

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

VANDO BIONDO JR

Proposição de software para aquisição e recebimento do concreto em
serviços de concretagem

São Paulo
2017

VANDO BIONDO JR

Proposição de software para aquisição e recebimento do concreto em
serviços de concretagem

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de pós-
graduação *lato-sensu* em Tecnologia e
Gestão na Produção de Edifícios

Orientadora: Prof.^a. Dra. Mércia M. S.
Bottura de Barros

Co-Orientador: M.Eng. Uirá Watanabe
Falseti

São Paulo
2017

RESUMO

O cenário que envolve a construção de edificações no Brasil é extremamente concorrencial. Raramente, o produto edificação possui diferenciais ou valores percebidos pelos clientes para além da sua localização e preço. Assim, tais como as commodities, os ganhos das empresas que atuam nesse mercado acabam se concentrando naqueles advindos da eficiência do processo produtivo. E, uma das formas de tornar o processo produtivo mais eficiente é aumentar a produtividade das diferentes atividades e serviços nele envolvidos. Neste contexto, este trabalho foca o serviço de concretagem dos elementos estruturais, tendo como objetivo propor uma solução de software, em formato de aplicativo para smartphones, aplicada à compra e venda de concreto usinado, com o propósito de aumentar a eficiência nas etapas de aquisição, transporte e recebimento do concreto usinado. Esse objetivo é justificado tanto pelo custo relativo desse serviço no empreendimento, como também pela sua importância no planejamento e, principalmente, pelos transtornos que o atraso no fornecimento ou o não atendimento às especificações causam ao processo como um todo. Para isso, o trabalho foi desenvolvido a partir de estudos bibliográficos com foco tanto no serviço de concretagem como nas tecnologias de informação passíveis de serem aplicadas ao serviço em estudo. Buscou-se ainda, potenciais parcerias para a proposição do software pretendido, possibilitando a utilização de software existente adaptado às funcionalidades requeridas, para avaliação de resultados preliminares em sua implantação. O resultado específico do trabalho é a proposição do software que vai ajudar no gerenciamento do processo de aquisição e controle de recebimento do concreto.

Palavras-chave:

Concreto. Internet das coisas (IoT). Concreto usinado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Encaminhamento das ações realizadas na pesquisa | 3 |
| Figura 2 - Fluxograma de operações do serviço de concretagem..... | 5 |
| Figura 3 - Percentuais dos volumes de concreto fornecidos pelas concreteiras..... | 8 |
| Figura 4 - Fatores considerados para escolha das concreteiras | 10 |
| Figura 5 - Estágios da Revolução Industrial..... | 12 |
| Figura 6 - Sistema Globais de Navegação por Satélite (GNSS) propostos pela empresa Trimble para uso em caminhões betoneira. | 15 |
| Figura 7 - Ilustração dos dispositivos <i>mobiles</i> para monitoramento dos caminhões e condutores propostos pela empresa Trimble para caminhões que transportam materiais a granel..... | 16 |
| Figura 8 - Formatação do software versão mobile | 19 |
| Figura 9 - Formatação do software versão Desktop..... | 22 |
| Figura 10 - Formatação do software versão Concreteira | 26 |
| Figura 11 - Requisição de compra | 28 |
| Figura 12 - FVS em conformidade e informada aos <i>stakeholders</i> | 29 |
| Figura 13 - Função GPS para informar a previsão de chegada de cada caminhão betoneira | 30 |
| Figura 14 - Registro fotográfico dos testes sendo efetuados | 31 |
| Figura 15 - Resultados dos corpos de prova aos 7 e aos 28 dias de idade | 31 |
| Figura 16 - Mapa de rastreabilidade do concreto aplicado..... | 32 |
| Quadro 1 - Alternativas para aumento da produtividade da mão de obra no serviço de concretagem..... | 10 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 CONTEXTO..... | 1 |
| 1.2 OBJETIVO..... | 2 |
| 1.3 MATERIAIS E MÉTODOS | 2 |
| 1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO..... | 4 |
| 2. ASPECTOS QUE PODEM INFLUENCIAR NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM..... | 5 |
| 3. PANORAMA DA ETAPA DE AQUISIÇÃO DO CONCRETO USINADO PELAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO PORTE..... | 8 |
| 3.1 RELAÇÃO ENTRE CONSTRUTORAS E CONCRETEIRAS..... | 8 |
| 3.2 ASPECTOS RELEVANTES DA AQUISIÇÃO DO CONCRETO..... | 9 |
| 4. A APLICAÇÃO DE CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 À ATIVIDADE DE CONCRETAGEM..... | 11 |
| 4.1 CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS (IOT) E DESAFIOS ASSOCIADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL | 11 |
| 4.2 SOFTWARES APLICADOS AOS SERVIÇOS DE CONCRETAGEM..... | 14 |
| 5. PROPOSIÇÃO DE SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO E RECEBIMENTO DO CONCRETO EM SERVIÇOS DE CONCRETAGEM..... | 17 |
| 5.1 FUNCIONALIDADES E FORMATAÇÃO DO APLICATIVO..... | 17 |
| 5.2 ADAPTAÇÃO DE SOFTWARE DE COMUNICAÇÃO INTERNA PARA PROTÓTIPO | 27 |
| 5.2.1 Utilização de aplicativo para comunicação interna | 27 |
| 5.2.2 Fluxo das atividades do serviço de concretagem formatadas a partir do aplicativo adaptado | 28 |
| 5.2.3 Implantação na Construtora SEGA | 32 |
| 5.3 RESULTADOS PRELIMINARES | 33 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 34 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A motivação do presente trabalho decorreu da experiência pessoal do autor que, por trabalhar em empresa de construção de pequeno porte, rotineiramente se depara com problemas no serviço de concretagem de elementos estruturais. Entretanto, consultando outros profissionais que atuam em empresas construtoras de diferentes portes, esta problemática também ocorre.

