Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) APLICADA AO CONTROLE DE QUALIDADE COMO FORMA DE ASSEGURAR DESEMPENHO E ATENDIMENTO DA VUP (VIDA ÚTIL DE PROJETO)

J. S. BÖES
Engenheiro Civil
UNISINOS
São Leopoldo; Brasil
boes.jeferson@gmail.com

J. O. PATZLAFF
Professor Mestre; Engenheiro Civil
UNISINOS
São Leopoldo; Brasil
jefersonpatzlaff@gmail.com

RESUMO

A vigência da ABNT NBR 15575:2013 vem promovendo mudanças no setor da construção civil que envolvem toda cadeia produtiva, principalmente no que tange o processo de projeto, seja através de etapas como a escolha de componentes e sistemas construtivos ou na própria busca por certificação de produtos e sistemas construtivos, por parte dos fabricantes, de forma que seus insumos e componentes aplicáveis às edificações habitacionais atendam à referida Norma. Contudo, a fase de construção também tem um papel fundamental para assegurar que os requisitos estabelecidos em projeto sejam atendidos. Frente a esse contexto, a partir da implantação de um Controle de Qualidade, pode-se monitorar e gerir o processo executivo, buscando e assegurando que esses sistemas construtivos sejam executados de forma adequada, atestando a qualidade do empreendimento, como um todo. Nesse sentido, o presente trabalho aponta o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no Controle da Qualidade, através do uso de tecnologias atuais, de modo a atender o cumprimento dos requisitos estabelecidos e assegurar a VUP (Vida Útil de Projeto) da edificação. Conclusivamente, o Controle de Qualidade aplicado durante a fase de execução melhora os níveis de produção de obras com maior grau de qualidade, consequentemente aumentando sua Vida Útil (VU) e gerando a expectativa de maior durabilidade.
Palavras-chave: edificação, qualidade, vida útil, durabilidade, desempenho, execução, projeto.

ABSTRACT

The validity of the NBR 15575: 2013 has been promoting changes in the construction industry involving the entire production chain, especially regarding the design process, either through steps such as the choice of components and construction systems or in the pursuit of certification construction systems and products, by manufacturers, so that their inputs and components applicable to residential buildings meet the said standard. However, the construction phase also plays a key role in ensuring that the requirements in the project are met. Faced with this context, since the implementation of a Quality Control, you can monitor and manage the enforcement proceedings, seeking and ensuring that these constructive systems to run properly, attesting to the quality of the enterprise as a whole. In this sense, this study points to the use of Information and Communication Technology (ICT) in Quality Control, through the use of current technologies in order to meet compliance with the established requirements and ensure the VUP (Project Lifespan) of edification. Conclusively, the quality control applied during the implementation phase improves the works of production levels with the highest degree of quality, thereby increasing its Lifespan and generating the expected durability.
Keywords: building, quality, lifespan, durability, performance, execution, design.

1. INTRODUÇÃO

Com a vigência da ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, toda a cadeia produtiva da indústria da construção civil muda o conceito de produzir e construir, iniciadas pelas edificações habitacionais. Normas de desempenho têm por finalidade atender às exigências dos usuários. No caso, a ABNT NBR 15575:2013 refere-se aos sistemas que compõe as edificações habitacionais, independente dos sistemas construtivos e os materiais adotados. A norma enfoca as exigências dos usuários, no que tange ao comportamento ao uso, sem prescrição dos sistemas

construtivo utilizados [1]. Esta mudança transforma a relação entre construtora e cliente em uma relação de consumo. Para tal, faz-se necessário mudar o conceito de projetar e construir, a fim de atender aos novos requisitos.

Também, a fase de execução possui papel importante no atendimento dos requisitos estipulados em projeto, pois através desta que assegura-se o cumprimento dos requisitos previstos em todos sistemas construtivos. O desafio para o atendimento dos requesitos estabelecidos em projetos, como assegurar a Vida Útil de Projeto (VUP), durante a fase de construção, está em controlar todas as atividades executadas ao longo da obra, de modo eficaz, conferindo qualidade e a correta execução, do ponto de vista técnico. Deste modo, faz-se necessário criar mecanismos que visem monitorar e gerir o processo construtivo buscando assegurar o atendimento destes requisitos de formal integral e em todas etapas da obra. Para isto, o Controle de Qualidade apresenta-se como uma forma de garantir o atendimento e controlar a execução do empreendimento, atestando a qualidade como um todo.

De acordo com Righi [2], o controle de qualidade foi implementado com o objetivo de que os produtos defeituosos não fossem colocados à disposição do consumidor. Esta afirmação vai ao encontro da ABNT NBR 15575:2013, pois torna-se uma ferramenta com alto potencial de aplicação nos canteiros de obra para o cumprimento da norma, pois os *produtos defeituosos* não atendem os requisitos estipulados e a VUP de uma edificação.

Para o atendimento da qualidade nas obras e, como consequência, a satisfação total do cliente e o atendimento dos requisitos da NBR 15575:2013, as empresas do setor vem adotando Sistemas de Gestão da Qualidade, com destaque para ISO 9001 e o PBQP-H, ambos bastante difundidos e que permeiam com solidez o mercado. No entanto, surgem questionamentos quanto à metodologia atual de coleta e tempo de análise em relação às inspeções de serviços executados nos canteiros de obra. Para estes problemas, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) aparece como uma opção para somar aos sistemas de gestão atuais.

