somente no processo de conversão. A redução de perdas acontece através da diminuição da variabilidade de execução dos sub processos, que irá resultar no aumento da eficiência produtiva.

Visando maior operacionalidade das diretrizes propostas pela produção enxuta para o ambiente construtivo, Koskela (1992) apresenta um conjunto de princípios específicos que tem como foco a necessidade de integrar as conversões e fluxos, como descritos a seguir:

- i. Redução da parcela de atividades que não agregam valor;
- ii. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes;
- iii. Redução da variabilidade do processo produtivo;
- iv. Redução do tempo de ciclo;
- v. Simplificação do processo através da redução do número de etapas, componentes e ligações entre atividades;
- vi. Aumento da flexibilidade de saída com produtos diferenciados;
- vii. Aumento da transparência no processo;
- viii. Controle focado no processo como um todo, e não em atividades específicas;
- ix. Geração de melhoria contínua no processo;
- x. Balanceamento entre melhorias nos fluxos e conversões;
- xi. Aplicação de práticas de benchmarking (utilizar práticas que deram certo em outras empresas).

Portanto, os princípios da construção enxuta são fundamentais para o desenvolvimento do processo de planejamento e controle da produção, pois, segundo Ballard e Howell (1996), sem a compreensão dos efeitos das atividades de fluxo na produção, torna-se difícil tomar decisões que venham a minimizar ou eliminar causas de desvios nos planos.

3 Materiais e métodos

3.1 Método

Rogers (1995) afirma que o processo de inovação é delineado por um conjunto de decisões e atividades, que passam pelo reconhecimento de uma necessidade ou problema, realização de pesquisa, desenvolvimento e comercialização, com a difusão da inovação e adoção da novidade pelo mercado.

Segundo Jain e Triandis (1997), o processo de inovação é a integração de uma tecnologia existente e invenções capazes de criar um produto, processo ou sistema novo ou melhorado. Este processo inclui quatro estágios, a saber: a) identificação das necessidades de mercado ou oportunidades tecnológicas; b) adoção ou adaptação de tecnologia existente que satisfaça esta necessidade ou oportunidade; c) invenção; d) transferência desta tecnologia pela comercialização ou outro meio institucional.

A fim de nortear o gerenciamento do processo de inovação, apresenta-se a seguir o modelo misto do processo de inovação tecnológica Figura 8, proposto por Destarte, Rothwell e Zegveld em 1985. Os autores o definem como uma sequência lógica, porém não necessariamente contínua, que pode ser dividida em séries funcionalmente distintas, mas com etapas interdependentes e que interagem entre si.

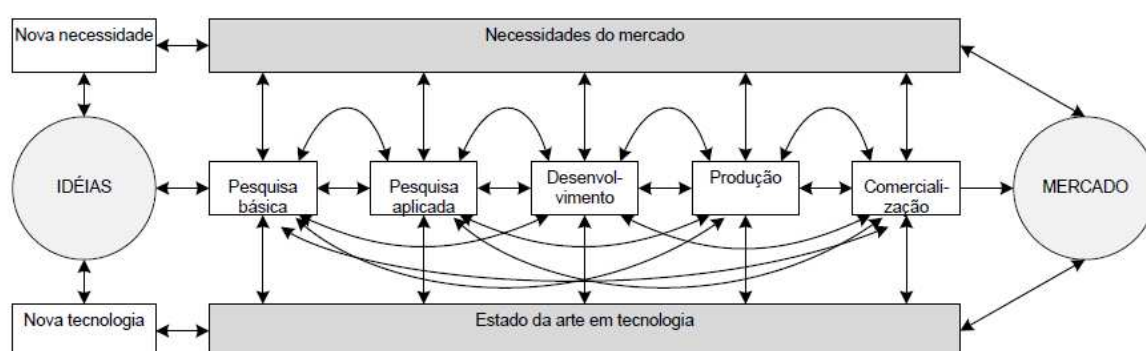


Figura 8 – Modelo misto do processo de inovação tecnológica

Fonte: Nuchera, Serrano e Morote (2002)

No trabalho em questão, de acordo com o processo de inovação descrito na Figura 8, foram identificadas as necessidades de mercado e buscadas tecnologias aplicadas em outros contextos a fim de suprir tais necessidades.

3.1.1 Processo de pesquisa

Além da pesquisa bibliográfica e vistas a obras verticais e horizontais tanto de baixo como de médio padrão, foram feitas entrevistas com quatro empresários do setor de empresa de porte regional e sete engenheiros de obra de empresas com porte regional e nacional.

3.1.2 Observação direta

Durante estágios realizados, o autor do presente trabalho teve acesso a várias obras e vivenciou todas as etapas de construção (sondagem, fundação, estrutura e acabamento). Além disso, ao decorrer deste trabalho foram realizadas vistas a campo.

3.1.3 Análise documental

A análise documental abrangeu teses, dissertações e artigos, focando no controle de processos, na forma/nível de industrialização das construtoras, no uso de soluções de TI, nos principais macroprocessos típicos das empresas construtoras, nas práticas de planejamento e gestão de projetos, bem como nos motivos que levam as construtoras a implementar sistemas de gestão e no processo dessa implementação.

A fundamentação teórica constituiu uma etapa relevante no conhecimento relativo aos processos típicos das empresas construtoras e também no conhecimento e conceitos quanto às práticas de planejamento e gestão de projetos, elementos aos quais a solução proposta vai dar suporte. A partir desse ponto, verificou-se a necessidade de levantar dados relativos a implementações de ferramentas em empresas construtoras.

3.1.4 Entrevistas

Para as entrevistas, não foi utilizado um questionário padrão, tendo em vista o pouco tempo disponível por parte dos entrevistados, além de evitar a possibilidade de viés nas respostas. Ademais, foram formuladas perguntas de cunho qualitativo, a fim de identificar as principais demandas, bem como o porquê delas não serem supridas.

A seguir, alguns exemplos de perguntas realizadas:

- Quais são os principais causadores de atraso e estouro dos custos?

- Quais programas de computação são usados em obra?
- Quem usa esses programas (engenheiros, mestres de obra, encarregados, estagiários, almoxarifes...)?
- Os mestres de obra, encarregados e almoxarifes tem um domínio aceitável dos computadores?
- Qual é a parcela de tempo que os encarregados passam na administração em relação ao tempo que eles passam fiscalizando a obra? Se esse tempo aumentasse o impacto na qualidade dos serviços e na diminuição de atrasos seriam significativos?

Dessa forma, foram constatadas as principais práticas e ferramentas de planejamento e controle utilizadas pelos entrevistados. Além disso, foram identificadas as ferramentas disponíveis no mercado e algumas empresas que estavam em processo de implementação dessas ferramentas.

3.2 Material

3.2.1 Descrição

Neste trabalho é proposto um sistema eletrônico de controle de obra inovador na Indústria de Construção Civil, tendo como finalidade propiciar um controle confiável dos funcionários e a automatização dos indicadores de eficiência.

Com a utilização de um leitor e um TAG (dispositivo de identificação e rastreamento) posicionado em locais determinados, serão registradas as passagens, o circuito realizado pelo operário e o horário de entrada/saída nesses locais. Assim, por exemplo, pode-se verificar o horário de entrada e de saída em cada apartamento tipo de uma edificação residencial e, conseqüentemente, obter a produção de cada operário, além de calcular a produtividade de cada serviço executado naquele apartamento por cada operário. Ao descarregar os dados do bastão para o computador, o software processa os dados e fornece a folha de pagamento, a produtividade de cada operário e o andamento da obra.

Além disso, por meio de uma TAG com eventos programados, poderão ser registradas ocorrências associadas a esses locais.

3.2.1.1 Funcionamento

A Figura 9 a seguir mostra esquematicamente como é o processo de controle de produtividade e qualidade proposto. As etapas e os equipamentos usado serão detalhados no itens posteriores.



Figura 9 – Ciclo de atividades

3.2.1.2 Preparação



Instalação do software de controle nos computadores da administração da obra.



Nomear e registrar os iButtons no software de controle de acordo com suas localizações.



Instalação dos iButtons nos locais onde os serviços serão executados.



Nomear e registrar o bastão leitor no software de controle.

Nota: Figuras de Deggy (2013)

3.2.1.3 Registro de serviços

O funcionário faz o contato do bastão leitor nos iButtons posicionados nos pontos de checagem previamente instalados em locais estratégicos (entradas de apartamentos tipo). Assim, o bastão leitor armazena a localização do ponto de verificação com a data e horário.

3.2.1.4 Transferência dos dados para a plataforma

Ao final de cada dia, os dados do bastão leitor precisam ser descarregados para o computador central, o que pode ser feito por uma base com interface USB. Entretanto, em uma obra de grandes dimensões a passagem de cabos para uma zona remota é complicada. Nesses casos, pode ser usada uma base remota com uma placa GPRS que utiliza a tecnologia GPRS de celular para envio dos dados.

Além disso, a base de coleta de dados poderá ser usada para confirmação da chegada e saída do operário ao local, através do contato de um iButton devidamente registrado para identificação, podendo, assim, substituir os relógios de ponto. No caso da base remota, essa identificação pode ser feita a distância.

Exemplos dessas bases são mostradas na Figura 10.



Figura 10 – Exemplos de base de transmissão de dados (à esquerda uma com interface USB e à direita uma com interface GPRS)

Fonte: Deggy (2013)

3.2.1.5 Gerenciamento dos dados

A partir das entrevistas, verificou-se que as principais características necessárias ao programa de controle devem ser a amigabilidade e a usabilidade (terminologia usada por desenvolvedores de programas), ou seja, o programa deve ser simples de usar, no qual o usuário não necessite entrar com dados. Isso foi constatado, considerando que programas criados para outras indústrias e adaptados posteriormente para Construção Civil não se adequaram satisfatoriamente, como é o caso dos sistemas SAP que tem muitas opções de comandos que acabam confundindo um operador desqualificado ou desmotivado.