O serviço de concretagem é uma atividade que imprime à equipe de obra grande preocupação na supervisão dos respectivos trabalhos.

Esta preocupação decorre de diferentes fatores, dentre os quais a grande importância que o sistema estrutural tem no conjunto da edificação, seja pela sua função, seja pelo seu custo relativo, seja ainda, pela possibilidade de ocorrência de alguma não conformidade, que geralmente exigirá soluções complexas para sua correção. Além disso, trata-se de uma atividade que processa um grande volume de material, o concreto, em um curto espaço de tempo, além de exigir grande número de funcionários diretos e indiretos.

Dessa forma, problemas com o fornecimento do material concreto por certo causará baixa produtividade e, em consequência, impacto relevante no custo da obra. Trata-se, assim, de uma atividade que além de poder causar grande *stress* na administração da obra, pode causar também o aumento e, por que não dizer, desperdício na utilização de mão de obra, principalmente devido à ociosidade da equipe de trabalho, ocasionada por atrasos decorrentes da entrega do concreto que, por sua vez, podem decorrer de diversos fatores, dentre os quais se destaca o trânsito intenso nas grandes cidades.

Para Dórea e Souza (1999), o objetivo principal quando se fala em qualidade, competitividade e produtividade, é sempre a redução de custos do processo produtivo para aumentar o lucro, e reduzir custos no processo de produção passa pela adoção de novas tecnologias.

E como afirmou Barros (1996), a tecnologia caracteriza um determinado estágio de conhecimento em uma determinada cultura; desta maneira, é passível de evolução à medida que os conhecimentos científicos avançam e podem ser agregados às técnicas anteriormente estabelecidas.

Neste contexto, observando um mercado em transformação, sobretudo com o uso de novas tecnologias em software, neste trabalho propõe-se o uso dessas tecnologias para evitar ou ao menos minimizar os problemas vividos pela administração da obra decorrentes de atividades que fazem parte do serviço de concretagem.

1.2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é propor um aplicativo para smartphone, aplicado ao fornecimento de concreto dosado em usina, que imprima transparência e confiabilidade à atividade de aquisição e recebimento do concreto, e, por consequência, possibilite eficiência ao serviço de concretagem.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, o método de trabalho consistiu de revisão bibliográfica e o desenvolvimento propriamente dito.

A revisão bibliográfica buscou:

- caracterizar as atividades do serviço de concretagem com foco para aquelas que mais interferem na produtividade do serviço, com destaque para os procedimentos de aquisição e recebimento do concreto, além de problemáticas no processo de concretagem;
- identificar as tecnologias de informação passíveis de serem aplicadas ao serviço de concretagem visando ao aumento de eficiência no processo. Nesse aspecto há destaque para soluções que empregam Internet das Coisas (*Internet of Things – IOT*) para Construção Civil, especificamente logística do concreto.