A literatura nos últimos anos, aponta a tendência de TIC nos canteiros de obra. Estudos realizados por Kim et al. [3], Chen e Namara [4], Leão [5], Nakagawa [6] e Izquierdo [7] sobre o uso da TIC, através do uso de dispositivos móveis, constataram que, por meio do monitoramento das informações em tempo real, houve a melhora na tomada na decisão, diagnósticos de problemas e ação mais rápida na resolução.

Frente a esse contexto, o presente estudo consistiu em utilizar a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), para implantação de um Controle de Qualidade em tempo real para monitorar e gerenciar os processos executivos de uma obra, a fim de monitorar e evidenciar o cumpromento dos requisitos estipulados em projeto bem como, assegurar a VUP. O estudo foi realizado em uma obra de um Complexo Logístico, caracterizado por sistemas construtivos versáteis, curto prazo de execução e alto nível de desempenho solicitado nos seus sistemas.

O presente estudo limita-se em analisar os quesitos de qualidade, no que tange às verificações de serviços realizadas através das Fichas de Verificações de Serviços (FVS) e a análise destas informações. Foram definidos cinco serviços para realizar aplicação do controle de qualidade: estacas hélice contínua, pilares pré-fabricados, piso de concreto, *Tilt-up* e blocos e baldrames de fundação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desempenho e a durabilidade dos empreendimentos são o reflexo da qualidade na indústria da construção civil, em que a qualidade dos serviços associados torna um carácter essencial pela obtenção da qualidade dos empreendimentos [8]. Bolina et al. [9] complementam, afirmando que os conceitos de desempenho, durabilidade e vida útil são correlatos. Afirmam que, de acordo com a ABNT NBR 15575, a durabilidade é "a capacidade de uma edificação e de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo e sobre as condições de uso e manutenção especificadas". No conceito, ao citar que os sistemas devem *desempenhar* suas funções, a norma refere-se ao comportamento da edificação ou sistema durante o uso, que nada mais é que a própria definição de desempenho para a referida norma. A norma apresenta com asserção o conceito de durabilidade como *ao longo do tempo*, introduzindo, assim o conceito de vida útil como o *período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construidos considerando a aperidicidade e correta execução dos processos de manutenção.*

O emprego da palavra qualidade pode ser dado pelas características do produto que vão ao encontro da necessidade do cliente, gerando a satisfação do mesmo e pela ausência de falhas [10]. Hirschfeld [11] complementa que a qualidade na construção civil deve ser vista de forma ampla, focando nas várias etapas de processo de produção e uso, sendo elas divididas em planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes, execução de obras e uso, operação e

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

manutenção. Dessa maneira, a qualidade inicia-se na identificação das necessidades do usuário, passando pelas etapas do processo onde os diversos produtos e serviços serão agregados com seus diferentes níveis de qualidade, resultando um produto final que deva satisfazer as necessidades iniciais do usuário, identificadas no início do processo. O setor da construção vem buscando, nas últimas décadas, elevar os padrões de qualidade de seus produtos e serviços, enfocando sua confiabilidade, conformidade, durabildiade e principalmente o atendimento das necessidades do cliente [12].

O controle de qualidade está diretamente relacionado à qualidade final da obra e, por consequência, ao cumprimento dos requisitos estabelecidos, como também assegurar a VUP. Para Marosszeky et al. [13], o controle da qualidade deve ser realizado simultaneamente com a execução das atividades na obra, de modo a identificar os problemas de qualidade e agir de maneira a limitar sua recorrência. Picchi e Agopyan [14] afirmam que o controle da qualidade deve estender-se a todos os estágios da execução, tais como:

a) Análise de unidade prótipo (avaliação preliminar, em escala real, do resultado conjunto dos produtos e prcoessos especificados);
b) Controle de pró-montagens (controle da qualidade de fôrmas, armação, kits hidráulicos e outras pré-montagens antes do envio à obra);
c) Qualificação de subempreteiros (avaliação da capacidade anteriormente à contratação);
d) Planejamento e controle de equipamentos (para garantir sua alocação conforme previsões);
e) Controle da qualidade do produto final e da manutenção da qualidade até a entrega ao cliente.

De acordo com Picchi e Agopyan [14], o controle de qualidade na construção civil deve ser um controle formalizado, tendo objetivos, avaliando características prioritárias, conforme padrões estabelecidos em normas, com critérios de aceitação, indicando tolerâncias permitidas.

A indústria da construção caracteriza-se por possui informações intensivas e que necessitam ser transferidas e trocadas durante o ciclo de vida do projeto [4]. Ela é essencial para as construtoras nos dias de hoje. O tratamento do fluxo de informações entre os diversos agentes intervenientes ao longo de todo processo é um dos fatores críticos para o sucesso de um empreendimento [15]. A falta de tratamento dos fluxos de informações nos processos constutivos pode levar a problemas patológicos e baixa qualidade [16]. A falta de informação em tempo real também é uma caracteristica da industria da construção civil. Essa ausência cria obstáculos e reduz a capacidade dos gestores de acompanharem os indicadores de desempenho, diminuindo sua habilidade de detectar ou controlar a variabilidade e incerteza inerentes nas atividades de construção [17].