As demais funcionalidades propostas são:

- Emissão da folha de pagamento;
- Gestão do relógio de ponto;
- Resultados de uma programação de locais e da periodicidade das visitas (pontos de checagem), separação por locais, grupo de locais e eventos;
- Opção de exportação de dados para, por exemplo, arquivos com extensão do Microsoft Excel (.xls) a fim de possibilitar a criação de uma base de dados robusta, propiciando estudos de gerenciamento de obra;
- Emissão periodicamente de relatórios enxutos, identificando possíveis inconsistências como funcionários com produtividade muito baixa ou muito elevada, além dos que compareceram à obra, mas não realizaram serviço;

- Disponibilização dos dados em nuvem (on Cloud), possibilitado o acesso aos relatórios de um escritório central que, muitas vezes, fica localizado em outra cidade;
- Versão do programa para Tablet, tanto para acesso aos relatórios pelos gestores como para preenchimento de fichas de verificação de serviço digital.

Além disso, programadores profissionais foram procurados para identificar dificuldades e orçamento com cronograma de entrega (essas entrevistas serão usadas como premissas na Análise Financeira do sistema proposto). O resultado foi satisfatório, já que o algoritmo para programação desse software é bem simples.

3.2.1.6 Verificação de serviço

Depois que os dados do bastão leitor forem descarregados, disponibilizados em nuvem (on Cloud) e processados pelo software de controle, serão abertas frentes de verificação de serviço e enviados para os respectivos responsáveis.

Daí, munidos de smartphones, encarregados, estagiários e mestres de obra poderão executar a verificação da qualidade dos serviços prestados, registrando simplificada e possivelmente não conformidades com observações e fotos.

A proposta é que o aplicativo tenha apenas três telas: uma identificando o local a ser verificado, outra com duas opções conforme ou não conforme e a última, se for não conforme, com campo para foto e outro para uma breve observação.

Assim, as tradicionais fichas de papel para verificação de serviço poderão ser deixadas de lado e os erros provenientes de digitação, perda de folhas, caligrafia ilegível, falsificação de dados poderão ser eliminados.

Além disso, serviços mal executados poderão ser corrigidos mais rapidamente. Atualmente a demora do processo de verificação é tão grande que quando um erro é identificado e o executor do serviço se encontra em outra parte da obra, dificilmente será localizado. Isso gera um custo alto, pois serão necessários funcionários para pequenos reparos que, dado a distância desses reparos e os diferentes tipos de serviços referentes, não terão uma produtividade boa. Por exemplo, um funcionário demora mais para recolocar vários azulejos em diferentes locais do que para colocar a mesma quantidade em um só local.

3.2.2 Funcionalidades

As funcionalidades do sistema proposto são enumeradas a seguir.

- Regular e documentar;
- Controlar e planejar as atividades do projeto;
- Controlar e planejar as atividades de construção;
- Assegurar a adequação dos recursos necessários à construção, que incluem equipes, materiais, equipamentos e outros insumos;
- Melhorar a produtividade e a qualidade dos serviços;
- Reduzir os custos do empreendimento;
- Otimizar as relações com os clientes;
- Melhorar a imagem da empresa, obtendo maiores e melhores participações no mercado;
- Realizações de medições automáticas empresas de capital aberto;
- Desburocratização do trabalho;
- Permitir que profissionais como encarregados, mestres de obra e estagiários possam desempenhar suas funções técnicas ao invés de desperdiçar tempo, por exemplo, preenchendo relatórios.

3.2.3 Tecnologia chave (iButton)

O dispositivo iButton é um chip de computador encapsulado em um cilindro de aço inoxidável de espessura de 16 mm, mostrado na Figura 11. Devido a este recipiente exclusivo e durável (garantia de 10 anos), existe uma ferramenta de atualização de dados que pode viajar com uma pessoa ou objeto para outro lugar que se desloque. O dispositivo iButton de

aço pode ser montado em praticamente qualquer lugar, porque é suficientemente robusto para resistir a ambientes agressivos, em ambientes fechados ou ao ar livre. Ele é pequeno e portátil o suficiente para anexar a um chaveiro, anel, relógio, ou outros itens pessoais, e ser usado diariamente para aplicações como controle de acesso a edifícios e computadores, gerenciamento de ativos, e várias tarefas de registro de dados.



Figura 11 – iButton aberto
Fonte: Maximintegrated (2013)

O cilindro de aço é usado como interface para comunicação com outro dispositivo eletrônico com dois contatos (topo e base) separados por um isolante de polipropileno. Com um simples toque do dispositivo iButton em dos dois contatos descritos acima, pode-se comunicar com ele através do protocolo 1-Wire. Além disso, cada dispositivo tem um único e inalterável endereço marcado a laser no chip dentro do cilindro de aço.

Dentre os diferentes (mais de 20) tipos de iButtons, as funcionalidades básicas encontradas são: armazenamento de endereço, capacidade de armazenagem, marcação de tempo real e gravação de data.

A informação é transferida entre o dispositivo iButton e um computador com um contato rápido. Basta tocar o seu dispositivo iButton para um receptor ou outra sonda iButton, que é conectada a um computador, conforme mostrada na Figura 12. O receptor é conectada a um adaptador 1-Wire, que é conectado a uma porta livre do computador. Existem adaptadores de um fio para USB, serial e portas paralelas.



Figura 12 – Dispositivo de transferência de dados do iButton para computador

Fonte: Maximintegrated (2013)

Existem muitas tecnologias complementares à soluções iButton aplicadas, tais como códigos de barras, etiquetas RFID, banda magnética de proximidade e cartões inteligentes. Ao contrário dos códigos de barras e cartões de banda magnética, a maioria dos dispositivos iButton pode ser lido e ser gravado. Ademais, a taxa de comunicação e a variedade de produtos de dispositivos iButton vão muito além dos produtos de memória simples, normalmente disponíveis com RFID. Quanto à durabilidade, o plástico fino de cartões inteligentes tem correspondência para a resistência do dispositivo de iButton de aço inoxidável revestido.

3.2.4 Equipamentos

3.2.4.1 Bastão leitor

O bastão leitor é basicamente um coletor de dados que para funcionar não precisa nenhum tipo de comando pelo usuário. Ao fazer contato do bastão leitor com o iButton do ponto de checagem, o código interno do iButton, que é único, é gravado. Além disso, cada vez que o bastão identifica um iButton é registrada a data e a hora do contato. Após a leitura dos iButtons, os dados deverão ser transferidos para o software de controle através de uma base de transmissão de dados. Com a simplicidade da tecnologia, os operários podem concentrar suas atenções nos serviços sob suas responsabilidades.

Por ser o equipamento de uso mais intenso, isto é, utilizado por operários que não tem cuidado e exposto a intensa poeira e impacto, terá de ser resistente. No mercado de segurança, bastões similares são usados para controle de ronda e já existem bastões de aço, plástico e alumínio suficientemente resistentes para o uso na Construção Civil, com opções para resistência a água e, se violado, registro de data.



Figura 13 – Exemplo de bastão de uso em ronda de segurança

Fonte: Deggy (2013)

Características do Bastão:

- Projetado para resistir ao uso intenso e a tentativas de danos intencionais;
- Sistema eletrônico encapsulado (resistente à umidade e ao contato com água);
- Alta capacidade de armazenamento dos dados e integridade. Existem no mercado, bastões com mais de 11.000 contatos (pontos de checagem, data e horário), possibilitando a armazenagem de vários dias de trabalho, o que pode ser usado como backup caso ocorra comprometimento do sistema.
- Detector de abertura do equipamento, registrando uma eventual abertura de sua tampa, mostrando no relatório a data e horário da violação do equipamento.
- Bateria de longa duração. Normalmente a bateria do bastão não precisa ser recarregada, e traz garantia de 2 anos de operação, além de poder ser trocada pelo usuário, não necessitando ser enviada para a fábrica.
- Os bastões não possuem displays nem botões de acionamento. Os operários precisam fazer somente o contato do bastão com o ibutton para registrar a presença no local, data e horário.

3.2.4.2 Software

O software gera uma série de relatórios para controle de obra, incluindo os resultados como folha de pagamento, andamento comparativo com o cronograma de obra, indicadores de eficiência e qualidade, inconsistências de horários de operários, além de uma programação de locais e da periodicidade das visitas (pontos de checagem), a separação por locais, grupos de locais e eventos.

Todos os dados coletados são mostrados nos relatórios padronizados, ou seja, são apresentados os nomes dos operários, os locais, os horários e os serviços realizados inclusive a conformidade de cada serviço. Isso irá permitir estudos comparativo de obras e empresas diferentes.

Funcionalidade	Descrição
Relatórios Rápidos	Apresentam os dados do circuito efetuado de uma forma resumida, permitindo rapidamente ser feita a análise do desempenho dos operários. Após descarregar o bastão, de imediato você terá uma idéia de como o cronograma foi executado, detectando, por exemplo, a ineficácia ou a inatividade de algum operário, além de permitir medidas reparadoras rápidas.
Relatórios online	Através de um sistema, disponibiliza os relatórios diariamente à medida que os dados são inseridos, ou seja, quando o operário descarrega os dados do bastão.
Múltiplos Usuários	O software de controle pode ser instalado em rede para múltiplos usuários, possibilitando inclusive a transferência de dados ou mesmo a visualização dos relatórios em rede.
Alerta por e-mail	Emails podem ser disparados, apontando falha grave no cronograma, através do software.
Dados exportáveis	Os dados dos relatórios poderão ser facilmente exportados para o Microsoft Word e Excel, permitindo a customização de seu lay-out e

	da apresentação. Além permitir trabalhar os dados a fim de obtenção de outros resultados.
Software easy-to-use	Software com interface bastante amigável. O programa basicamente trata dados e fornecer relatórios para que o usuário não precise de treinamento.
Transferência automática de dados	Basta inserir o bastão na base coletora para que os dados sejam transferidos automaticamente para o computador e tratados pelo programa para disponibilizar os relatórios atualizados na internet.
Gerenciamento a distância	Os dados de ronda podem ser gerenciados a distância, pois os dados estarão em nuvem (on Cloud).
Transferência remota de dados	Existe a possibilidade de, através de uma base remota, transferir os dados imediatamente para a nuvem (on Cloud) possibilitando o acesso de outros usuários.