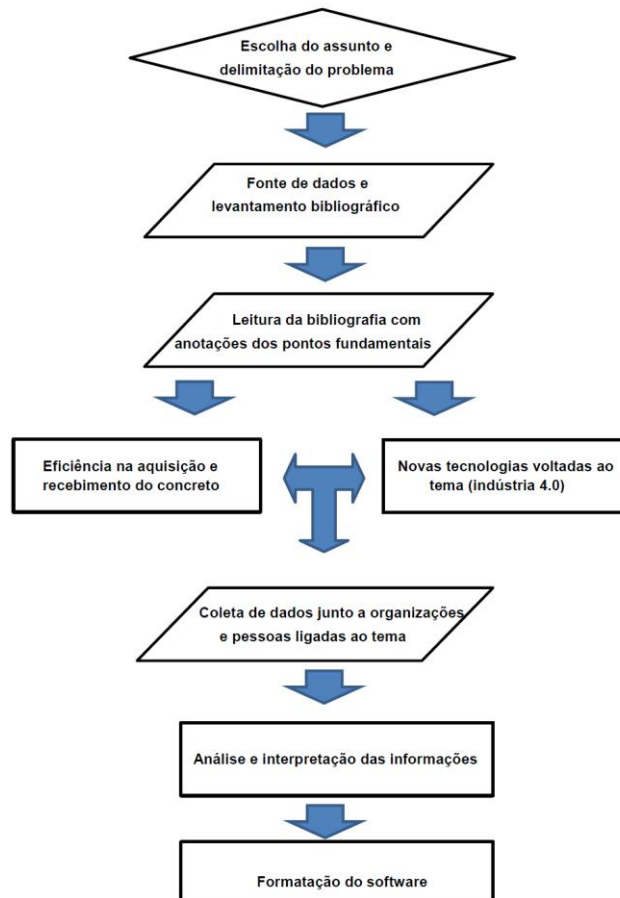
Para essa etapa do trabalho tomou-se como base dissertações, normas brasileiras, artigos acadêmicos e revistas técnicas.

Além da revisão da literatura, particularmente quanto ao desenvolvimento de softwares aplicados à Construção Civil, buscaram-se informações junto à empresa Upsoul, uma empresa de consultoria com foco em *inovação, qualidade e inteligência competitiva*, cuja experiência e contatos na área de Tecnologia de Informação muito auxiliaram no desenvolvimento da proposta do aplicativo.

Além da revisão bibliográfica e do apoio de técnicos da Upsoul, a experiência profissional do autor como gestor de obras também foi valiosa para a realização do trabalho, sendo fundamental para a análise e interpretação dos dados coletados com foco nos processos de trabalho e tendências inovadoras de softwares aplicados ao processo de logística de concreto, considerando tanto as tendências como seus desafios.

Fundamentado no conhecimento sistematizado, foi feita proposta de melhoria quanto às dificuldades encontradas no processo de aquisição e recebimento de concreto em obras com a incorporação de inovações tecnológicas, ou seja, a formatação do aplicativo com as respectivas funcionalidades, para a melhoria da eficiência nas relações de aquisição e de fornecimento de concreto. A figura 1 ilustra e sintetiza o encaminhamento das ações que permitiram atingir os objetivos do presente trabalho.

Figura 1 - Encaminhamento das ações realizadas na pesquisa



(Fonte: Próprio autor)

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro é este, de caráter introdutório, e está dividido em 4 partes. Os demais capítulos consistem no desenvolvimento propriamente dito. No capítulo dois - aspectos que podem influenciar na produtividade da mão de obra em serviços de concretagem - faz-se uma apresentação das etapas do serviço de concretagem, destacando as causas mais comuns que influenciam no consumo de mão de obra em cada etapa, com enfoque no processo de aquisição e recebimento do concreto.

No capítulo três - eficiência na aquisição e recebimento do concreto -, é apresentado um panorama dos processos de aquisição e recebimento do concreto pelas empresas construtoras, estruturando o capítulo com um detalhamento da relação entre construtora e concreteira, sobretudo em empresas construtoras de pequeno porte, principal experiência do autor e situação em que as relações contratuais usualmente são mais desfavoráveis para a construtora.

No capítulo quatro – a aplicação de conceitos da indústria 4.0 à atividade de concretagem análise de novas tecnologias em software aplicados à Construção Civil - são descritas as novas tecnologias de informação que podem ser associadas ao serviço que envolve compra, transporte e recebimento de concreto, com a apresentação do conceito de indústria 4.0 e atualidades para o setor da construção civil e seus desafios.