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) leva o nome das tecnologias utilizadas para capturar, armazenar, processar e distribuir informações no meio eletrônico. A construção civil apresenta um atraso na adesão dessas tecnologias em seus processos [15]. No entando, Moraes el al. [18], constaram que este panorama vem alterando-se nos últimos anos, em que a construção civil vem consolidando a adoção do TIC. De acordo com Kim et al. [3], é um desafio para os engenheiros coletar as informações em todos locais de uma obra em tempo real. Para superar este desafio faz-se necessário o emprego de Tecnologias da Informação e Comunicação. Leão [5] vai ao encontro à Kim et al. [3], onde aponta o uso de dispositivos móveis em canteiros de obras, como uma alternativa para coletar e gerenciar as informações geradas ao longo da obra, de maneira eficaz. A aplicação de dispositivos móveis na construção civil vem sendo um dos principais temas de pesquisas e estudos do domíno da *Information Technology in Construction* (ITC) [4].

Realizar um intercâmbio eficaz de informações entre os participantes de uma construção não é tarefa fácil, pois canteiros de obras 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 atividade até o escritório [19]. O emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação para gestão da qualidade em canteiros de obra torna-se um mecanismo inovador, quando surge a utilização de um *software* como uma alternativa vantajosa e em potencial para essa aplicação [20].

Ainda, Bowden et al. [21] destacam benefícios do uso de dispositivos móveis nos canteiros de obra:

a) A qualidade de trabalho;
b) Não conformidades são detectadas anteriormente, o que leva a intervenção mais eficaz no que tange custos;
c) Os defeitos são imediatamente comunicados aos empreiteiros, agilizando o processo de correção.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. *Software* utilizado

O *software* utilizado para implantação do controle de qualidade é voltado para mobilidade na construção civil, desenvolvido para recolher, em tempo real, informações que servem 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 plafatorma *web* é responsável por cadastrar os formulários, receber, centralizar e processar todas as informações coeltadas em campo. Através dela é possivel fazer a gestão dos 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 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.

3.2. *Hardware* utilizado

Para realização do estudo foram utilizadas duas plataformas de *hardware*: *notebook* e *tablet*.

Notebook Samsung RV420 – 2310M, com as seguintes configurações técnicas: processador Intel Core i3, 4GB de memória RAM, velocidade de 2.1 GHz e 500GB de memória HD.

Tablet Samsung Galaxy Tab 4, com as seguintes configurações técnicas: sistema operacional Android 4.0, velocidade de 1.2GHz, memória de 16GB, Wi-fi e 3G.

3.3. Implantação

Em virtude do curto prazo para a execução, somado à necessidade de ober maior controle da qualidade dos serviços executados, de modo assegurar o atendimento dos requisitos estabelecidos em projeto, como a VUP, definiu-se cinco atividades para implantar o controle de qualidade. Os serviços foram ao longo do estudo, as principais atividades realizadas na obra, sendo elas execução de fundações do tipo estacas hélice contínua, blocos de coroamento, pilares pré-fabricados, execução de piso e execução de *Tilt-up*. A figura 1 ilustra as FVS referente às atividades acompanhadas ao longo do presente estudo.

Figura 1 – Relação das Fichas de Verificações de Serviço

Registro da Ficha de Verificação de Serviço	Descrição
FVS-003	Execução de Estaca Hélice Contínua
FVS-004	Execução de blocos e baldrames
FVS-006A	Execução de piso de concreto (sub-base)
FVS-006B	Execução de piso de concreto (fôrmas)
FVS-006C	Execução de piso de concreto (concretagem)
FVS-006D	Execução de piso de concreto (acabamento)
FVS-006E	Execução de piso de concreto (juntas)
FVS-030A	Execução de Tilt-up (fôrmas)
FVS-030B	Execução de Tilt-up (armação)
FVS-030C	Execução de Tilt-up (concretagem)
FVS-031	Recebimento de Pré-fabricado
FVS-034	Montagem de Pré-Fabricado

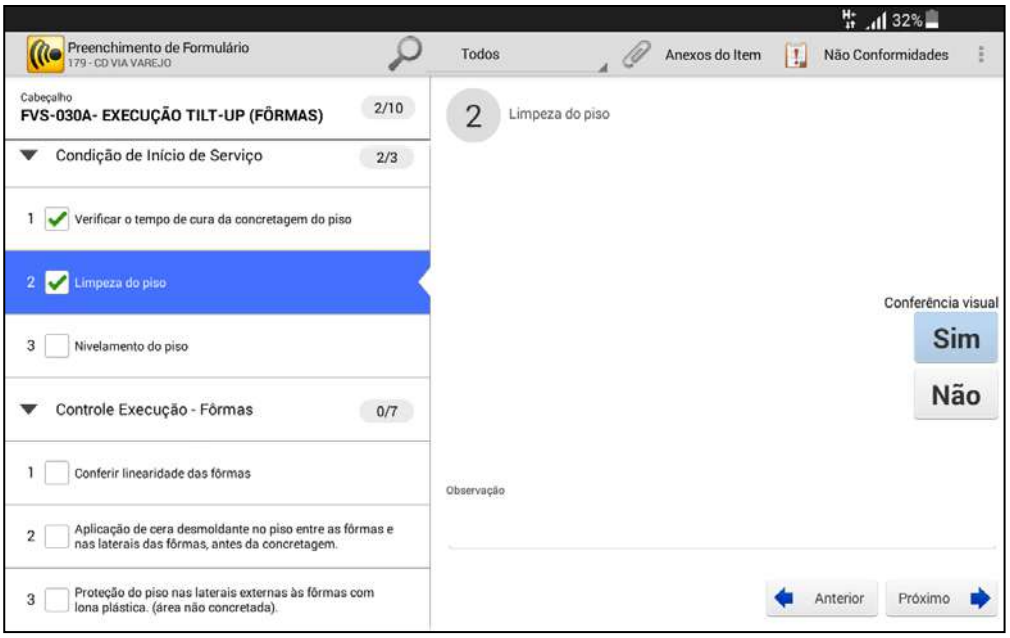
Fonte: Böes (2015)

