

Controle de qualidade de obras através do emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) – Estudo de caso

Quality control of building through the use of Information and Communication Technology (ICT) - Case study

Jeferson Spiering Böes, Mestrando em Engenharia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

boes.jeferson@gmail.com

Jeferson Ost Patzlaff, Doutorando em Engenharia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

jefersonop@unisinis.br

Marco Aurélio Stumpf González, Doutor em Engenharia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

mgonzalez@unisinis.br

Resumo

A construção civil enfrenta um cenário de fortes mudanças, influenciadas pela crise econômica, busca de materiais e processos alternativos com menor impacto no meio ambiente. Somado a estes fatores, há a busca por elevados índices de desempenho das edificações e o atendimento dos requisitos de satisfação do cliente. Para tal, é imprescindível buscar novas tecnologias e metodologias de gestão e execução, que visem a eficiência dos processos a fim de reduzir desperdícios e assegurar a qualidade. O estudo consiste em aplicar a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no controle de qualidade dos serviços executados, utilizando *tablets* para aplicação das Fichas de Verificação de Serviço (FVS), apresentando uma comparação de vantagens e desvantagens do uso da TIC. A aplicação otimizou o processo de controle de qualidade, com monitoramento em tempo real, através de indicadores gerados automaticamente, facilitando a gestão e aumentando a confiabilidade das informações para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Qualidade. TIC. Construção Civil. FVS. Gestão.

Abstract

Civil construction faces a scenario of strong changes, influenced by the economic crisis, search for alternative materials and processes with less impact on the environment. In addition to these factors, there is the search for high indices of performance of the buildings and the fulfillment of customer satisfaction requirements. For this, it is imperative to seek new technologies and methodologies of management and execution, that aim at the efficiency of the processes in order to reduce wastes and to assure the quality. The study consists of applying Information and Communication Technology (ICT) in the quality control of the services performed, using tablets for application of the Service Checks (FVS), presenting a comparison of the advantages and disadvantages of the use of ICT. The application optimized the process of quality control, with real-time monitoring, through automatically generated indicators, facilitating management and increasing the reliability of information for decision making.

Keywords: *Quality. ICT. Construction. SSV. Management.*

1. Introdução

Atualmente para gerenciar um empreendimento, não é mais suficiente o uso das metodologias tradicionais, com as quais o gestor não tem o controle satisfatório de todas as informações geradas entre todos os agentes intervenientes. Na construção civil a falta de informação em tempo real é uma característica do setor. Coletar as informações em todos os lugares da obra torna-se um desafio aos responsáveis, pois geralmente os canteiros de obra possuem grandes áreas, condições climáticas adversas e recursos espalhados.

Geralmente os dados coletados em obra são imprecisos e verbais, através do uso de folhas de papeis, que ocasiona um desperdício de tempo e espaço entre o canteiro de obras e o escritório. Neste sentido o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), através do uso de dispositivos móveis, como o tablet e smartphone, se tornam alternativas para coletar e gerenciar as informações de forma eficaz. Os dispositivos móveis permitem que a informação seja transferida a partir do campo para o escritório muito mais rápido e seguro que as metodologias tradicionais, baseados em folhas de papel, como também tem a qualidade e a integridade dos dados potencialmente melhoradas uma vez que menos erros são realizados durante processo do registro.

Este trabalho apresenta um estudo acerca da aplicabilidade da TIC no controle de qualidade de uma obra, onde utilizou-se de dispositivos móveis para aplicação das Fichas de Verificações de Serviço (FVS). Os resultados apontam para a viabilidade do uso da tecnologia em larga escala e nos benefícios para a gestão como um todo.

2. Revisão Bibliográfica

A qualidade na construção civil é percebida através do desempenho e durabilidade dos empreendimentos, em que a qualidade dos serviços associados torna um caráter essencial à qualidade dos empreendimentos. (BRAZ, 1999). O tema qualidade na construção civil no Brasil vem recebendo uma atenção especial e crescente, ganhando cada vez mais espaços em eventos técnicos e objetos de investimento da iniciativa privada, principalmente devido as novas exigências de desempenho somadas a busca da satisfação total do cliente. (BÖES, 2015). O setor da construção civil vem buscando, elevar os padrões de qualidade de seus

produtos e serviços, enfocando sua confiabilidade, durabilidade e, principalmente, o atendimento das necessidades do cliente, através de ações voltadas à inovação, redução de prazos e custos. (COSTA et al., 2005). Sukster (2005) afirma que, diante de uma maior competição de mercado, é indispensável que a construção civil busque novas formas de produzir. Empresários do setor vêm-se obrigados a reformular os antigos métodos de produção para aumentarem a eficiência no processo produtivo. (SANTOS, 2003).