3.2.4.3 Base com interface USB



Figura 14 – Esquema de uma base de transmissão de dados com interface USB

Fonte: Deggy (2013)

A base de transmissão de dados com interface USB, como a mostrada na Figura 14, transfere os dados do bastão leitor para um computador, conectado via cabo USB. Além desta função, é através dela que o bastão e os iButtons serão cadastrados no software de controle.

3.2.4.4 Base remota



Figura 15 – Exemplo de uma base de transmissão de dados com interface GPRS

Fonte: Deggy (2013)

Base remota pode transmitir sem fio via GPRS, como a mostrada na Figura 15, transmissão de dados via rede de telefonia celular, os dados para o computador central. Assim, os dados podem ser acessados rapidamente possibilitando o acompanhamento de obras em locais remotos. O equipamento não apresenta botões ou display, o que o torna fácil de usar. Existem opções de bases com resistência satisfatória para Construção Civil. Além disso, é uma opção para verificação remotamente e on line do relógio de ponto em uma obra distante.

3.2.4.5 iButtons

O iButton é um circuito eletrônico (chip), com um número de série único, gravado a laser e encapsulado num invólucro de aço inox. Além da alta resistência mecânica, ele não necessita de alimentação elétrica, podendo ser instalado em qualquer ambiente, incluindo ambientes hostis, como poeira, chuva, lama, campos eletromagnéticos, etc. O iButton é a solução tecnológica para as antigas chaves utilizadas nos relógios de vigia (chips eletrônicos substituindo as chaves).

Para fixar na parede, são usados protetores de plástico de alta resistência que possibilitam a instalação do iButton em locais hostis como obras civis.

3.2.4.6 Chaveiro iButtons



Figura 16 – Exemplo de chaveiro com iButton

Fonte: Deggy (2013)

Chaveiro injetado em plástico é indicado nos casos em que o iButton seja usado para a identificação de operários, no controle da entrada e saída. Um exemplo é mostrado na Figura 16.

4 Análise

4.1 Modelo Canvas

Visto o dinamismo dos novos negócios de base tecnológica, modelos de negócios foram criados a fim de acelerar o processo de validação e auxiliar a implementação de negócios.

Dentre eles um dos mais aceitos, sendo, por exemplo, usado para admissão de novas empresas em incubadoras de renome como CECOMPI (Centro Para a Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista), é o modelo Canvas do livro Business Model Generation de Osterwalder (2013). Tal modelo é mostrado na Figura 17.

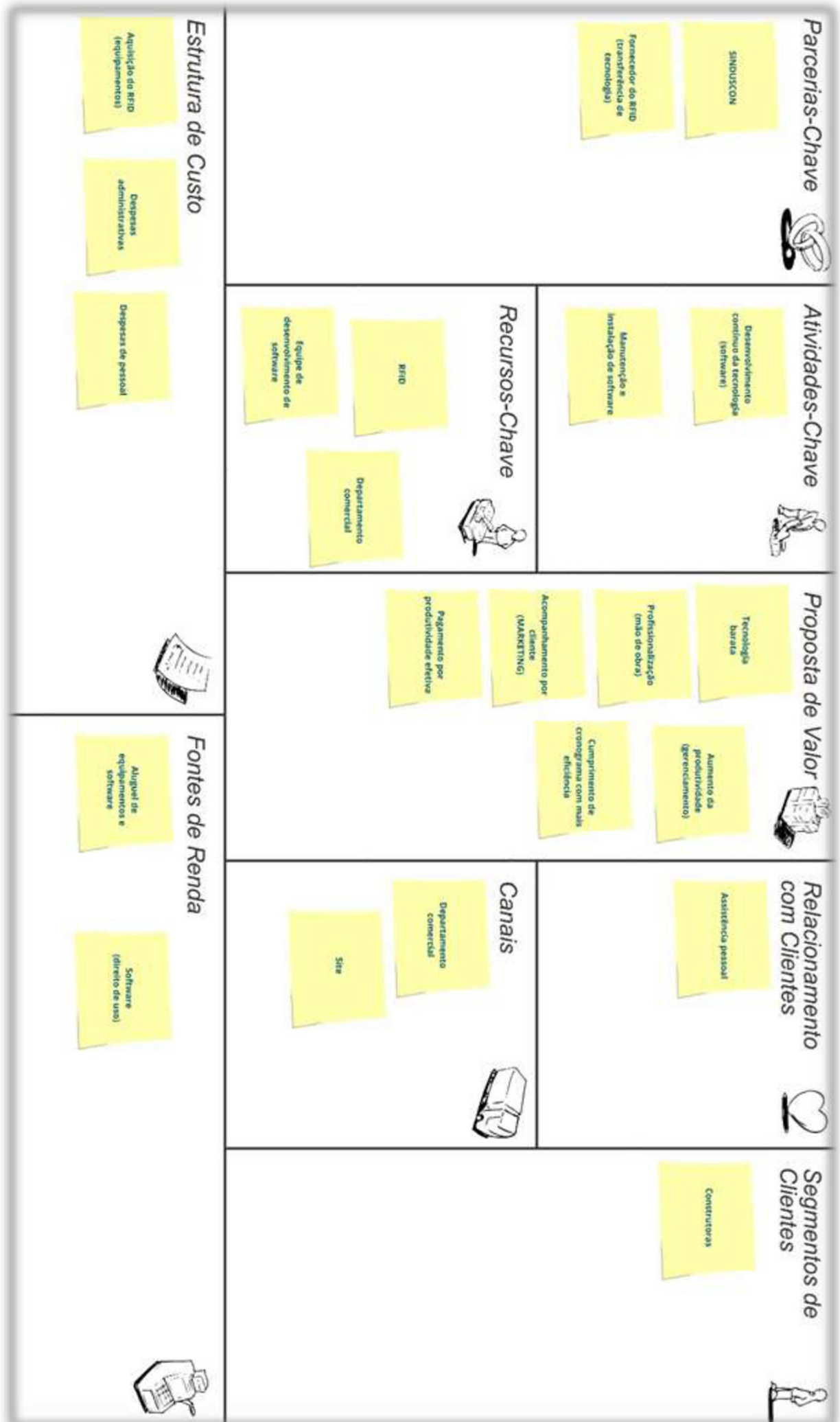


Figura 17 – Modelo Canvas

O modelo foi construído tomando as construtoras e incorporadoras como principais clientes. Daí, considerando que o setor de construção é conservador e os relacionamentos demoram anos para ser desenvolvidos e consolidados, foi adotada uma forma de relacionamento pessoal com os clientes.

Portanto, além da proposta de valor interessante, o relacionamento com estabelecimento de mútua confiança é importante para o sucesso do sistema proposto. Tal constatação foi verificada durante as entrevistas, nas quais os empresários citaram a falta de credibilidade de novas empresas prestadoras de serviços por não conseguirem executá-los de forma satisfatória devido a falta de diálogo com os clientes.

Dentre as diversas funcionalidades citadas e descritas, foram selecionadas seis principais para compor a proposta de valor do sistema proposto:

- Tecnologia barata: Por ser uma solução que não traz aumento de receita ou uma redução de custo facilmente precificável, a primeira vista pode ser vista com um aumento de custo que é uma barreira de entrada no mercado, logo quanto menor for o custo mais vendável será o sistema.
- Profissionalização da mão-de-obra: A melhoria do controle propicia a possibilidade de premiação dos melhores e/ou penalização dos maus funcionários, resultando em profissionalização da mão de obra.
- Aumento da produtividade: Através de um melhor gerenciamento e cumprimento de cronogramas com maior eficiência.
- Cumprimento do cronograma: Com o maior controle é de se esperar que os prazos previstos sejam executados com uma precisão satisfatória o que, como foi visto, não acontece e é um dos maiores problemas da Construção Civil. Além disso, com uma base de dados mais robusta e confiável as previsões serão mais plausíveis.
- Pagamento por produtividade efetiva: Atualmente há muito espaço para burlar ou simplesmente errar na produção da folha de pagamento, já no sistema proposto essa possibilidade torna-se bem remota.

- Acompanhamento por cliente: Como visto anteriormente, devido aos grandes atrasos em obra por diversas empresas, a credibilidade das construtoras em geral caiu. Na tentativa de melhorar essa visão, algumas empresas websites passaram a disponibilizar gráficos de andamento de obra, como é o caso da Tecnisa mostrado na Figura 18.



Figura 18 – Exemplo de marketing de construtoras
Fonte: Tecnisa (2013)

Todas essas idéias podem ser incorporadas na proposta, pois a empresa conseguirá um controle real da mão-de-obra, implicando mudança do relacionamento com o cliente até a operação diária de gerenciamento.

A remuneração desse produto poderia ser através da simples venda dos equipamentos para a construtora instalar e usar com seu próprio efetivo, entretanto a terceirização é uma tendência muito forte, já que possibilita a especialização de serviços, ou seja, cada terceirizado é tão especializado que presta um serviço melhor do que se a construtora incorporasse tudo. Assim, formatou-se como fonte de renda a venda de licença de uso do software, aluguel de equipamentos, contrato de manutenção e evolução do sistema e consultoria especializada em projeto e análise de dados.

A equipe de analistas e desenvolvedores de software juntamente com a equipe de manutenção e instalação dos sistemas e hardwares são os recursos chaves desse sistema, visto

que a implementação (aceitação) do sistema na obra é a maior ameaça (como será visto na Análise SWOT).

Assim, a estrutura de custos básica do negócio em questão contempla a equipe de pessoal incluindo desenvolvedores, técnicos de suporte e manutenção, departamento comercial e administrativo. Outro custo envolvido é o de aquisição dos equipamentos necessários. Estes custos serão abordados mais detalhadamente na Análise Financeira.

Fechando a descrição do modelo Canvas do sistema proposto neste trabalho de graduação, o tema relacionamento é retomado, já que foi verificado com fator essencial para sucesso do negócio. Dessa forma, foram identificados como parceiros chave o SINDUSCON que pode viabilizar projetos pilotos, além de fornecedores dos equipamentos.

4.2 Identificação das vantagens e desvantagens do sistema proposto

O maior impacto gerado será uma eficiência financeira devido à redução nos custos e nos atrasos, em consequência de um sistema de controle de produção mais eficiente. Além disso, a solução economizará horas de trabalho do encarregado na confecção de folhas de pagamento e FVS's, possibilitando uma inspeção de qualidade mais acurada e, consequentemente, exigindo mais dos operários.