Foi realizado o cadastro das FVS que a empresa possui em seu Plano de Qualidade da Obra do meio físico, papel, para o meio digital, plataforma *web* do *software*. Deste modo, pode-se manter o mesmo padrão de inspeção que a construtora já adotava. Também foram acrescidas em cada FVS, as inspeções necessárias para a verificação do atendimento dos requisitos estabelecidos em projeto como no asseguramento da VUP.

A etapa de coleta de dados teve duração de três meses e foi desenvolvida na medida em que os serviços eram realizados em campo, com as inspeções de qualidade através das FVS via *tablet*. Para realização das FVS, não se fez necessária

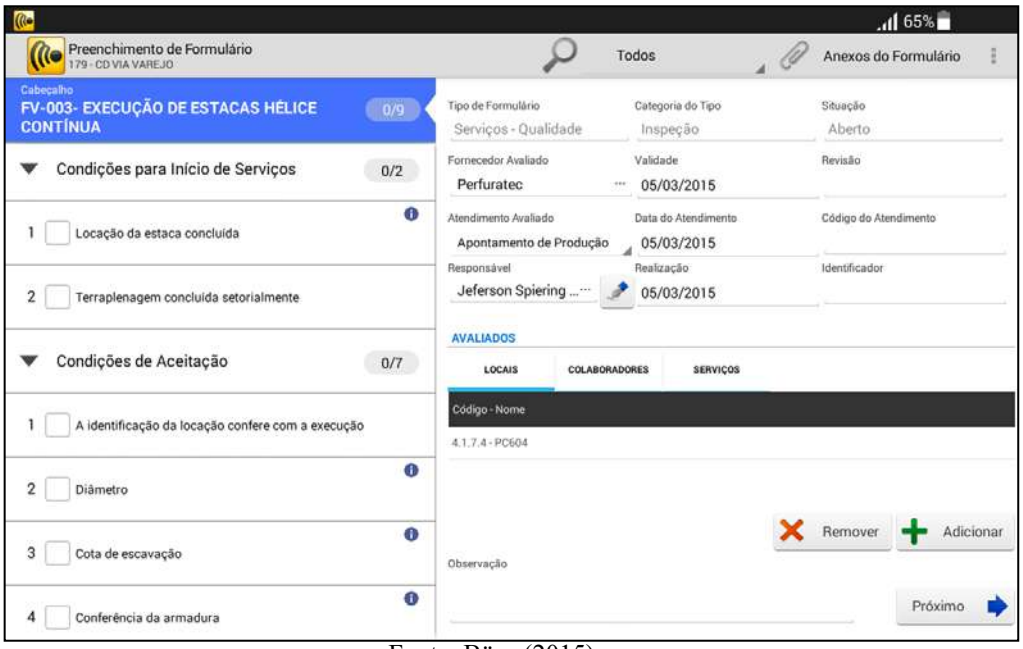
conexão com a rede de internet, pois a plataforma permite trabalhar totalmente *offline*. O controle de qualidade foi realizado pela equipe de qualidade da construtora. À medida em que eram realizadas as inspeções, os dados eram enviados automaticamente do campo para a plataforma *web*, onde o responsável pela gestão da qualidade monitorava em tempo real o desempenho da execução dos serviços. As figura 2 e 3 mostram o formato da inspeção via plataforma *mobile*.

Figura 2 – Aplicação do Controle de Qualidade – Execução de Tilt-up



Fonte: Böes (2015)

Figura 3 – Aplicação do Controle de Qualidade – Execução de Estacas Hélice Contínua



Fonte: Böes (2015)