De acordo com Kim et al. (2013), a gestão das construções é um componente crítico para uma execução bem-sucedida de projetos em larga escala. A indústria da construção civil caracterizada como uma indústria que possui informação intensiva, que necessitam ser trocadas e transferidas durante todo o processo. (CHEN; KAMARA, 2011). Atualmente, para gerenciar um empreendimento, não é mais suficiente utilizar metodologias tradicionais, com as quais o gestor não tem o controle satisfatório de todas as informações geradas entre os agentes intervenientes. (NASCIMENTO; SANTOS, 2008). A falta de informação em tempo real é uma característica da indústria da construção civil. Essa ausência cria obstáculos e reduz a capacidade dos gestores acompanharem os custos, prazos e demais indicadores de desempenho, diminuindo sua habilidade de detectar ou controlar a variabilidade e incerteza inerentes nas atividades de construção. (HOWELL; KOSKELA, 2000).

Realizar um intercâmbio eficaz de informações entre os participantes de uma construção não é uma tarefa fácil, pois canteiros de obra com grandes áreas, condições climáticas adversas e recursos espalhados tornam difícil aos engenheiros e aos gerentes essa extração da informação do local onde está ocorrendo a atividade até o escritório. (KIM; LIM; KIM, 2011). Para Kimoto et al. (2005), o uso de folhas de papel para a coleta de dados nos canteiros de obra ocasiona um desperdício de tempo e espaço entre o canteiro de obras e o escritório. É um desafio para os engenheiros coletar as informações em todos locais em tempo real. Para esse desafio, faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas com capacidade de detecção e comunicação adequadas para a troca de informação de forma eficaz. (KIM et al., 2013). Nessa conjuntura Kim, Lim e Kim (2011) apontam o emprego de tablets e smartphones como a solução para a aplicação da coleta da informação nas obras. Para Nakagawa (2006), geralmente os dados coletados em obra são imprecisos e verbais. Os dispositivos móveis permitem que a informação seja transferida a partir do campo para o escritório muito mais rápido que os sistemas tradicionais, baseados em papel. A qualidade e a integridade dos dados são potencialmente melhoradas uma vez que menos erros são feitos durante o processo de registro, transporte e processo. (BOWDEN et al., 2005).

Estudos de caso, envolvendo dispositivos móveis em canteiros de obra foram realizados por Nakagawa (2006), Kim, Lim e Kim (2011), Leão (2014), e Kim, et al. (2013), que constataram que através das informações em tempo real melhorou-se a tomada decisão por parte da equipe de engenharia. Também, foi evidenciado que devido às diversas interfaces do sistema e ao acesso remoto, possibilitou-se o acompanhamento da obra por diversos setores de empresa.

3. Estudo de Caso

3.1. Empreendimento A

Para o desenvolvimento do estudo, definiu-se uma obra na cidade de Cachoeirinha/RS, que se trata de um Centro de Distribuição e foi escolhida por apresentar uma versatilidade de atividades simultaneamente e pela construtora exigir um alto nível de controle dos

serviços executados, na qual buscava-se um acompanhamento em tempo real da execução dos serviços.

3.2. Software Utilizado

O software utilizado para implantação do controle de qualidade é voltado à mobilidade na construção civil, desenvolvido para recolher, em tempo real, informações que sirvam como base para tomada de decisões estratégicas, melhoria da qualidade, redução de custos, sustentabilidade ambiental e agilidade na decisão. Ele funciona em duas plataformas: web e mobile. A plataforma web é responsável por cadastrar os formulários, receber, centralizar e processar todas as informações coletadas em campo. Através dela é possível gerir os módulos em tempo real e acompanhar os indicadores da obra. A plataforma mobile é responsável por realizar a coleta das informações em campo. Nela, o usuário realiza as inspeções, registra as Não Conformidades (NC) e transmite os formulários para plataforma web. Ele pode ser utilizado através de smartphones e tablets como aplicativo, pelos profissionais nas obras e permite o controle da qualidade, produtividade, mão de obra em tempo real. Seu sistema é habilitado para operar online e offline, de modo atender as obras que não possuem conexão com internet.

3.3. Implantação

Para realização do estudo, definiu-se cinco serviços para controle. Os serviços foram ao longo do estudo, as principais atividades realizadas na obra, sendo elas execução de fundações do tipo estaca hélice contínua, blocos de coroamento, pilares pré-fabricados, execução de piso e execução de Tilt-up.