Por outro lado, além da dificuldade natural de entrar em um mercado como a Construção Civil onde relações com fornecedores antigos são muito forte, conseguir mostrar de forma clara como o uso dessa tecnologia pode ser benéfico para o próprio operário é um desafio a parte, pois com o sistema proposto o controle será mais rígido, exigindo mais de cada um dos trabalhadores. Entretanto, os mais competentes se destacarão e, consequentemente, poderão exigir uma bonificação baseada não só pela produção como é de costume, mas também pela produtividade.

Por ser essencialmente uma ferramenta de controle, poderá existir uma barreira de entrada considerável por parte dos sindicatos e dos próprios trabalhadores. Assim, uma estratégia de bonificação é recomendada para introdução desse sistema.

A Tabela 3 e a Tabela 4 mostram de forma resumida as vantagens e desvantagens do sistema tradicional e do sistema proposto de controle de produtividade e qualidade.

Tabela 3 – Vantagens e desvantagens do sistema tradicional

Vantagens	Desvantagens
Procedimento conhecido	Desperdício de papel
Não requer investimentos	Grande possibilidade de erro e adulteração
	Transferência de dados para o computador
	Difícil armazenamento
	Falta de rastreabilidade
	As inúmeras fichas são distribuídas por toda a obra
	Desperdício de recurso: tempo e pessoal

Tabela 4 – Vantagens e desvantagens do sistema proposto

Vantagens	Desvantagens
Coleta de dados confiável (base de dados)	Necessidade de investimento
Fácil uso	Necessidade de treinamento do operários
Rastreabilidade	
Ecologicamente correto	
Controle de entrada e saída	
Processo interativo de <i>feedback</i>	

4.3 Análise do Ambiente

4.3.1 Ambiente Externo

4.3.1.1 Macro Ambiente

A atividade do setor de construção civil fechou o ano de 2012 com crescimento de, aproximadamente, 4%, ante 2011, segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP). Para 2013, a estimativa do presidente da entidade, Sergio Watanabe, é de que o setor cresça entre 3,5% e 4%.

Segundo Eduardo Zaidan, vice-presidente do SINDUSCON-SP, o cenário futuro é de estabilização do crescimento da construção civil: “Vemos que agora deve vir um período de estabilização no nível de atividade e no número de empregados”.

Pode-se constatar a estabilização no mercado de acordo com a Figura 19 retirada da Sondagem da Construção Civil fornecida pela Confederação Nacional da Indústria (CNI).



Figura 19 – Evolução do nível de atividade efetivo em relação ao usual

Fonte: Sondagem da Construção Civil – CNI (2013)

Após o forte crescimento, o setor teve de diminuir o seu ritmo, dentre outros motivos, para finalizar empreendimentos que estavam atrasados. Tal morosidade é comum devido a grande falta de controle de operários. Nesse sentido, a proposta apresentada neste trabalho tem um grande potencial. Como se pode observar na Figura 20, os problemas relacionados à mão de obra estão entre os principais constatados pela CNI, no quarto semestre de 2012.

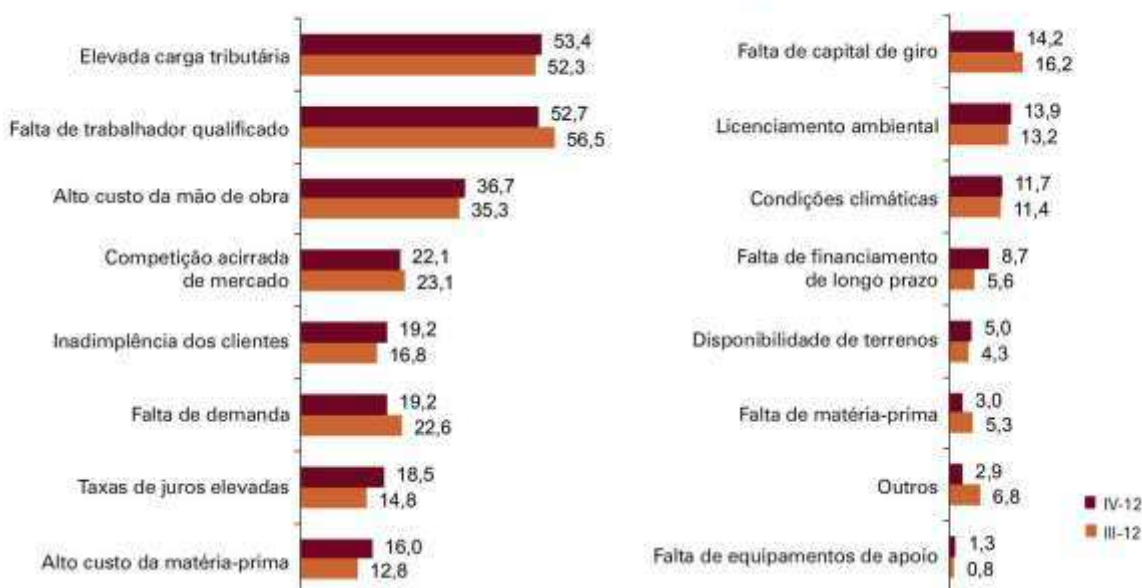


Figura 20 – Principais problemas enfrentados pela indústria da construção

Fonte: Sondagem da Construção Civil – CNI (2013)

4.3.1.2 Cadeia de Valor Industrial

O modelo de empresa proposto tomará parte no setor de serviço para Construção Civil uma vez que se trata de desenvolvimento de inovação de um equipamento de auxílio controle dos funcionários de uma obra.

4.3.1.3 Cluster (grupo de interesse)

A indústria da Construção Civil, apesar consolidada em todo território nacional apresenta seu ponto focal na cidade de São Paulo. Entretanto, as pesquisas que basearam a produção desse trabalho foram realizadas no mercado cearense o qual também tem um mercado imobiliário bastante ativo. Dessa forma, torna-se interessante executar um projeto piloto em Fortaleza, não somente devido ao exposto acima, mas também devido à projeção de crescimento acima da média nacional para o mercado do Ceará.

4.3.1.4 Áreas de Foco Estratégico

Além do foco em Construção Civil, deve-se ressaltar a importância estratégica da Tecnologia de Informação e dos conceitos de gerenciamentos de projetos e técnicas de produção enxutas expostas anteriormente. Uma vez que seu serviço será prover informações acerca de trabalhos realizados na obra, tornar-se-á crucial para a empresa focar-se em

tecnologias de armazenamento e transmissão remota de dados, além do processamento destes dados.

Tabela 5 – Oportunidades e Ameaças

Oportunidades	Ameaças
• Popularização de Smartphones e Tablets; • Aumento da quantidade de pessoas que utilizam aplicativos; • Aumento da qualidade e redução de preço da internet; • Incentivo do Governo para desenvolvimento de produtos de inovação tecnológica; • Aquecimento do mercado com aproximação de dois eventos esportivos de grande porte (Copa do Mundo e Olimpíadas); • Mercado inexplorado e grande deficiência da indústria no controle de funcionários; • Tendência de industrialização da construção civil.	• Dificuldades de aceitação do produto por conta dos riscos inerentes de ser um produto inovador (risco financeiro e de adaptação a nova tecnologia); • Queda da economia pode gerar desaquecimento do mercado de construção civil; • Risco de aparecimento de concorrência por parte de empresas que desenvolvem produtos semelhantes; • Mudanças e enriquecimento da regulamentação quanto à geração da folha de pagamento; • Variações cambiais.

4.3.1.5 Fatores de Sucesso

Alguns são os fatores que diferenciam a empresa em questão. O serviço que se propõe desenvolver é inovador, de fácil instalação e manuseio, fornece informações de formas mais inteligíveis para os administradores das obras, é totalmente on-line (aproveitando o conceito de cloud computing) o que lhe confere maior segurança, confiabilidade e disponibilidade de informações.

4.3.2 Ambiente Competitivo

Essa análise foi feita com base na teoria das cinco forças de Michael Porter. Assim, baseado no modelo esquemático da Figura 21.

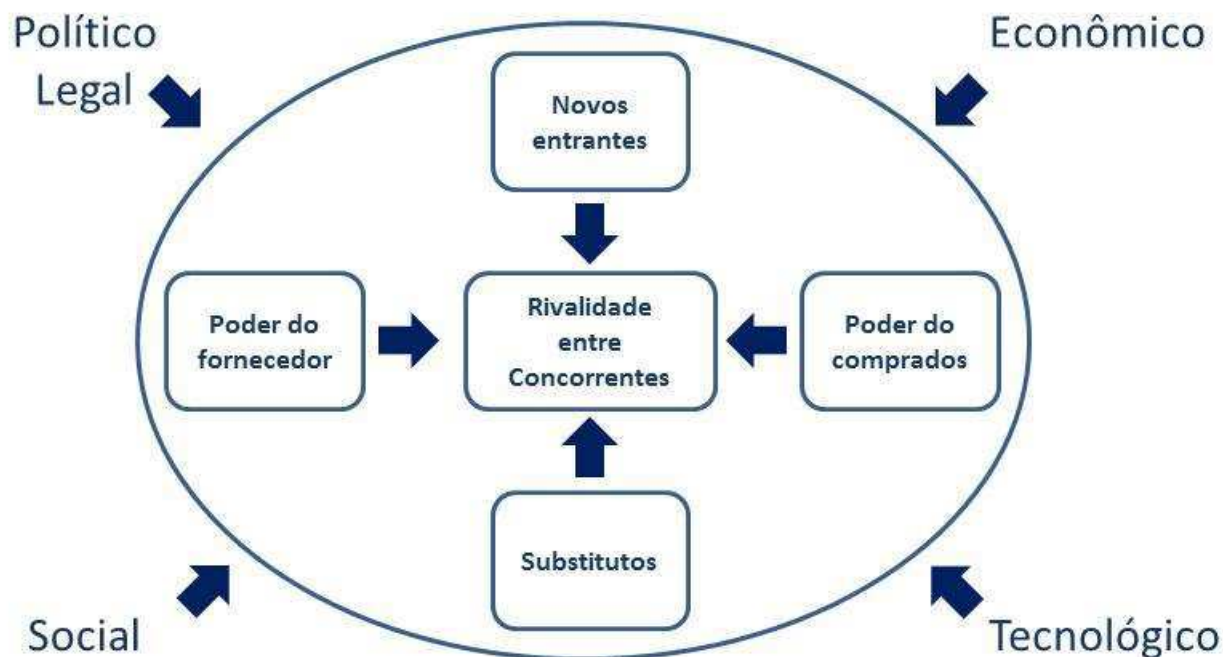


Figura 21 – Cinco Forças de Michael Porter

4.3.2.1 Concorrentes

Na revisão bibliográfica não se verificou uma empresa que disponibilize a solução parecida. Isso implica que existe uma barreira de entrada pequena, o que potencializa localmente as chances de sucesso do produto.