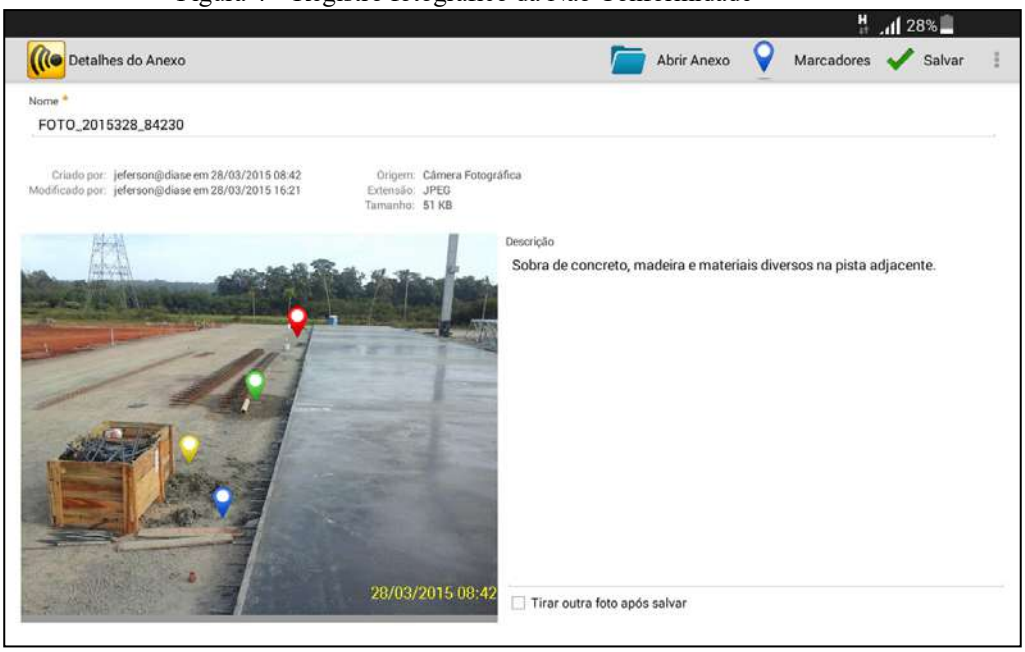
As FVS aplicadas no controle de qualidade tinham as respostas pré-definidas, de acordo com o item a ser inspecionado, onde era definido no momento do cadastro na plataforma *web*. Apresentava os itens que deveriam ser verificados em cada elemento, o método de verificação, tolerância ou critério de aceitação do desvio e um campo para inserir observação em relação à inspeção. Todas estas especificações que compõe as FVS foram elaboradas de acordo com os requisitos de desempenho estabelecidos em projeto para o atendimento da VUP.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

As FVS foram programadas para o caso de houver a reprovação de algum item inspecionado, automaticamente fosse criado uma Não Conformidade (NC). Neste caso, a plataforma *mobile* abre uma nova janela, onde o inspetor pode preencher a NC *in loco*, de modo a relatar o ocorrido com maior número de informações sem perda ao longo do processo. Além do preenchimento da NC, com as causas do ocorrido, a descrição do problema, é possível anexar registros fotográficos de modo a ilustrar o problema encontrado. A figura 4 apresenta esta aplicação. Ao concluir o preenchimento da NC e posteriormente o a FVS, o formulário é enviado para plataforma *web*. Desta forma o gestor é avisado automaticamente que houve um desvio do padrão especificado, como também é enviado um comunicado aos responsáveis pela execução do serviço, de modo a agilizar a correção.

A NC fica registrada no sistema de modo a evidenciar o desvio ocorrido. A partir deste ponto é realizado o monitoramento do problema até a solução, como a avaliação da solução dada. A partir deste controle de qualidade, é possível registrar o responsável pela execução do serviço, os materiais e equipamentos empregados.

Figura 4 – Registro fotográfico da Não Conformidade

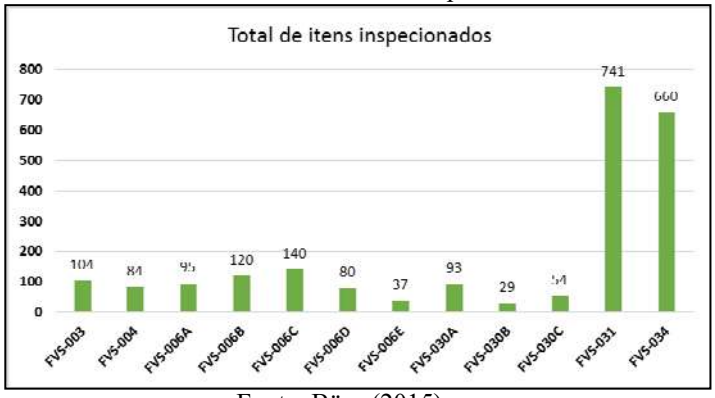


Fonte: Böes (2015)

4. RESULTADOS

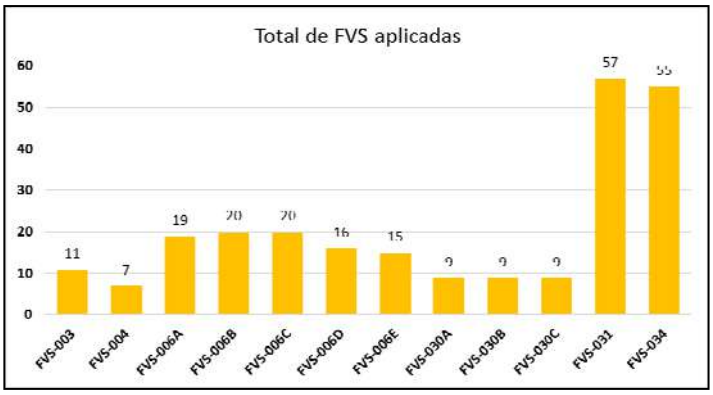
Ao longo do estudo foram inspecionados 237 elementos, entre eles, estacas hélice contínua, blocos de coroamento, pilares pré-fabricados, piso de concreto e *Tilt-up*, totalizando 2.237 itens especionados, conforme ilustra o gráfico 1, completando 247 FVS apliacadas, como apresenta o gráfico 2.