Após definidas as atividades a serem controladas e selecionadas as respectivas FVS, foi realizado a transferência das informações, contidas em papeis para a plataforma web. Além do cadastro das FVS, foram adicionadas junto a plataforma web, todas as empresas subcontratadas envolvidas na obra com o objetivo de vincular as FVS aplicadas aos respectivos responsáveis pela execução.

A etapa de coleta das informações teve duração de três meses e foi desenvolvida na medida em que os serviços eram realizados em campo, com a realização das inspeções de qualidade através das FVS via *tablet*. Para realização desta etapa, não foi necessário o uso de conexão com internet, pois a plataforma mobile, funciona off-line.

A rotina de inspeção em campo seguiu a mesma para todos serviços, ao concluir uma atividade de um determinado serviço, era realizada a inspeção de qualidade. O responsável pela qualidade, ao chegar no local a ser inspecionado, acessava a plataforma mobile, selecionava a FVS referente ao serviço à ser inspecionado e iniciava a inspeção. A figura 1 ilustra o início da aplicação da FVS.

No formulário, vinculou-se o subcontratado/funcionário responsável pela execução do serviço como o responsável pela inspeção de qualidade e a sua respectiva assinatura eletrônica. Também, vinculou-se o local de aplicação, de modo realizar a rastreabilidade das FVS e das Não Conformidades (NC). A figura 2 apresenta a vinculação do local avaliado sob a ótica da rastreabilidade dos serviços.

Figura 1 – Início da aplicação da FVS

Figura 2 – Seleção da estaca de fundação

A inspeção seguiu a ordem estipulada no cadastro, bem como as respostas predefinidas, que apresenta o que deve ser verificado, o método da verificação, tolerância ou critério de aceitação do desvio e um campo para inserir observação em relação à inspeção, como mostra no exemplo da figura 3. É disponibilizada uma opção, “anexos do item”, com a possibilidade de acessar arquivos pré-carregados, como, projetos, procedimentos e demais documentos pertinentes que auxiliem a inspeção. Em casos de constatação de uma Não Conformidade, ao reprovar um item de aceitação, a plataforma mobile abre automaticamente uma janela para preenchimento da NC, de modo a registrar o maior número de informações. A plataforma mobile gera automaticamente o número sequencial da NC, vinculando o local

inspecionado, para a rastreabilidade, como também, os responsáveis pela execução do serviço. De forma a evidenciar as NC e obter maior registro e informações para melhoria contínua e tomada de decisão, a plataforma mobile, permite inserir anexos à NC, dentre eles, registro fotográficos, evidenciando as falhas diagnosticadas. Os registros são georeferenciados, a data e hora do registro. Também, é permitida a inclusão de marcadores nos registros fotográficos, com o intuito de ilustrar especificadamente os pontos não conformes da avaliação e realizar um texto explicativo. A figura 4 apresenta o registro fotográfico de uma NC.



Preenchimento de Formulário Todos Anexos do Item Não Conformidades

Cabeçalho **FVS-030A- EXECUÇÃO TILT-UP (FÔRMAS)** 2/10

Condição de Início de Serviço 2/3

- Verificar o tempo de cura da concretagem do piso
- Limpeza do piso**
- Nivelamento do piso