Por outro lado, na empreitada de desenvolver uma nova tecnologia, assume-se um risco muito grande de desbravar um novo mercado. Entretanto, uma das poucas vantagens de executar tal desbravamento é o fato de não haver concorrência apreciável, afinal, é um ramo inexplorado dos serviços da indústria da Construção Civil.

4.3.2.2 Novos entrantes

Sempre há o risco de novos desbravadores tentarem dividir o mercado. Entretanto, a barreira de entrada pode ser considerada elevada para os padrões de serviço na Construção Civil e, ainda mais, se for levado em consideração à necessidade de desenvolver uma nova tecnologia.

4.3.2.3 Fornecedores

Notadamente, os principais fornecedores para a produção do equipamento final serão empresas do ramo de eletrônica. Há, ainda, de se considerar a necessidade de redundâncias no fornecimento para garantir a qualidade dos equipamentos finais em larga escala.

4.3.2.4 Clientes

Almeja-se atingir as empresas construtoras e incorporadoras dado a necessidade que possuem de administrar seus recursos humanos nas obras que realizam. Focando-se em empreitadas verticais tendo como centro geográfico a cidade de Fortaleza – CE.

4.3.2.5 Produtos substitutos

Por tratar-se de uma inovação tecnológica, o produto desenvolvido é que visa a substituir o antigo método de papel e caneta. É de se esperar que as empresas não migrem de volta para o ultrapassado procedimento. Ainda não há um substituto mais eficiente do que o que está sendo proposto.

4.3.2.6 Mercado Potencial

Há uma grande facilidade em absorver inovações em nosso estado, um exemplo disso é o Lean Construction que foi bem aceito pelo mercado cearense, tornando-se referência no Brasil. A tecnologia que está sendo proposta poderá facilmente ser expandida para integrar, também, a filosofia do sistema Lean de construção, como: Kanban (sinalizadores), Kaisen (melhoria contínua), Andon (gestão de ocorrências), ou seja, apresenta uma grande flexibilidade e poderá agregar muito mais informações além da produtividade efetiva.

4.3.3 Análise Interna

A análise interna da empresa foi feita considerando os pontos fortes e fracos no que diz respeito às atividades primária e de apoio da cadeia de valor de Porter. A Tabela 6 sintetiza os pontos fortes e os pontos fracos da empresa em questão.

Tabela 6 – Pontos Fortes e Pontos Fracos

Pontos Fortes	Pontos Fracos
• Produto Inovador; • Estrutura organizacional simples; • Algoritmo simples (equipe de desenvolvimento reduzida); • Organograma administrativo simples; • Tecnologia própria; • Viabiliza o aumento de eficiência, qualidade e produtividade da obra.	• Requer mão de obra especializada; • Marca da empresa ainda não estabelecida no mercado; • Susceptibilidade a variações cambiais; • Necessidade de investimento inicial alto por parte do cliente; • Gastos iniciais elevados com marketing - Empresa entrante; • Necessidade de customização para cada cliente.

4.3.4 Análise SWOT

A análise SWOT consiste na sintetização dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças envolvidos no projeto, resumindo as características e objetivos internos da organização e os contrapõe aos fatores externos que são ou não favoráveis no que tange ao objetivo em questão.

A Matriz SWOT mostrada na Tabela 7 permite a visualização mais clara das relações entre os pontos fortes e os pontos fracos da empresa nos ambientes interno e externo. A combinação dessas quatro variáveis é essencial para a definição das estratégias de negócio e para a tomada de decisões efetivas.

- **Forças e Oportunidades:** Usar os pontos fortes para maximizar o aproveitamento das oportunidades detectadas.
- **Forças e Ameaças:** Tirar o máximo proveito dos pontos fortes para minimizar os efeitos das ameaças detectadas.
- **Fraquezas e Oportunidades:** Desenvolver estratégias que minimizem os efeitos negativos dos pontos fracos e que ao mesmo tempo aproveitem as oportunidades detectadas.
- **Fraquezas e Ameaças:** As estratégias a adotar devem minimizar ou ultrapassar os pontos fracos e fazer face às ameaças.

Tabela 7 – Matiz SWOT

	Forças	Fraquezas
Oportunidades	Momento favorável para o desenvolvimento de produtos inovadores devido a incentivos governamentais. Aproveitar a favorabilidade do momento (tendência da industrialização da Construção Civil) para atingir um mercado inexplorado por meio da introdução de um produto que viabiliza o aumento da eficiência, qualidade e produtividade de uma obra.	Aproveitar o aquecimento do setor e suas deficiências para se posicionar no mercado. Falta de mão-de-obra qualificada. Aproveitar incentivos do governo para baratear a contratação dessa mão-de-obra.
Ameaças	O sistema pode se tornar ainda mais interessante em um cenário econômico desfavorável, uma vez o produto possibilita melhorias na produtividade. A entrada de novos concorrentes é dificultada pela necessidade de desenvolvimento tecnológico.	Implementação de um projeto piloto que demonstrasse as vantagens do sistema.

4.4 Análise financeira

Neste item serão apresentados os resultados da análise financeira do sistema, entretanto. Para facilitar a visualização e interpretação destes resultados algumas linhas e/ou colunas do modelo (construído de premissas, fluxo de caixa, demonstração dos resultados do exercício, projeção de vendas e orçamento) foram omitidas, mas a versão completa do modelo está em anexo.

4.4.1 Projeção de vendas

Pode-se projetar o volume de vendas estimando uma participação no mercado. Se estimar-se uma equipe de 50 funcionários, tem-se, para uma população de 330.000 funcionários, 6.600 equipes. Projetando-se um pacote de serviços para cada equipe e uma participação em 2% das equipes ao longo de 10 anos, pode estimar em 132 equipes impactadas nesse período. O que nos deixa com uma média de 13 equipes por ano. Assim, estima-se simplificarmente que vender-se-iam 13 soluções completas por ano. Pode-se ainda gerar outros dois cenários, um mais otimista (impactando 5%) e um mais pessimista (0,5%), e daí monta-se a Tabela 8.

Tabela 8 – Cálculo do número de equipes impactadas por ano

Ano	Pessimista	Normal	Otimista	Porcentagem do Total
1	0	0	0	0%
2	0,7	2,9	7,3	2%
3	1,5	5,9	14,7	4%
4	2,2	8,8	22	7%
5	2,9	11,7	29,3	9%
6	3,7	14,7	36,7	11%
7	4,4	17,6	44	13%
8	5,1	20,5	51,3	16%
9	5,9	23,5	58,7	18%
10	6,6	26,4	66	20%
Total	33	132	330	100%

Tabela 9 – Emprego formal na Construção Civil

LOCALIDADE	EVOLUÇÃO DO EMPREGO NA CONSTRUÇÃO CIVIL - SALDO ANUAL						
	PERÍODO						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (Jan-Set)
BRASIL	50.763	85.053	85.796	176.755	197.868	177.185	330.215
MINAS GERAIS	11.673	19.365	14.251	20.699	18.272	15.496	47.446
BELO HORIZONTE	5.266	9.480	16.300	8.124	13.668	12.502	17.175

Fonte: CAGED (Cadastro Geral de Empregados e Desempregados)

4.4.2 Investimento Inicial

Considerando uma edificação com quinze pavimentos tipo, quatro ambientes por andar e uma equipe com cinquenta funcionários especializados, tem-se a composição na Tabela 10 de equipamentos e custo de aquisição:

Tabela 10 – Lista de equipamentos necessários

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Leitor Portátil	25	R\$ 800,00	R\$ 20.000,00
Tag	60	R\$ 10,00	R\$ 600,00
USB Station	05	R\$ 300,00	R\$ 1.500,00
Notebook	02	R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00

TOTAL	R\$ 22.100,00
--------------	----------------------

Nota: Os preços estão sugeridos conforme pesquisa em sites de fornecedores nos EUA para venda unitária convertidos em reais com cotação do dólar a R\$ 2,00.

A média arredondada dos custos prospectada para desenvolvimento do programa descrito neste trabalho é demonstrada na Tabela 11.

Tabela 11 – Custos de desenvolvimento do programa proposto

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Desenvolvimento de software	01	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Custos diversos (servidores, computadores...)	01	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
TOTAL			R\$ 90.000,00

Nota: Foi considerada uma equipe mínima necessária para desenvolver o software no período de 12 meses utilizando infraestrutura de servidores em Cloud da Amazon.

Os valores estimados para a equipe de manutenção do programa e suporte aos equipamentos e sistemas de informação são mostrados na Tabela 12.

Tabela 12 – Equipe de manutenção

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Programador Júnior	01	R\$ 1808,68	R\$ 1808,68
Suporte Operacional em Hardware e Software	01	R\$ 1582,81	R\$ 1582,81
Estagiário	01	R\$ 789,17	R\$ 789,17
TOTAL			R\$ 4180,66

Nota: informações extraídas da convenção coletiva do SINDPD-CE de 2012. Equipe será necessária após o software estar pronto.

4.4.3 Fluxo de Caixa

Segundo o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), o fluxo de caixa é um instrumento gerencial que controla e informa todas as movimentações financeiras (entradas e saídas de valores) de um dado período, pode ser diário, semanal, mensal, etc., é composto dos dados obtidos dos controles de contas a pagar, contas a receber, de vendas, de despesas, de saldos de aplicações, e de todos os demais elementos que representem as movimentações de recursos financeiros da empresa. A Figura 22 mostra esquematicamente um Fluxo de Caixa.