Gráfico 1 – Total de itens inspecionados



Fonte: Böes (2015)

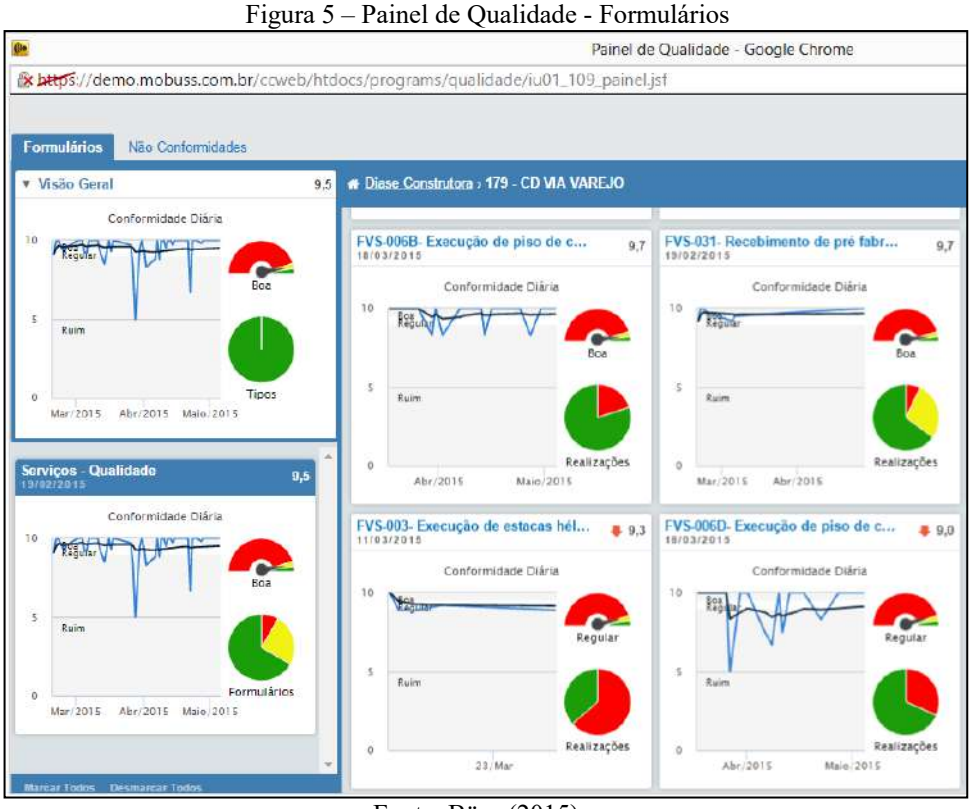
Gráfico 2 – Total de FVS aplicadas



Fonte: Böes (2015)

Através da plataforma *web*, foi possível monitorar o desempenho da qualidade da obra, por meio de indicadores em tempo real, em que o responsável pela qualidade e pela gerência acompanhavam diariamente. O monitoramento era feito através de uma ferramenta da plataforma *web* chamada de Painel de Qualidade - Formulários. Trata-se de um *dashboard* apresentado na figura 5, onde em um único *layout* é possivel monitorar e analisar o desempenho da qualidade da execução dos serviços, medir a conformidade do empreendimento e averiguar quais os serviços que estão apresentando desvios. A empresa do estudo estipulou como classificação Ruim de 0% a 90% de conformidade, Regular de 90,1% a 95% e Bom 95,1% a 100%. O Painel de Qualidade era atualizado a cada novo formulário transmitido no campo, pela plataforma *mobile*, de modo a permanecer atualizado.

Figura 5 – Painel de Qualidade - Formulários



Fonte: Böes (2015)

Outra ferramenta disponibilizada pela plataforma *web* era o Painel de Qualidade – Não Conformidades. Neste *dashboard*, eram apresentadas as NC geradas ao longo da obra, separadas por formulários preenchidos. Esta ferramenta possibilitou a gestão dos desvios, o monitoramento das NC com relação a prazo de correção, eficácia da correção e

causa raíz. O *dashboard* foi muito importante, pois através dele, ocorreu todo processo de recuperação de desvios, assegurando a correção dos problemas encontrados em campo. A figura 6 apresenta este *dashboard*.