Controle Execução - Fôrmas 0/7

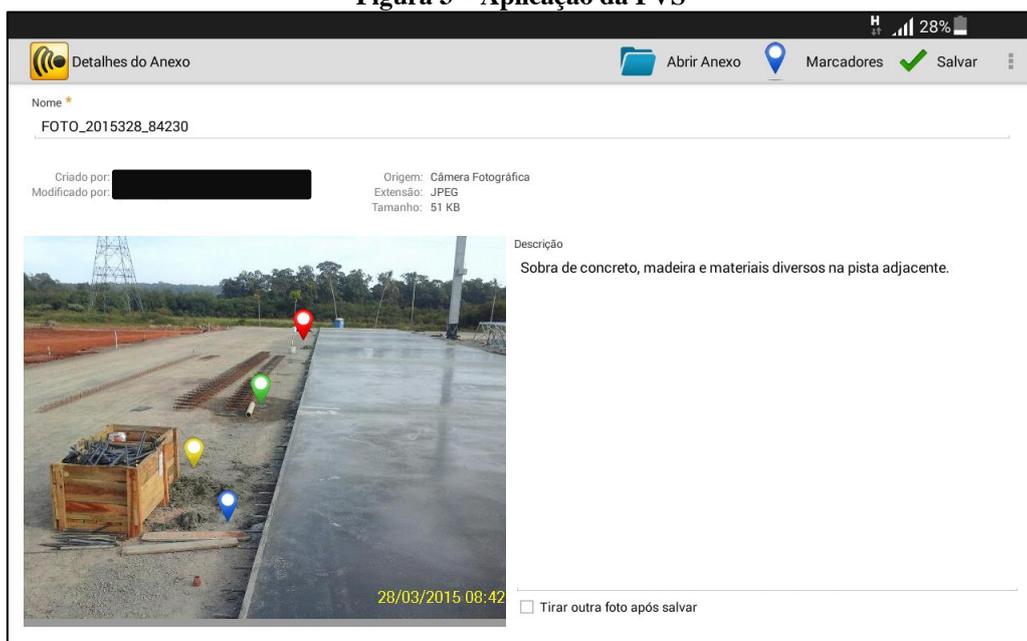
- Conferir linearidade das fôrmas
- Aplicação de cera desmoldante no piso entre as fôrmas e nas laterais das fôrmas, antes da concretagem.
- Proteção do piso nas laterais externas às fôrmas com lona plástica. (área não concretada).

Conferência visual **Sim** **Não**

Observação

Anterior Próximo

Figura 3 – Aplicação da FVS



Detalhes do Anexo Abrir Anexo Marcadores Salvar

Nome * FOTO_2015328_84230

Criado por: [Redacted] Origem: Câmera Fotográfica
 Modificado por: [Redacted] Extensão: JPEG
 Tamanho: 51 KB

Descrição: Sobra de concreto, madeira e materiais diversos na pista adjacente.

28/03/2015 08:42 Tirar outra foto após salvar

Figura 4 – Registro Fotográfico da Não Conformidade

Após o completo preenchimento de todos os itens do formulário, ele foi transmitido, para a plataforma web. A transmissão requer conexão com rede de internet. Ela ocorre de forma automática e é realizada no instante que a plataforma mobile detecta alguma conexão com internet, seja 3G ou wireless.

4. Resultados

Com a implantação do software proposto, foi possível otimizar o fluxograma do processo de aplicação das FVS. Inicialmente o fluxograma possuía dez etapas, cada uma contendo uma única atividade a ser realizada. Após a implantação, o fluxograma do processo reduziu-se a cinco etapas, quando foi otimizado em uma única etapa as atividades de Preenchimento da FVS, Abertura da NC, Registro Fotográfico e Envio da FVS, como pode ser constatado através da figura 5.