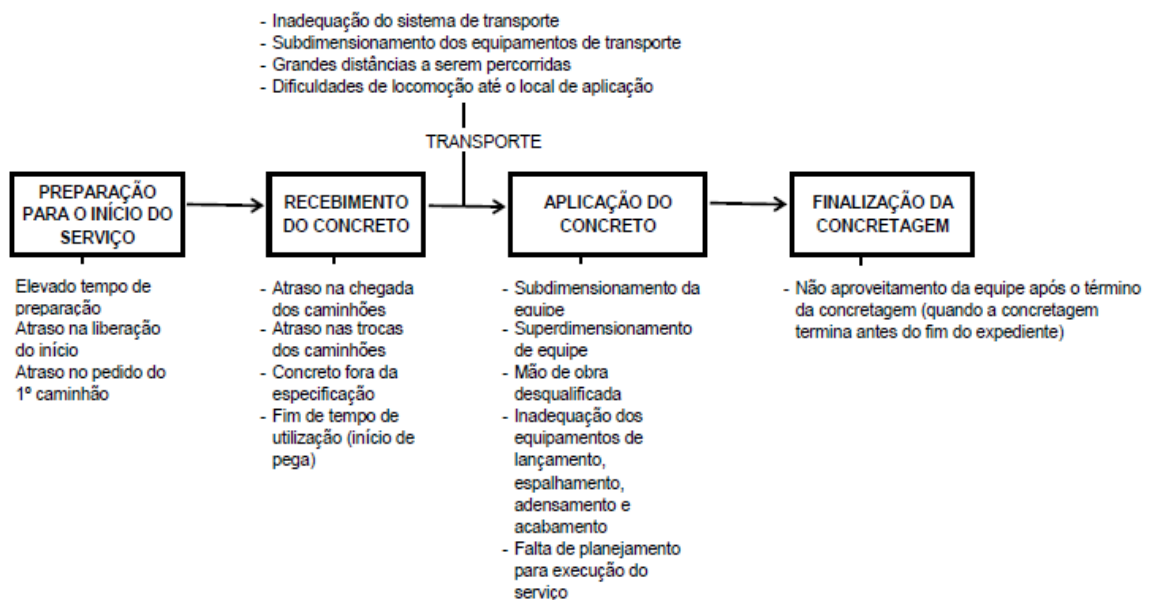
No capítulo cinco - proposta de software para melhoria na eficiência na aquisição e recebimento do concreto - é desenvolvida a formatação do software para a melhoria da eficiência nas relações de aquisição e de fornecimento de concreto e, por fim, no capítulo seis, apresentam-se as considerações finais com propostas de novos estudos.

O capítulo seis traz as considerações finais sobre o trabalho, seguido das referências utilizadas ao longo do texto.

2. ASPECTOS QUE PODEM INFLUENCIAR NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM

Freire e Souza (2000) apresentam um fluxograma de operações do serviço de concretagem de elementos estruturais (figura 2), em que se tem condições de se distinguir as causas mais comuns da baixa produtividade da mão de obra.

Figura 2 - Fluxograma de operações do serviço de concretagem



(Fonte: Freire & Souza, 2000)

Aqueles autores propõem ainda, algumas alternativas na busca de uma melhoria na utilização dos recursos, analisando as suas influências sobre a produtividade da mão-de-obra (quadro 1).

Quadro 1 - Alternativas para aumento da produtividade da mão de obra no serviço de concretagem

| ALTERNATIVAS PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NOS SERVIÇOS DE CONCRETAGEM | | |
|---|--|---|
| ETAPA DO PROCESSO | ALTERNATIVA | INFLUÊNCIA SOBRE O CONSUMO DE MÃO-DE-OBRA |
| COMPRA | Estipular em contrato multas por atraso na chegada dos caminhões | Combatendo os atrasos dos caminhões, parte significativa da improdutividade estaria eliminada |

Continua

| | | |
|-------------|---|---|
| RECEBIMENTO | Estipular multas contratuais para concreto fora da especificação | A rejeição de caminhões de concreto com o slump ou fck inadequados inviabilizam a seqüência correta da concretagem acarretando queda da produtividade |
| | Maior agilidade nas trocas de caminhões e verificação do slumpantes do término da descarga do caminhão antecessor | A minimização dos tempos de aferição do slump e das manobras entre os caminhões que saem e os que chegam podem reduzir significativamente a ociosidade da mão-de-obra |

(Fonte: Adaptado de Freire & Souza, 2000)

Destacando as causas que influenciam na produtividade, para a compra e o recebimento do concreto na obra, objeto deste estudo, nota-se que o atraso dos caminhões betoneiras e concreto fora da especificação, são pontos fundamentais neste processo.