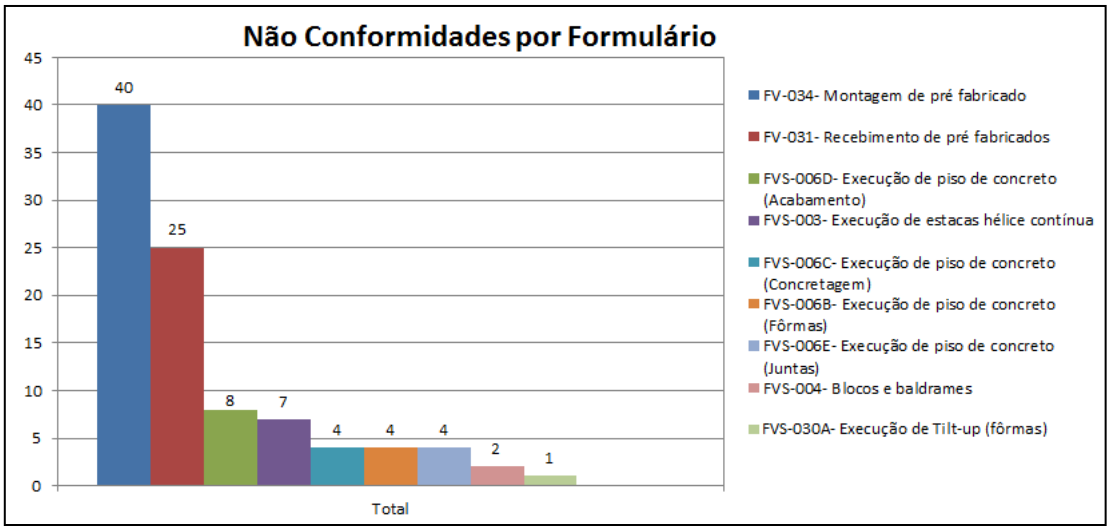
Figura 6 – Painel de Qualidade – Não Conformidades



Fonte: Böes (2015)

Também constatou-se as NC geradas por formulários preenchidos, quando percebeu-se as principais atividades que registraram problemas ao longo de sua execução. Essa informação foi de extrema importância, pois serviu como base para análise da qualidade dos serviços executados na obra. Destaca-se a *FVS-034 – Montagem de pré-fabricado*, em que depois de constatado um volume significante de FVS, tomou-se como premissa buscar a causa raiz das NC e treinar a equipe responsável pela execução da atividade a fim que houvesse a redução de desvios, como também a recuperação dos desvios já detectados. Nesse sentido foi diagnosticado um número elevado de NC na *FVS-031- Recebimento de pré-fabricado*, onde as NC geradas pelo *software* foram encaminhadas ao fornecedor do produto. Essa constatação foi essencial para a melhoria do produto, que no segundo lote de entrega apresentou melhoria significativa na qualidade. O gráfico 3 ilustra as Não Conformidades por formulário aplicado.

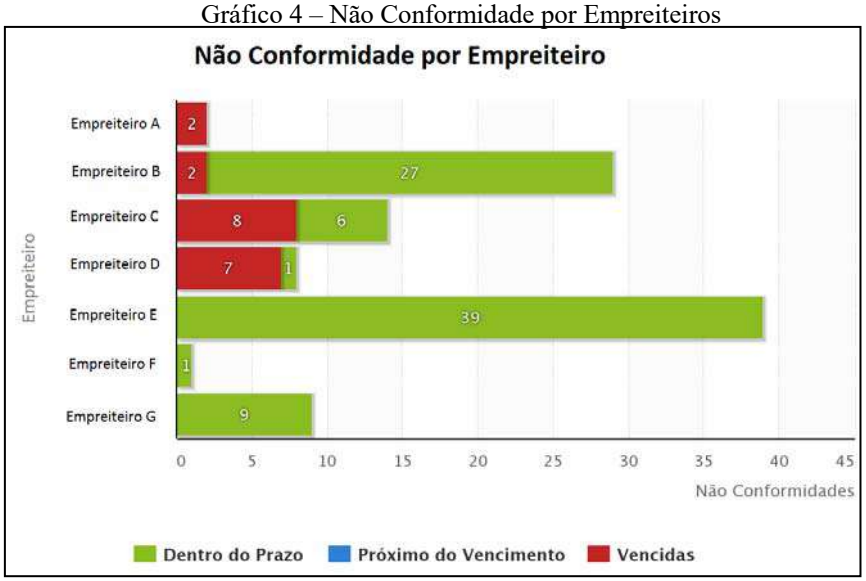
Gráfico 3 – Não Conformidades por Formulário



Fonte: Böes (2015)

O gráfico 4 ilustra as NC por empreiteiros, com as NC que estão no prazo de resolução, vencidas e próximas do prazo. Através desta informação foi possível diagnosticar desvios por parte dos empreiteiros, quando foram realizadas reuniões para apresentar os indicadores e a realização de treinamentos na busca da capacitação deles, visando o aumento das conformidades e por consequência, o atendimento dos requisitos de desempenho estabelecidos em projeto, como também, assegurar a VUP. Pode-se constatar que após as ações tomadas tendo como base, as informações coletadas *in loco*, os empreiteiros tiveram uma postura mais atuante quanto à preocupação com a qualidade dos serviços executados.