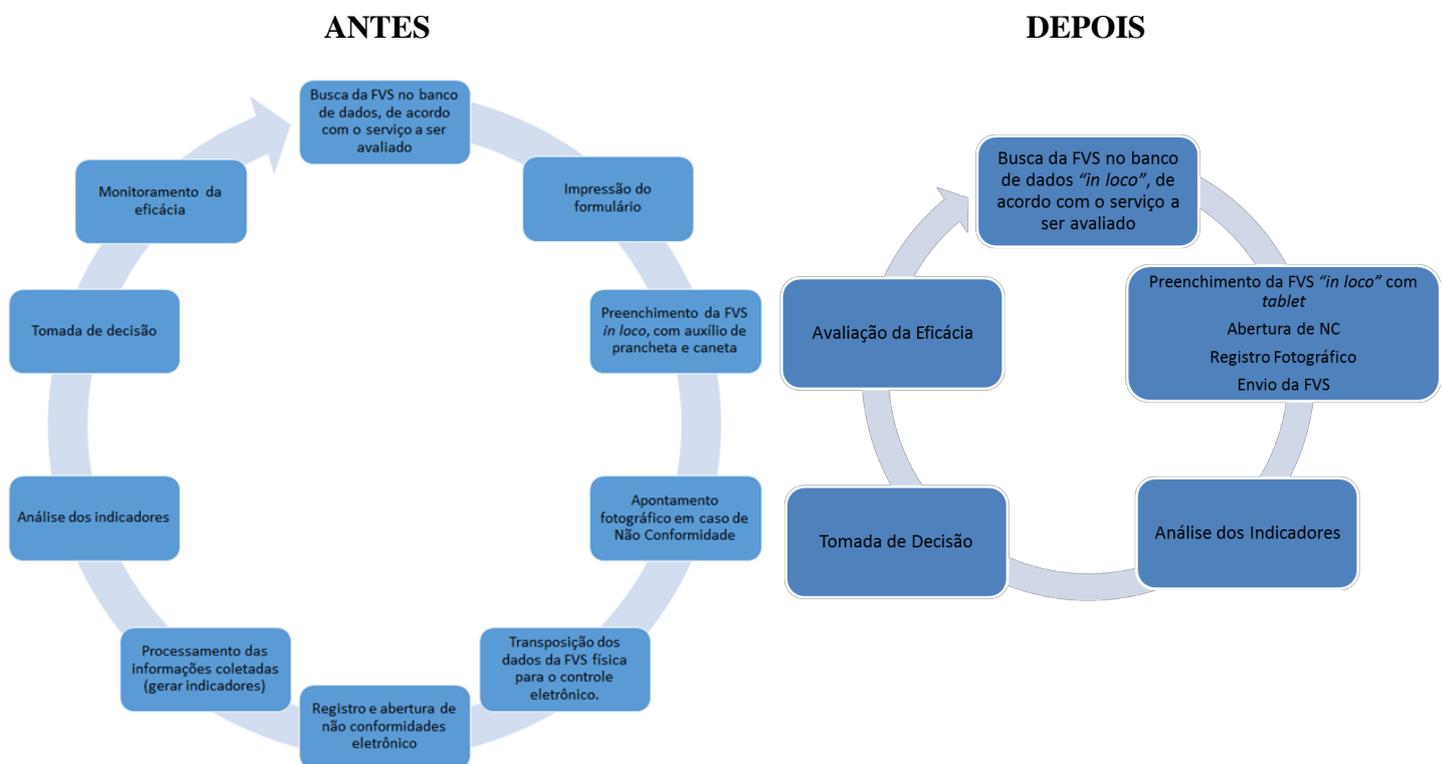


Figura 5 – Comparação do fluxograma do processo da FVS

Ao realizar o envio do formulário diretamente do campo, eliminou-se a etapa de transposição das informações. Da mesma forma, o processamento de dados e a geração de relatórios foram extintos, pois, o software realizava estas operações automaticamente. Ao longo do estudo, foram inspecionados 237 elementos (locais), totalizando 2.237 itens inspecionados, através da aplicação de 247 FVS.

Por meio da plataforma web, foi possível monitorar o desempenho da obra em tempo real, através de indicadores gerados automaticamente à medida em que as FVS eram transmitidas. O monitoramento era realizado via *dashboards*, ferramenta disponível na plataforma web, que apresentavam o desempenho da qualidade da obra. Entre eles, destaca-se o Painel da Qualidade - Formulários, que apresentava em um único layout, uma visão do desempenho

de cada atividade ocorrida na obra e um indicador geral, conforme ilustra a figura 6. Este acompanhamento em tempo real permitiu aos gestores tomarem conhecimento de informações que até então não eram geradas e possibilitou correções dos desvios ao longo da obra.