Grandes cidades estão associadas ao crescente trânsito em suas vias principais. Elevado tempo de deslocamento entre a concreteira e a obra, provoca, muitas vezes, o fim do tempo de utilização do concreto, em função do início de pega.

Salvo condições específicas, definidas em projeto, ou influência de condições climáticas ou de composição do concreto, recomenda-se que o intervalo de tempo transcorrido entre o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento e o final da concretagem não ultrapasse 2h30. Quando a temperatura ambiente for elevada, ou sob condições que contribuam para acelerar a pega do cimento, esse intervalo de tempo deve ser reduzido, a menos que sejam adotadas medidas especiais, como o uso de aditivos retardadores, que aumentem o tempo de início de pega sem prejudicar a qualidade do concreto (ABNT NBR 14931:2004).

Portanto, para um produto perecível como o concreto, tratar o problema de atraso no fornecimento e não conformidade do concreto, com multas contratuais, tanto para o fornecedor, quanto para as empresas construtoras, caso comprovem suas responsabilidades, são medidas compensativas e paliativas, pois o dano maior já foi produzido com a paralização da obra.

Problemas com o atraso dos caminhões, assim como concreto fora da especificação, que geram desperdícios de recursos materiais e de mão de obra, poderiam ser reduzidos com medidas preventivas. Pois, depois de ocorrido o atraso, os recursos já foram desperdiçados, e, portanto, a relação “perde-perde” se configura. A prevenção de problemas decorrentes desse atraso é proposta neste

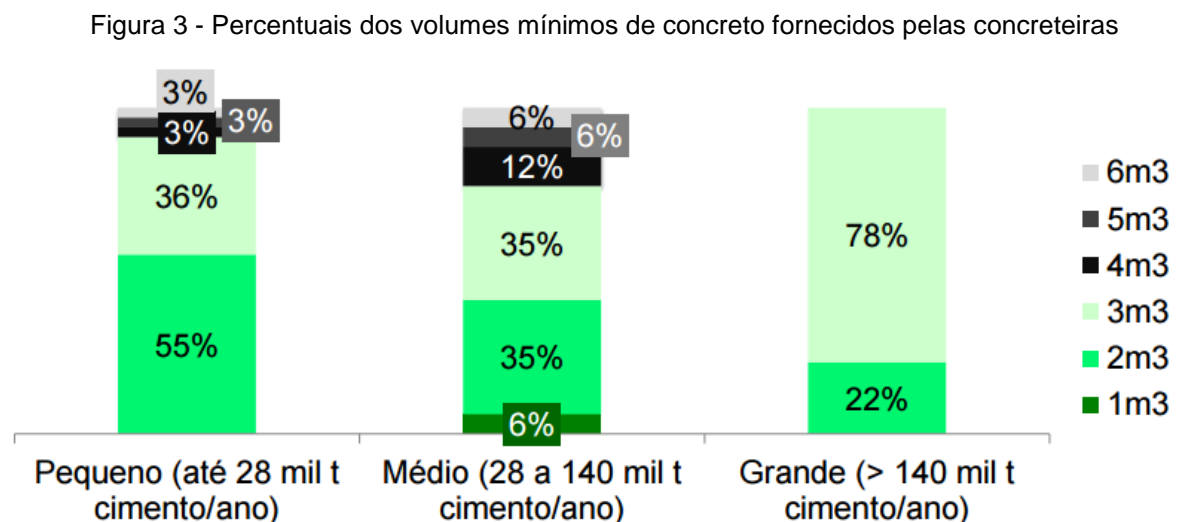
trabalho discutindo-se, inicialmente, as características do processo de aquisição do concreto (capítulo 3) e com a proposta de emprego de um aplicativo, descrito no capítulo 5.