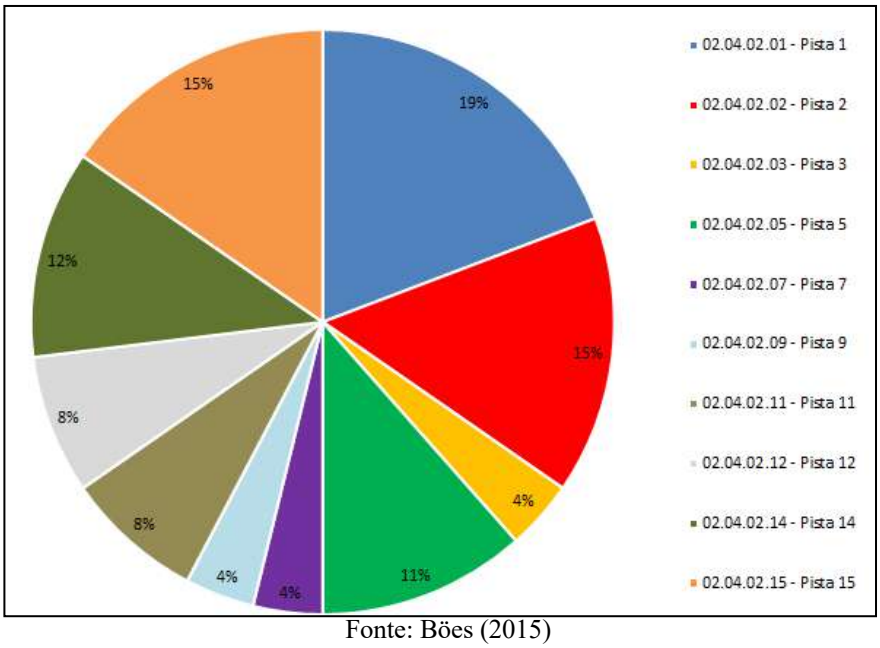
Gráfico 4 – Não Conformidade por Empreiteiros



Fonte: Böes (2015)

A partir da implantação do controle de qualidade através do uso da TIC, foi possível realizar a rastreabilidade das NC encontradas, de modo a gerar uma análise analítica. O Gráfico 5 apresenta a rastreabilidade das NC geradas no piso de concreto. Elas foram divididas em pistas de concretagem, conforme projeto. A rastreabilidade foi indispensável, pois através dela pode-se averiguar as circunstâncias que levaram à geração das NC no dia, como ausência de equipamentos e materiais, intempéries e falhas humanas. A ferramenta também serviu para o monitoramento de 100% dos serviços e elementos executados, através do qual pode-se ter o controle total do desempenho dos elementos e, nos casos de NC, rastreá-los e solicitar a correção.

Gráfico 5 – Rastreabilidade das Não Conformidades – Piso de Concreto



Fonte: Böes (2015)

5. CONCLUSÃO

O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para gestão da qualidade na obra em estudo, mostrou-se totalmente satisfatório e aplicável. A partir dos principais parâmetros, evidenciados ao longo da pesquisa, infere-se que está capacitada para ser expandida ao controle de todos os serviços executados da obra e para a gestão da qualidade em larga escala. O setor de produção do empreendimento teve uma alta adesão na aplicabilidade da TIC, através do uso do *tablet* no preenchimento das FVS, pois possibilitou ao setor assegurar, de modo eficaz, que os serviços executados atendiam os requisitos estabelecidos, onde incentivavam o uso constante do *tablet* na obra.

O emprego do *software* permitiu aos gestores do empreendimento o monitoramento em tempo real dos indicadores e o acompanhamento 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 do *software* 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.

Por fim, pode-se concluir que o emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação no controle de qualidade em obras pode assegurar o atendimento dos requisitos de desempenho estabelecidos em projeto, como também contribuir, a partir da garantia de execução do empreendimento a partir dos parâmetros estabelecidos em projeto, o atendimento da VUP. O controle de qualidade exercido de forma eficáz in loco e o monitoramento das Não Conformidades até sua resolução servem de evidências e garantias para o atendimento dos requisitos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: edificações habitacionais – desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

[2] RIGHI, M. R. **Sistema de controle da qualidade e planejamento de curto prazo na construção civil**: integração e compartilhamento de informações. 2009. 73 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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

[4] 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.

[5] 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.

[6] NAKAGAWA, Y. Real time performance information system. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN COSNTRUCTION, 14., Santiago, 2006. **Anais...** Santiago, 2006.

[7] IZQUIERDO, E. M. Á. **Developing a construction management *software* for mobile devices**. 2013. Proyecto final (Grado) – Grado em Ingeniería de la Edificación, Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona-Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2013.

[8] 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.

[9] F. Bolina; J. O. Patzlaff; B. Fernandes; B. F. Tutikian / **Análise do grau de contaminação do terreno para projeto estrutural de fundações: estudo de caso.** *In*: Anais do XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção. Lisboa, 2015.

[10] JURAN, J. M.; GRYNA, F. M. **Controle da qualidade**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991. v. 1: Conceitos, políticas e filosofia da qualidade.

[11] HIRSCHFELD, H. **A construção civil e a qualidade**: informações e recomendações para engenheiros, arquitetos, gerenciadores, empresários e colaboradores que atuam na construção civil. São Paulo: Atlas, 1996.

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

[13] MAROSSZEKY, M. et al. Quality management tools for lean production: moving from enforcement to empowerment. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 10, 2002, Gramado. Proceedings... Gramado: IGLC, 2002.

[14] PICCHI, F. A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1993. 24 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

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

[16] TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadores de pequeno porte**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1999.

[17] 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.

[18] MORAES, R. M. M.; GUERRINI, F. M.; SERRA, S. M. B. Aplicação de tecnologia de informação no setor da construção civil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru, 2006.

[19] 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.

[20] 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.

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