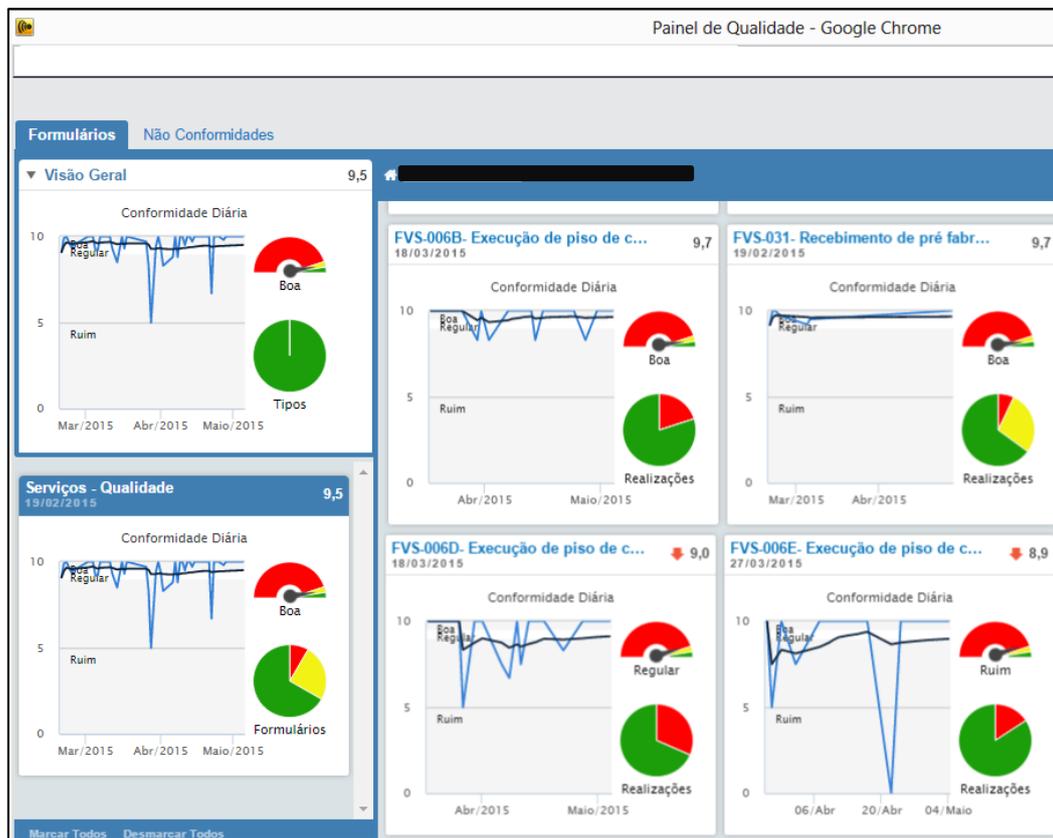


Figura 6 – Painel de Qualidade – Formulários

Do mesmo modo, o Painel Qualidade – Não Conformidades, permitiu a gestão das NC do empreendimento. O *dashboard* apresenta as NC geradas por formulários aplicados ao longo do tempo, monitorando as que estavam com data de resolução atrasadas, no prazo e as que já tinham sido sanadas. A figura 7 apresenta este *dashboard*. Esta ferramenta foi de extrema importância, pois serviu como base para análise da qualidade dos serviços executados na obra, onde adotou-se a premissa de buscar causa raiz do problema, a correção imediata e o aumento no treinamento e planejamento para evitar a reincidência.

Até a realização do estudo, a Empresa A não tinha nenhum controle e método de avaliação dos seus subcontratados com relação à qualidade dos serviços. Através da vinculação dos subcontratados na aplicação das FVS, pode-se avaliar os subcontratados. Através do *dashboard* Não Conformidade por Empreiteiro, apresentado na figura 8, foi possível diagnosticar desvios por partes dos subcontratados. Ao constatar uma NC gerado por algum subcontratado, o responsável pela qualidade gerava o Registro de Inspeção de Serviço e o Relatório de Não Conformidade através da plataforma web e encaminhava imediatamente ao empreiteiro responsável pela correção.