3. PANORAMA DA ETAPA DE AQUISIÇÃO DO CONCRETO USINADO PELAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO PORTE

3.1 RELAÇÃO ENTRE CONSTRUTORAS E CONCRETEIRAS

Para Arrotéia (2012), a relação entre o comprador e o fornecedor é um aspecto com papel estratégico na produção e que possui significativa participação nos custos totais de um empreendimento. Para empresas de pequeno porte, cuja estrutura se caracteriza pelo sistema de produção tradicional, ou seja, sistema de produção com baixo nível de industrialização e com organização essencialmente artesanal, esta relação com as empresas fornecedoras de concreto é, muitas vezes, informal; sem contrato. Assim, caso ocorra alguma inconformidade com o concreto fornecido ou mesmo com o serviço prestado, haverá desgaste entre as partes.

A figura 3 apresenta os percentuais dos volumes mínimos de concreto fornecidos pelas concreteiras de pequeno, médio e grande portes.



(Fonte: TANIGUTI, 2015)¹

Empresas construtoras de pequeno porte, usualmente, fazem uso de pequenos volumes de concreto usinado, que, pela figura 3, são fornecidos, principalmente, por

¹ TANIGUTI, E. Panorama do mercado de concreto. Trabalho apresentado ao Seminário Desafios do Projeto, Produção, e Aplicação do Concreto – ABCP, São Paulo, 2015. Não publicado.

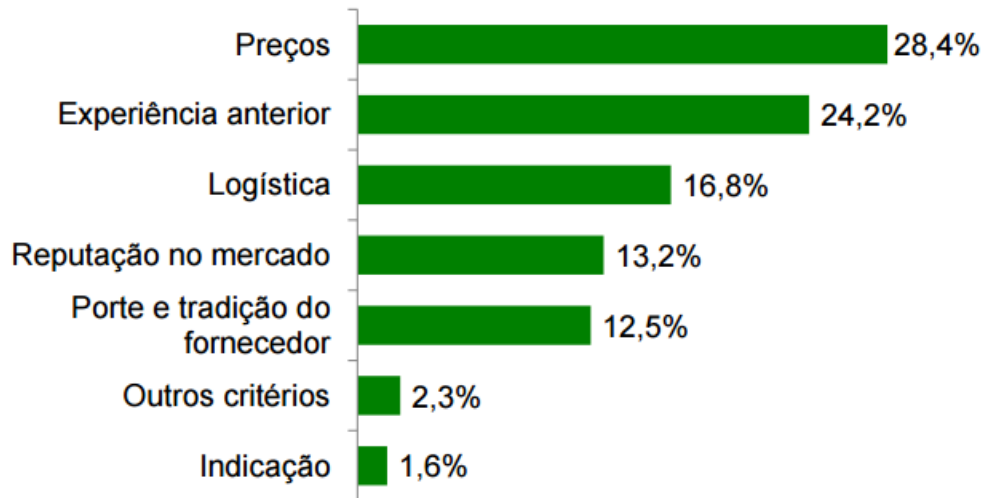
concreteiras de pequeno porte. De certo modo, as exigências contratuais são menos explicitadas e, muitas vezes, inexistentes em atividades que envolvem empresas de pequeno porte. Assim, não raras vezes, pela falta de contratos adequados, podem ocorrer não conformidades, como, por exemplo, o não atendimento do agendamento da programação da concretagem, ficando a equipe de obra, sem tempo hábil para que o desperdício da mão de obra seja evitado. Outro fator preponderante quando se trata de fornecimento de concreto para empresas de pequeno porte é o concreto fora da especificação que, certamente, quando ocorre, gera atrasos no planejamento da obra por impedir a retirada de escoramentos; podem ocorrer, ainda, possíveis problemas patológicos, caso a não conformidade deixe de ser percebida antes da retirada do escoramento.

Por tudo isto, as atividades de aquisição do concreto são fundamentais no processo de concretagem.

3.2 ASPECTOS RELEVANTES DA AQUISIÇÃO DO CONCRETO

Resistência mecânica (que envolve a resistência à compressão e o módulo de elasticidade) é o principal item que caracteriza o concreto. De modo geral, porém, a compra é usualmente feita pela especificação da resistência à compressão, sendo os concretos de 25 e 30 MPa, os mais comercializados pelas concreteiras. Para as empresas construtoras, a conjuntura influencia muito na escolha da usina. Preço tem sido o principal fator, mas há construtoras utilizando critérios técnicos para homologação das fornecedoras de concreto. A Figura 4 indica os percentuais dos fatores considerados para a escolha.