Receita líquida de vendas
(-) Custos das vendas
(-) Despesas operacionais
= Lucro antes dos juros e tributos sobre o lucro (EBIT)
(+) Ajustes das despesas operacionais que não provocam a saída de caixa
= Lucro antes dos juros, tributos sobre o lucro, depreciação, amortização e exaustão (EBITDA)
(-) Imposto de renda e contribuição social
= Geração de caixa operacional
(±) Investimentos/Desinvestimentos
Permanentes
Circulantes
= Fluxo de caixa livre

Figura 22 – Modelo de mensuração de Fluxo de Caixa

Fonte: Matins et al (2001)

Foram projetados 36 meses, dos quais são mostrados os últimos seis meses na Tabela 13.

Tabela 13 – Fluxo de Caixa dos seis últimos meses projetados (mil R\$)

Mês	31	32	33	34	35	36
Des. do software	0	0	0	0	0	0
Compra de Equipe	66,3	0	0	0	0	0
Custos diversos	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Equipe de manutenção	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Escritório	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Aluguel	1	1	1	1	1	1
Total de custos	72,2	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Receita com vendas	125	80	80	80	80	80
EBITDA	52,8	74,1	74,1	74,1	74,1	74,1
Impostos	0,3696	0,5187	0,5187	0,5187	0,5187	0,5187
Fluxo de Caixa	52,43	73,581	73,581	73,581	73,581	73,581

4.4.4 Demonstração de Resultados do Exercício

Segundo o SEBRAE, a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) é uma demonstração contábil dinâmica que se destina a evidenciar a formação do resultado líquido em um exercício, através do confronto das receitas, custos e despesas, apuradas segundo o princípio contábil do regime de competência.

A Tabela 14 mostra, no caso analisado neste trabalho, para o primeiro ano a demonstração de resultados do exercício.

Tabela 14 – DRE do primeiro ano

Custos	213,2
Receita Bruta	210
Lucro Bruto	-3,2
Impostos	0,1659
Lucro Líquido	-3,3659

4.4.5 Ponto de Equilíbrio (break even point)

Segundo SCHWEITZER (1986), o ponto de equilíbrio (também chamado de ponto de ruptura, ponto de nivelamento, ponto crítico ou break even point) nasce da conjugação dos Custos Totais com as Receitas Totais, sendo que a receita apresenta um efeito positivo e os custos um efeito negativo em sua análise. Já na visão de VANDEBECK (2001), o ponto de equilíbrio pode ser definido como o ponto no qual a receita de vendas é adequada para cobrir todos os custos e despesas sem obter lucro.

Neste trabalho será tratada somente a “análise de equilíbrio do contador”, que é simplesmente o conjunto das aproximações lineares das curvas de custo e receita. Para esta premissa, deve ser considerado um intervalo de significância em um horizonte de planejamento curto, minimizando o problema da linearização das curvas de receita, custos e lucro da empresa.

Dessa forma verificou-se que o ponto de equilíbrio é atingido logo após o primeiro ano de funcionamento.

4.4.6 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) apresenta-se como um dos métodos mais utilizados pela engenharia econômica, sendo de grande valia para avaliar investimentos. Seu intuito é fornecer qual seria o ganho monetário que se teria na realização de um investimento a uma determinada taxa de juros.

De acordo com Rebelatto (2004), o VPL de um projeto de investimento é o valor atual das entradas de caixa (retornos de capital esperados), incluindo o valor residual (se houver) menos o valor atual das saídas de caixa (investimentos realizados).

Por considerar explicitamente o valor do dinheiro no tempo, o valor presente líquido é considerado uma técnica sofisticada para a análise de investimentos. Este tipo de técnica de uma forma ou de outra, desconta os fluxos de caixa de uma empresa a uma taxa especificada. Essa taxa, frequentemente chamada de taxa de desconto¹(i), custo de oportunidade de capital ou custo de capital (GITMAN, 2002).

A Figura 23 ilustra um fluxo de caixa qualquer. A função do VPL consiste em trazer as entradas e saídas de capital para a data zero do investimento.

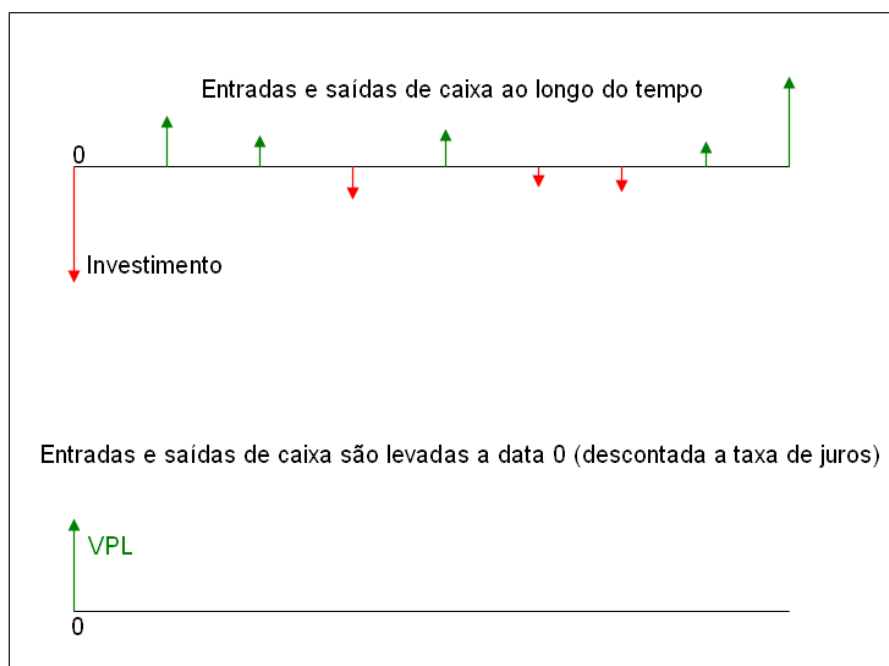


Figura 23 – Conceito de VPL
Fonte: Oliveira (2008)

O cálculo do VPL é descrito pela seguinte função:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Em que:

FC_0 : fluxo de caixa verificado no momento zero (momento inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento;

FC_j : representa o valor de entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo;

i: é a taxa de desconto, que é a taxa de juros aplicada sobre o valor futuro. Ao analisar investimentos utiliza-se da chamada Taxa Mínima de Atratividade (TMA);

n: período de tempo.

No caso de uma única alternativa de investimento:

- Se o $VPL > 0$, aceita-se o projeto;
- Se o $VPL < 0$, rejeita-se o projeto;
- Se o $VPL = 0$, é indiferente investir ou não nesse projeto.

Considerando duas ou mais alternativas de investimento utiliza-se a de maior VPL positivo. A grande vantagem para o uso do VPL como indicador para avaliação de investimentos sustenta-se na revelação do quanto o projeto enriquecerá a empresa, representado pelo próprio valor do VPL.

Utilizando a fórmula (1), obtém-se um VPL de 6.760 reais em 3 anos. Para esse cálculo foi usado 8% como taxa de desconto.

4.4.7 Taxa Interna de Retorno

A taxa interna de retorno (TIR) de um projeto é a taxa de desconto para a qual o valor presente das receitas torna-se igual ao valor presente dos desembolsos. Isto significa dizer que a TIR é aquela que torna nulo o valor presente líquido do projeto. Pode ainda ser entendida como a taxa de remuneração do capital. Um investimento onde a TIR apresenta um valor superior ao da TMA é viável economicamente, pois sua taxa de remuneração é maior do que o mínimo exigido pela empresa.

A Figura 24 apresenta a relação entre TIR e VPL.

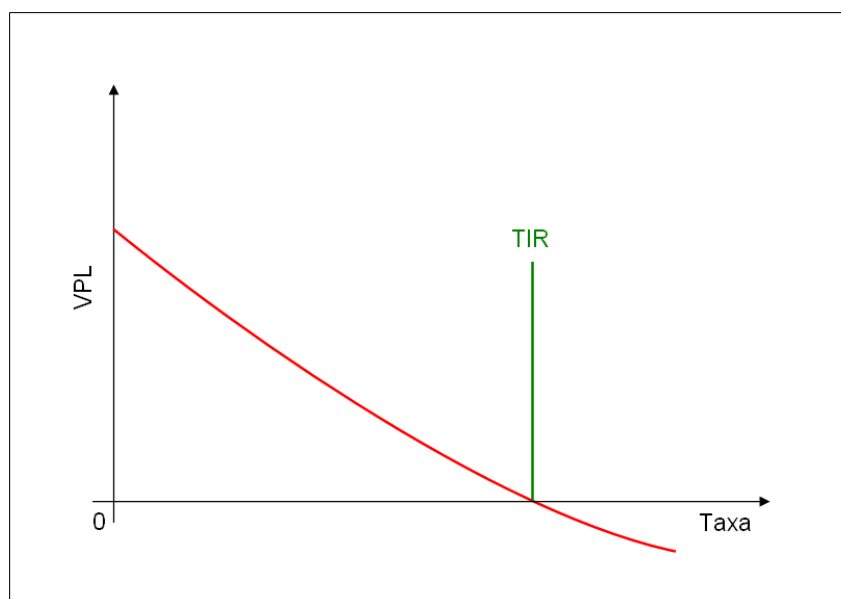


Figura 24 – Ilustração Gráfica da TIR
Fonte: Barreiros (2004)

Matematicamente, a TIR é obtida resolvendo-se a equação:

$$VPL = 0 = Investimento\ Inicial + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \quad (2)$$

A TIR pode ser usada pelo executivo para tomar decisões entre diferentes alternativas de investimentos. Para isso determina-se a TMA e a TIR de cada uma das alternativas. A vencedora é aquela que tiver maior TIR, desde que seja maior que a TMA. Caso contrário, nenhuma das alternativas é viável (BARREIROS, 2003).

Deve-se ressaltar que a comparação entre duas ou mais TIRs é estritamente percentual e deixa de lado valores monetários. Casarotto Filho e Kopittke (2000) consideram a Taxa Interna de Retorno (TIR) como um método determinístico para a análise de investimentos equivalente ao VPL.

Utilizando a fórmula (2), obtém-se uma TIR de 18,8% em 10 anos.