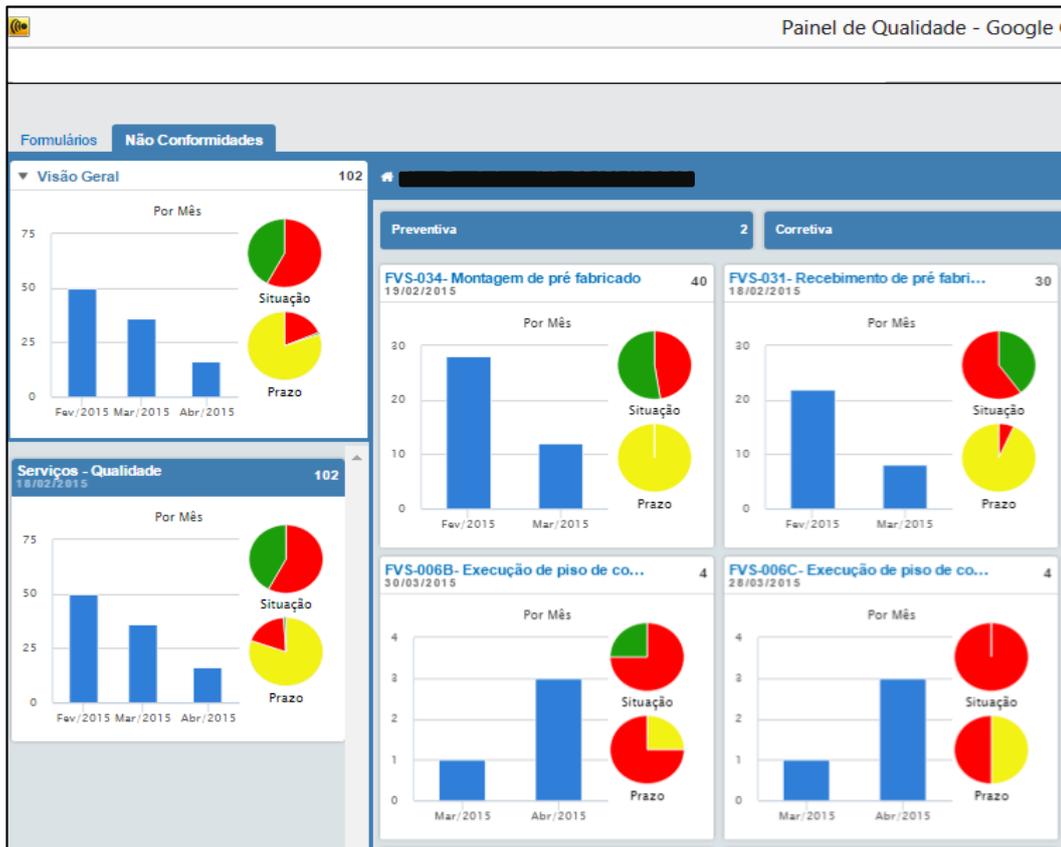


Figura 7 – Painel da Qualidade – Não Conformidades

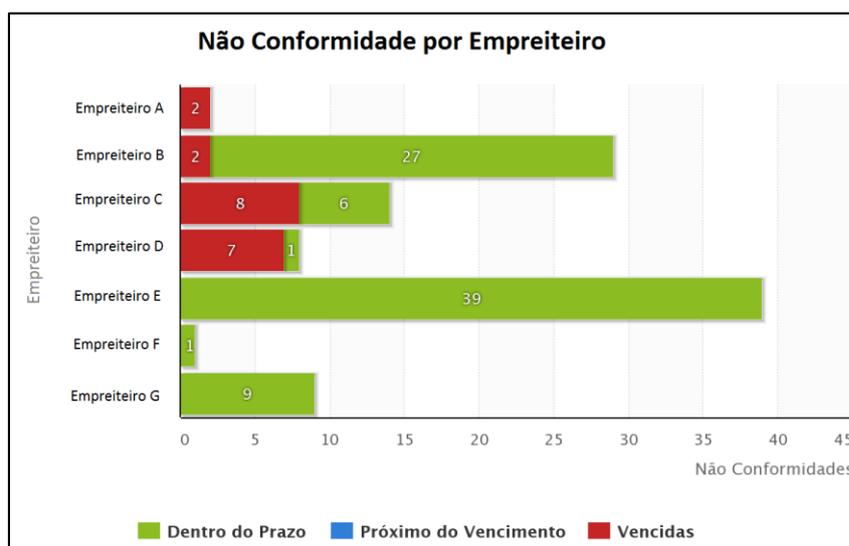


Figura 8 – Não Conformidade por Empreiteiro

Após a implantação da TIC, foi constatada uma grande aceitação do uso da Tecnologia pelos agentes intervenientes, que afirmaram que a nova metodologia otimizava o processo, reduzia o volume de documentos em papel e possuía melhor interface para realização da inspeção. O setor de produção teve uma alta adesão na aplicabilidade da TIC, através do uso

do *tablet*, pois possibilitou ao setor assegurar-se que, de forma eficaz, os serviços executados, atendiam aos requisitos estabelecidos e também incentivavam o uso constante na obra.

Ao final do estudo, elaborou-se um quadro comparativo entre a metodologia de aplicação das FVS antes e após a implantação do software, apresentado pela figura 9.

	Metodologia Antes		Metodologia Depois	
	Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Investimento	Não necessita de grandes investimentos financeiros	-	-	Necessita de investimento financeiro
	Não requer grande capacitação técnica dos funcionários	-	-	Requer conhecimentos básicos de informática
Processo	Processo conhecido pela empresa	-	-	Processo desconhecido pela empresa
Processo	Metodologia tradicional e de fácil domínio	-	-	Metodologia inovadora e pouco conhecida pelo mercado
	-	Retrabalho – Transmitir as informações do papel para planilha eletrônica	Não há necessidade de transmissão manual da informação	-
	-	Retrabalho – Reescrever FVS sujas ou danificadas durante inspeção	Não há necessidade de reescrever a FVS	-
	-	-	Velocidade na coleta de dados	-
	-	-	Redução das etapas do processo	-
	-	-	Centralização das informações	-
	-	Não gera indicadores automaticamente	Gera indicadores automaticamente	-
	-	Não gera indicadores automaticamente	Gera indicadores automaticamente	-
Mobilidade	Não requer conexão com internet para aplicação das FVS	-	Não requer conexão com internet para aplicação das FVS	-
	Não requer conexão com internet para emissão de relatórios e gestão	-	-	Requer conexão com internet para emissão de relatórios e gestão
	-	Carregar volumes de papel para campo	Carregar apenas o dispositivo móvel	-
Meio Ambiente	-	Acarreta em grandes espaços físicos para armazenamento das FVS	Não requer espaços físicos para armazenamento das FVS	-
	-	Geração excessiva de papel	Pouca geração de papel	-