Figura 4 - Fatores considerados para escolha das concreteiras



(Fonte: TANIGUTI, 2015)²

Pela Figura 4 observa-se que a logística tem papel relevante nos aspectos de escolha pelas empresas construtoras e, considerando-se que a experiência anterior é definida por um bom serviço prestado pelas usinas, em que o ponto principal é o fornecimento e qualidade do concreto, tem-se 41% das decisões de escolha das empresas relacionados à logística de fornecimento do concreto.

Portanto, o gargalo encontrado na melhoria da relação entre construtoras e concreteiras é a logística. E assim, o interesse em investir nesta questão envolve toda cadeia de suprimentos do concreto usinado, sejam fornecedores ou clientes.

² TANIGUTI, E. Panorama do mercado de concreto. Trabalho apresentado ao Seminário Desafios do Projeto, Produção, e Aplicação do Concreto – ABCP, São Paulo, 2015. Não publicado.

4. A APLICAÇÃO DE CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 À ATIVIDADE DE CONCRETAGEM

4.1 CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS (IOT) E DESAFIOS ASSOCIADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

A expressão Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT) tem sido utilizada como referência a uma nova geração da computação pervasiva, representando a onipresença dos recursos de informática em produtos de consumo e cotidiano das pessoas (Yang, Liu & Liang, 2010)) Os tradicionais equipamentos e produtos industriais como automóveis, telefones, televisores, geladeiras, câmeras e sensores passam a ter capacidade de conexão, comunicação, e acesso à internet embutidas, apresentando diversas novas possibilidades de uso como por exemplo comando à distância, personalização, automação e análises de desempenho. Por meio de sensores, os objetos físicos passam a ter capacidade de processamento e, portanto, podem intercambiar, solicitar, fornecer, delegar, gerenciar e trocar dados.

Considerando a ontologia como a forma de representar o domínio da construção civil, a relação entre os elementos é fundamental para organização e análise dos dados. Por sua vez, a IoT está diretamente ligada a construção do espaço para a identificação e localização dos objetos, a interconexão entre eles e a modelagem das informações.

No setor da construção, mais concretamente no que à Engenharia Civil diz respeito, a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico estão intimamente ligados através de uma sinergia única. Atualmente, empresas de construção tradicionais tentam complementar as suas estratégias apostando numa renovação tecnológica capaz de aproveitar todas as ferramentas que advêm de sistemas de informação e comunicação como a internet. No seguimento desta aposta na investigação e desenvolvimento tecnológico, as Plataformas Tecnológicas da Construção representam um dos veículos para promover a reflexão, criar cooperações, influenciar políticas, incentivar universidades e empresas e, sobretudo, englobar valências.

Indústria 4.0

A Indústria 4.0 ou também designada Quarta Revolução Industrial é um termo que abrange algumas tecnologias e muitos novos conceitos ligados à industrialização. Dentre eles, há conceitos associados a automação e troca de dados, utilizando conceitos de Internet das Coisas (Internet of Things – IOT) e computação em nuvem (BAUERNHANSL et al., 2014). A Figura 5 ilustra as revoluções industriais com um breve histórico.



(Fonte: IV SEMINÁRIO BRASIL-ALEMANHA DE INOVAÇÃO, 2016)³

Os princípios da Indústria 4.0 que orientaram o presente trabalho a identificar e implementar os cenários para solução da melhoria da produtividade em serviço de concretagem são (HERMANN et al., 2016):

- **Interoperabilidade:** a habilidade dos sistemas (suporte de peças, estações de montagem e produtos), dos humanos e das Fábricas Inteligentes de se conectarem e se comunicarem entre si por meio da Internet das Coisas (IoT) e da Computação em Nuvem.
- **Virtualização:** uma cópia virtual das plantas Inteligentes é criada por sensores de dados interconectados (que monitoram processos físicos)

³ Trabalho apresentado no IV SEMINÁRIO BRASIL-ALEMANHA DE INOVAÇÃO, São Paulo, 2016.

com modelos de plantas virtuais e modelos de simulação.

- **Capacidade em Tempo-Real:** a capacidade de coletar e analisar dados e entregar conhecimento derivado dessas análises imediatamente.
- **Orientação a Serviço:** oferecimento dos serviços (dos sistemas, humanos ou das Indústrias Inteligentes) por meio da Computação em Nuvem.