4.4.8 EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation And Amortization)

De acordo com cálculos realizados, o EBITDA de 3 anos é de R\$ 1.150.000,00. A seguir apresenta-se como o EBITDA é calculado, bem como a sua importância.

Segundo Greenberg (1998), o EBITDA surgiu nos anos 60, mas somente entrou em voga com os “leverages buy-outs” dos anos 80. Tornou-se o método de “valuation” das empresas de cabo e mídia mais alavancadas, onde ganhos reais eram difíceis de acontecer.

Tornou-se especialmente popular em empresas que experimentam obtenção de controles de outras empresas.

Conforme Coelho (2004), o EBITDA ganhou notoriedade na década de 70. Era usado como uma medida temporária, para analisar somente o período que uma companhia, investindo em infraestrutura, iria levar para prosperar no longo prazo. Na tentativa de expurgar itens que não eram diretamente resultantes das atividades básicas, muitos gestores pensaram ser possível realizar uma análise mais exata e uma comparação das “principais operações” das empresas, pois teriam uma medida de desempenho futuro a partir de uma “demonstração modificada de fluxo de caixa”.

Conforme Mc Clure (2006), o EBITDA tornou-se proeminente em meados dos anos 80 quando os investidores examinaram empresas em perigo que precisavam de reestruturação financeira. Estes investidores usavam o EBITDA para rapidamente calcular se estas empresas poderiam trazer retornos. Banqueiros promoveram o EBITDA como uma ferramenta para determinar se uma empresa poderia cobrir seu passivo no curto prazo de um ou dois anos. Pelo menos em teoria, olhar para a taxa de cobertura do EBITDA sobre as despesas financeiras poderia dar ao investidor um senso de se uma empresa poderia cobrir pagamentos mais pesados de despesas financeiras após a reestruturação. O uso do EBITDA se estendeu para uma larga faixa de negócios. Seus defensores argumentam que ele oferece uma reflexão mais clara das operações pela exclusão de despesas que podem obscurecer como a empresa está realmente desempenhando suas funções.

Segundo Alcalde (2010), despesas financeiras, que são largamente uma função das escolhas financeiras da gestão, são ignoradas. Impostos são deixados de lado porque eles podem amplamente variar dependendo das aquisições e perdas dos primeiros anos; esta variação pode distorcer o lucro líquido. Finalmente, o EBITDA remove os julgamentos arbitrários e subjetivos que podem ir para dentro calculando a depreciação e amortização, tal como vidas úteis, valores residuais e vários métodos de depreciação. Eliminando estes itens, o EBITDA faz a comparação da saúde financeira de várias empresas ficar facilitada. Ele também é útil para avaliar empresas com estruturas de capitais, taxa de impostos e políticas de depreciação diferentes. Ao mesmo tempo, o EBITDA oferece ao investidor um senso de quanto dinheiro uma empresa jovem ou reestruturada pode gerar antes que tenha que lidar com credores e o fisco.

Segundo Martins (1998), a sigla EBITDA corresponde, em inglês, a Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization, ou seja, significa “Lucro Antes dos Juros, Impostos (sobre o lucro), Depreciações e Amortizações, que em português ficaria “LAJIDA”.

Segundo Alcalde (2010), este conceito de EBITDA corresponde, simplesmente, ao caixa gerado pelos ativos genuinamente operacionais, afinal, o lucro antes dos juros (tanto receitas como despesas financeiras), do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro e antes das depreciações e amortizações, corresponde ao potencial de caixa que o ativo operacional de uma empresa é capaz de produzir, antes inclusive de considerar o custo de qualquer capital. Dessa forma, o EBITDA não corresponde ao fluxo de caixa gerado fisicamente, uma vez que, comumente, as vendas não são recebidas à vista e as despesas também não o são. Ele representa o valor de caixa produzido pelos ativos, antes de consideradas as receitas e despesas financeiras e após o recebimento de todas as receitas e pagamento de todas as despesas.

Segundo Martins (1998), no Figura 25 são apresentadas as demonstrações financeiras de exemplo para o cálculo do EBITDA em reais.

Balanços

	31/12/00	31/12/01
Caixa	48.000	48.000
Aplicações Financeiras	0	110.171
Clientes	300.000	300.000
Estoques	120.000	120.000
Imobilizado	500.000	500.000
Dep. Acumulada	0	-50.000
Imobilizado Líquido	500.000	450.000
Ativo	968.000	1.028.171
Fornecedores	120.000	120.000
Empréstimos	348.000	348.000
Capital	500.000	500.000
Lucros Acumulados	0	60.171
Passivo	968.000	1.028.171

Demonstrações do Resultado

	2.001
Vendas	1.200.000
CMV	<u>-720.000</u>
Lucro Bruto	480.000
Despesas Operacionais	-240.000
Depreciação	-50.000
Receitas Financeiras	1.440
Despesas Financeiras	<u>-41.760</u>
Lucro Antes dos Tributos	149.680
IR e CS	<u>-49.394</u>
Lucro Líquido	100.286

Demonstração das Mutações Patrimoniais

	2.001
Patrimônio Líquido Inicial	500.000
Lucro Líquido	100.286
Dividendos Pagos	<u>-40.115</u>
Patrimônio Líquido Final	560.171

Figura 25 – Demonstrações Financeiras

Fonte: Adaptado de Martins (1998)

Conforme a Figura 25, segundo Alcalde (2010), é possível ser observada uma das principais razões da criação e utilização EBITDA: O lucro líquido de 100.286 é originado por deduções de despesas financeiras e acréscimos de receitas financeiras que provocam, diretamente sobre ele, efeitos fiscais. O EBITDA, por sua vez, procura chegar a um valor isento de efeitos fiscais, principalmente por conta do objetivo de envolver somente itens operacionais. As despesas financeiras são frutos da tomada de dinheiro emprestado por uma empresa. Dessa forma, não são consideradas provenientes das atividades do negócio. De fato, são um extrato de como uma empresa pode estar financiando suas atividades e por este motivo são excluídas do cálculo do EBITDA.

As etapas de cálculo do EBITDA são as seguintes mostra a Figura 26:

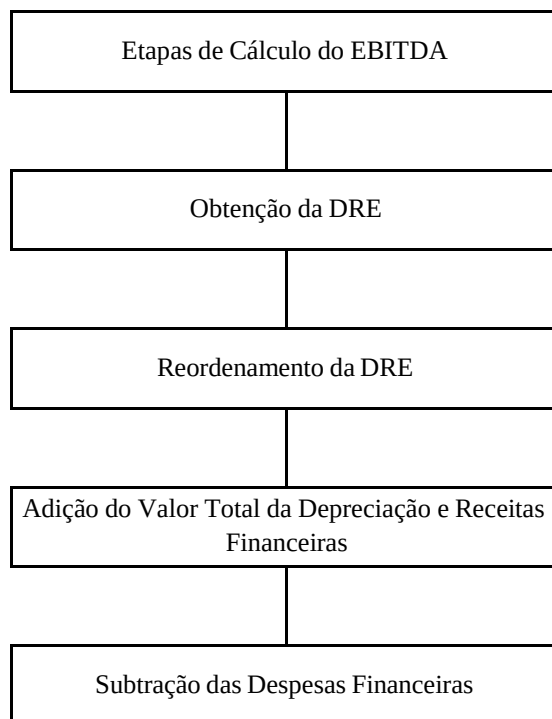


Figura 26 – Etapas de Cálculo do EBITDA

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2001)

Conforme Martins (1998), o cálculo do EBITDA é feito da forma descrita na Tabela 15:

Tabela 15 – Como se calcula o EBITDA

	2.001
Vendas	1.200.000
CMV	<u>-720.000</u>
Lucro Bruto	480.000
Despesas Operacionais	-240.000
EBITDA	240.000
Depreciação	-50.000
Receitas Financeiras	1.440
Despesas Financeiras	<u>-41.760</u>
Lucro Antes dos Tributos	149.680
IR e CS	<u>-49.394</u>
Lucro Líquido	100.286

Fonte: Adaptado de Martins (1998)

Tal como aponta Martins (1998), no cálculo do EBITDA, é como se fosse introduzida uma linha a mais na Demonstração de Resultado, que objetiva mostrar qual é o valor do potencial de geração de caixa (portanto valores antes de se considerarem as depreciações) produzido pelos ativos genuinamente operacionais (excluindo-se então as receitas financeiras que, neste caso, não são o objetivo da empresa), sem os efeitos decorrentes da forma de

financiamento da empresa (portanto, excluindo-se também as despesas financeiras) e antes dos efeitos dos tributos sobre o resultado (Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro).

O valor do EBITDA no exemplo utilizado é de 240.000 reais. Este valor informa que os ativos da empresa geraram este potencial de caixa no período, embora pelo exemplo, possa ser visto claramente que não foi somente o potencial gerado, mas também o próprio caixa, uma vez que não houve incremento de contas a receber e contas a pagar. Dessa forma o caixa gerado pelas operações é propriamente 240.000 reais. Em outras palavras, o caixa gerado pelos ativos que somavam 968.000 reais em 31/12/00 foi de 240.000 reais. Neste momento, começa a ficar mais evidente a possível utilidade do EBITDA. Uma empresa é vista pelo o que ela pode gerar de fluxos de caixa e esta expectativa determina seu valor de mercado, logo, quanto maior o EBITDA em relação ao investimento feita em uma empresa, mais bem valorizada está empresa será.

5 Considerações finais

Este trabalho de graduação é constituído de entrevistas, pesquisa bibliográfica, proposição e análise de viabilidade de uma solução simples e inovadora, usando tecnologia conhecidas e já usadas para outros fins, para controle de produção e qualidade foi satisfeita.

Nas entrevistas, verificou-se a importância do tema controle de obra e a forma executada o que constituiu base de comparação com a solução proposta. Além disso, apesar do interesse dos gestores e de algumas tentativas, não foi constatado de controle de produtividade e qualidade o que é indispensável para o processo de Industrialização da Construção Civil.