Figura 9 – Comparativo entre a metodologia de aplicação da FVS antes do estudo X após o estudo

5. Conclusão

O emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação no controle de qualidade Empreendimento A mostrou-se viável e apresentou resultados importantes a empresa, que considerou positivo o emprego dessa tecnologia na gestão da obra e melhoria do processo.

O uso da tecnologia permitiu a otimização do fluxograma do processo de coleta de FVS, que diminui pela metade as etapas, reduzindo o tempo despendido para aplicação e aumentando a praticidade do uso das FVS. Também possibilitou o registro fotográfico das NC, o uso de *tablets*, eliminando a emissão de papéis e realização de todos os registros diretamente do campo, de modo que a informação fosse capturada na sua essência.

O envio automático das FVS da plataforma mobile para plataforma web mostrou-se muito eficaz e prático, fazendo-se desnecessário o retrabalho de transmitir as informações do meio físico para o meio digital, além de possibilitar o envio da informação diretamente do campo, aumentando o nível de segurança quanto à perda da informação ao longo do processo. O emprego do software permitiu aos gestores o monitoramento em tempo real dos indicadores e das atividades executadas. Os *dashboards* possibilitaram, através de sua versatilidade de informações e por sua linguagem objetiva e dinâmica, o entendimento e uma visão ampla das NC e da abrangência das FVS em toda obra. Outro benefício gerado pela implantação da TIC foi a geração automática de relatórios das FVS e das NC. Essa automação possibilitou uma ágil gestão e encaminhamento dos problemas diagnosticados para os respectivos responsáveis pela resolução.

A TIC mostrou-se aplicável e de grande adaptação às diversas peculiaridades da indústria da construção civil. O uso da tecnologia para a o controle de qualidade no Empreendimento A mostrou-se viável e com potencialidade de ser expandido para o controle de todos os serviços executados, bem como a gestão da qualidade como um todo. O seu emprego facilita a comunicação entre os envolvidos, de modo a concentrar as informações. A adesão pela equipe técnica da obra evidencia a tendência do uso dessas tecnologias no dia a dia das obras. A utilização de *tablets* na obra apresentou-se como uma ferramenta inovadora e com forte tendência no dia a dia das construções, através de sua característica multiuso, quando possibilitou a aplicação de FVS, abertura de NC, registros fotográficos e consulta a procedimentos e projetos.

Referências

BÖES, Jeferson Spiering. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) aplicada ao sistema de qualidade de obras: estudo de caso. 2015, 155 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.

BOWDEN, S. et al. Making the case for mobile IT in construction. *Computing in Civil Engineering*, p. 1-12, 2005.

BRAZ, A. J. de Oliveira. Da qualidade dos serviços da construção: contribuição para a sua melhoria em Portugal. Lisboa: Ministério do Equipamento Social. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1999.

CHEN, Y.; KAMARA, J. M. A framework for using mobile computing for information management on construction sites. *Automation in Construction*, v. 20, n. 7, p. 776-788, nov. 2011.

COSTA, D. B. et al. Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: manual de utilização. Porto Alegre: UFRGS/PPGEC/NORIE, 2005.

HOWELL, G.; KOSKELA, L. Reforming project management: the role of lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 8., Brighton, 2000. Anais... Brighton, 2000.

KIM, C. et al. On-site construction management using mobile computing technology. *Automation in Construction*, v. 35, p. 415-423, nov. 2013.

KIM, C.; LIM, H.; KIM, H. Mobile computing platform for construction site management. In: Proceedings of 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Seoul, Korea. 2011.

KIMOTO, K. et al. The application of PDA as mobile computing system on construction management. *Automation in Construction*, v. 14, n. 4, p. 500-511, ago. 2005.

LEÃO, C. F. Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade utilizando tecnologia de informação. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2014.

NAKAGAWA, Y. Real time performance information system. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 14., Santiago, 2006. Anais... Santiago, 2006.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. *Ambiente Construído*, n. 11, p. 69-81, 2008.

SANTOS, L. A. dos. Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil. 2003, 317 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2003.

SUKSTER, R. A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras. 2005, 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.