Já as pesquisas bibliográficas, embasaram o método para desenvolvimento do sistema proposto com filosofias de produção enxuta, processo de inovação e tecnologias de informação. Por outro lado, apesar de uma grande quantidade de trabalhos sobre gerenciamento de obras, verificou-se a falta de produção acadêmica propondo meios de coletas de dados eficientes ou eficiência dos processos atuais. Isso pode gerar desconfiança em resultados de artigos de gerenciamento de projetos, pois, se os dados são pouco confiáveis, consequentemente os resultados também serão.

O sistema proposto mostrou-se interessante do ponto de vista econômico dado as premissas levantadas na análise de viabilidade. Entretanto, apesar das várias funcionalidades e melhorias expostas neste trabalho, a complexidade de implantação e possibilidade de não aceitação deste sistema são riscos que podem dificultar a sua entrada no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUJA, V.; YANG, J.; SHANKAR, R. Benefits of collaborative ICT adoption for building project management. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, v.9, n.3, p. 323-340, 2009a.

AHUJA, V.; YANG, J.; SHANKAR, R. Study of ICT adoption for building project management in the Indian construction industry. *Automation in Construction*, v. 18, n. 4,p. 415-423, 2009b.

ALCALDE, Adriano. Efeitos hierárquicos na margem Ebitda: influências do tempo, firma e setor. 2010. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade: Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-03112010-164839/>>. Acesso em: 2013-11-20.

ANUMBA, C.J.; PAN, J.; ISSA, R.R.A.; MUTIS, I. Collaborative project information management in a semantic web environment. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v.15, n.1, p. 78-94, 2008.

ARAIN, F.M.; PHENG, L.S. Modeling for management of variations in building projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v.14, n.5, p. 420-433, 2007.

ARAÚJO, C. Uma interface de painel digital interativo para planejamento de projetos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

ARAÚJO, L. E. D. Reference Model for Operation and Reconfiguration of Construction Networks. 2012. 118 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BALLARD, G. (2000). The Last Planner System of Production Control. Tese de Doutorado. Birmingham: Scholl of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham.

BARREIROS, F.A.M. Projeto de investimento: uma análise estratégica a partir do conceito de cadeia de suprimentos. 221p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

BEZERRA, L. M. C. M. Planning and control of production using work cells: a case study in constructions with cast-in-place concrete vertical panels. 150 f + attachments. (Master's degree) – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo. São Carlos, Brazil, 2010.

CHRISTENSEN, C. M. The Innovator's Solution: O Crescimento pela Inovação. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. Sondagem da Construção Civil – DF – São Paulo Setembro/13. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/publicacoes-e-estatisticas/publicacoes/2013/11/1,4682/sondagem-industria-da-construcao.html>>

COELHO, Fabiano. EBITDA: A busca de uma melhor compreensão do maior vox populi do mercado financeiro. Revista Pensar Contábil – Ano VI – nº 26 – Nov/dez 2004 a Jan de 2005.

CRAIG, N.; **SOMMERVILLE**, J. Information management systems on construction projects: case reviews. Records Management Journal, v. 16, n. 3, p. 131-148, 2006.

Deggy. United States Setembro/13. Disponível em: <<http://www.deggy.com/>>

DONG, A.; **MAHER**, M. L.; **KIM**, M. J.; **GU**, N.; **WANG**, X. Construction defect management using a telematic digital workbench. Automation in Construction, v. 15, n. 6, p. 785-799, 2009.

DRUCKER, P. P. The Discipline of Innovation. Harvard Business Review. 2002.

FORMOSO, Carlos Torres et al.. Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000.

FROESE, T. M. The impact of emerging information technology on project management for construction. Automation in Construction, v. 19, n. 5, p. 531-538, 2010.

GITMAN, L. J. Princípios de administração financeira. 10. ed. São Paulo: Pearson Addisson Wesley, 2004.

GREENBERG, Herb. EBITDA: never trust anything that you can't pronounce. Fortune, New York, n.137, p.192-194, 1998.

HARTMANN, T.; **FISCHER**, M.; **HAYMAKER**, J. Implementing information systems with project teams using ethnographic-action research. Advanced Engineering Informatics, v. 23, n. 1, p. 57-67, 2009.

HENDERSON, J.R.; **RUIKAR**, K. Technology implementation strategies for construction organisations. Engineering, Construction and Architectural Management, v.17, n.3, p. 309-327, 2010.

KOSKELA, L. (1992). Application of the new Production Philosophy in Construction. Stanford. Technical Report, n. 72, Center of Integrated Facility Engineering (CIFE).

KOSKELA, L. (2000). An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction. Publication N. 408, VTT, Espoo, 2000.

LAM, P.T.I.; **WONG**, F.W.H.; **TSE**, K.T.C. Effectiveness of ICT for Construction Information Exchange among Multidisciplinary Project Teams. Journal of Computing in Civil Engineering, v.24, n. 4, p. 365- 376, 2010.

MARTINS, Eliseu. EBITDA: O que é isso? IOB – Informações Objetivas, Temática Contábil e Balanços. São Paulo: Boletim IOB 06/98, p. 1-7, 1998.

Maximintegrated. United States Setembro/13. Disponível em:
<<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/guard-tour/>>

Mc CLURE, Ben. A Clear Look at EBITDA. 2006. Disponível em:
<http://www.investopedia.com/articles/06/ebitda.asp>. Acessado em 11 ago 2009.

NEVES, F. F., **GUERRINI**, F. M. . Modelo de requisitos e componentes técnicos para a formação e gerência de redes de cooperação entre empresas da construção civil. Gestão & Produção, v. 17, p. 195-206, 2010.

OLIVEIRA, M. H. F. (2008). A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL fuzzy. São Carlos, 2008, 209p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

OSTERWALDER, A. PIGNEUR, Y. Modelo Canvas. Business Model Generation. <http://www.businessmodelgeneration.com/canvas>. Acesso em: 21 jun. 2013.

PACHECO, C. A. ALMEIDA, J. G. A política de inovação. Campinas, SP. 2013. CNI. Confederação Nacional da Indústria. <<http://www.cni.br/>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

PESSARELLO, Regiane Grigoli. Implementação de sistema integrado para gestão de contratos de obras de edificações em empresas de construção civil / Pessarello. -- ed.rev. -- São Paulo, 2011. 218 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

PIRES, Cláudio Alex de Oliveira. Utilização do tablet para melhoria da gestão da qualidade e produtividade na construção civil. Feira de Santana, BA. 2010, 112p. Universidade Estadual De Feira De Santana.

REBELATTO, D.A.N. Projeto de investimento: com estudo de caso completo na área de serviços. BARUERI: Manole, 2004.

REHM, Mauro Velloso. Gestão on-line. [Entrevista a Kelly Carvalho]. Revista Construção e Mercado, n. 20, p. 15-18, março, 2003.

ROWLISON, S.; CROKER, N. IT sophistication, performance and progress towards formal electronic communication in the Hong Kong construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 13, n. 2, p. 154-170, 2006.

RUUSKA, I.; TEIGLAND, R. Ensuring project success through collective competence and creative conflict in public-private partnerships – A case study of Bygga Villa, a Swedish triple helix e- government initiative . International Journal of Project Management, v. 27, n. 4, p. 323-334, 2009.

SALEM, O.; MOHANTY, S. Project management practices and information technology research. *Journal of Construction Engineering and Management - ASCE*, v.134, n.7, p. 501-508, 2008.

SCHWEITZER, Marcell; TROSSAMANN, Ernst; LAWSON, Gerald H. “Break- even analyses: basic model, variants, extensions”. New York: John Wiley & Sons, 1992. Tradução do Original Alemão “Break-even analysen: grundmodell, varianten, erweiterungen”, Stuttgart: C. E. Poeschel Verlag, 1986.

SECOVI, Sindicato da Habitação. Balanço Secovi – SP – São Paulo Setembro/13. Disponível em: <<http://www.secovi.com.br/files/Arquivos/af-balanco-2013.pdf>>

SINDUSCON-SP. Sindicato da indústria da construção civil do estado de São Paulo. <<http://www.sindusconsp.com.br/>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

TATARI, O.; CASTRO-LACOUTURE, D.; SKIBNIEWSKI, M.J. Current state of construction enterprise information systems: survey research. *Construction Innovation*, v. 7, n. 4, p. 310-319, 2007.

Tecnisa – SP – São Paulo Setembro/13. Disponível em: <<http://www.tecnisa.com.br/imoveis/quintessence/186>>

VANDERBECK, Edward J.; NAGY, Charles F. “Contabilidade de Custos”. 11ª ed. Brasil: Pioneira – 2001.

VASCONCELOS, Yumara Lúcia. EBITDA: Redescoberta Do Potencial Informativo Dos Indicadores Absolutos. *Revista do Conselho Regional do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, ano 2001, no. 102, p. 1-9, 2001a.

VASCONCELOS, Yumara Lúcia. EBITDA: Retrato do Desempenho Operacional. IOB – Informações Objetivas, Temática Contábil e Balanços. São Paulo, ano 2001, no. Bol. 49/2001, p. 1-6, dez. 2001b

WANG, L.C.; LIN, Y.C.; LIN; P.H. Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction. *Advanced Engineering Informatics*, v. 21, n. 4, p. 377-390, 2007.

YU, J.H.; LEE, H.S.; KIM, W. Evaluation model for information systems benefits in construction management processes. *Journal of Construction Engineering and Management - ASCE*, v.132, n.10, p. 1114-1121, 2006.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 22 de novembro de 2013	3. REGISTRO Nº DCTA/ITA/TC-100/2013	4. Nº DE PÁGINAS 72
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Proposta de um sistema para controle de obra.			
6. AUTOR(ES): Herton Ferreira Cabral Junior			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Medição de desempenho, Controle, Qualidade, Produtividade, iButton, Smartphone.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Canteiro de obras; Implementação de projetos; Administração de projetos; Medição de desempenho; Engenharia civil; Administração.			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientadora: Prof. Dra. Maryangela Geimba Lima. Publicado em 2013.			
11. RESUMO: A proposta consiste no desenvolvimento um sistema automatizado utilizando uma composição de tecnologias para monitoramento com iButton, um algoritmo BI (Business Intelligence) e smartphones. O produto desta combinação de tecnologias é a geração automática da folha de pagamento da produção e da readequação do cronograma, além da melhoria do controle e eficiência da produção, produtividade e qualidade no canteiro de obras.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			