Outro assunto relevante nas soluções tecnológicas atuais é a **conectividade com redes sociais**. Aplicativos de mensagem otimizam a comunicação entre empresa e clientes, bem como entre a instituição e seus colaboradores — o que é útil para a logística, uma vez que vários funcionários realizam atividades externas. Dessa maneira, uma presença digital é muito importante para interagir com clientes, responder dúvidas, reportar situações adversas que podem alterar as datas de entrega, automatizar o status dos envios, entre outras informações. Ao mesmo tempo, a empresa pode também se comunicar com sua equipe de uma forma mais eficiente, tomando conhecimento de imprevistos com rapidez. Assim, gestores conseguem tomar decisões e pensar em alternativas de forma imediata. Uma comunicação eficaz é um elemento chave para uma boa logística.

De acordo com Oesterreich (2016), os principais desafios para a Construção Civil na Indústria 4.0 são:

- a. **Alto custo de implementação:** decorrente do alto custo dos equipamentos, elevado período de formação e educação dos profissionais técnicos e de engenharia e de honorários de consultoria;
- b. **As mudanças organizacionais e de processos exigidas:** A implementação de novas tecnologias deve ocorrer em todos os níveis da organização e, principalmente, requer a reavaliação e reengenharia das práticas de negócios.
- c. **Hesitação a adotar:** O setor imprime aos empresários pouca capacidade de investimento, e com os custos elevados para implantação de novas tecnologias, o empresário hesita em investir nelas.
- d. **Aceitação:** A indústria da construção é conhecida por sua forte resistência a mudanças e novas tecnologias, bem como o conservadorismo e baixa capacidade de se adaptar às inovações.
- e. **Necessidade de competências reforçadas:** O uso de novas tecnologias

requer certo nível de conhecimento. Devido ao baixo grau de instrução dos trabalhadores da construção civil, haverá necessidade de formação e desenvolvimento, bem como a crescente necessidade de habilidades de integração.

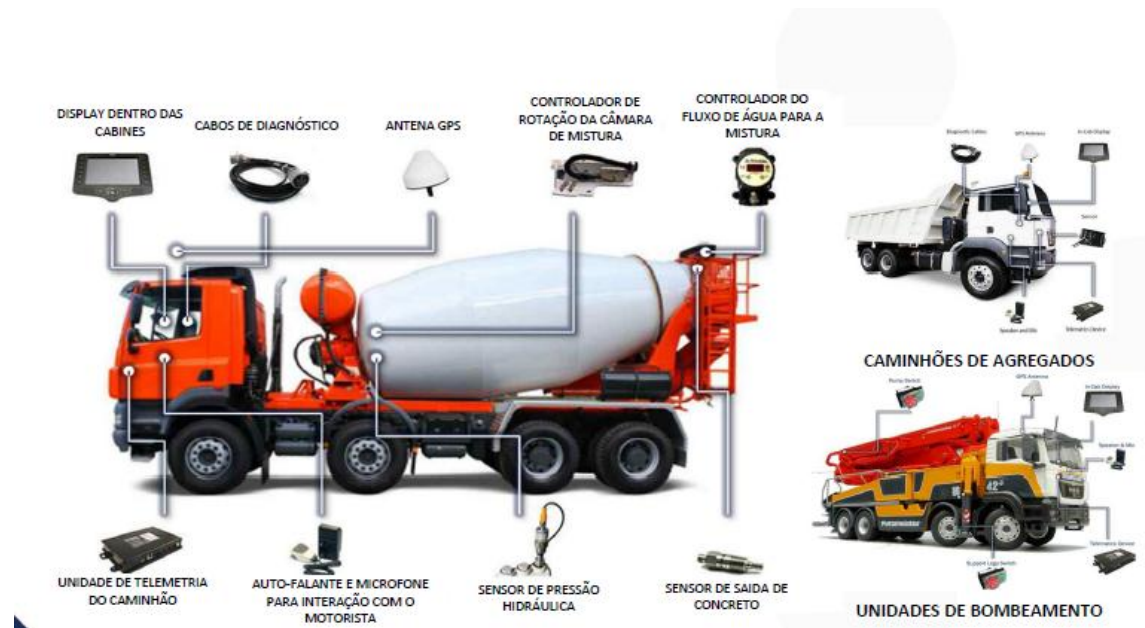
- f. **Requisitos mais elevados para equipamentos computacionais:** Os ambientes de produção da construção Civil são altamente agressivos seja por fatores climáticos, alto índice de poeira dentre outros fatores. Por isto, exigem-se equipamentos de informática mais robustos para uso no ambiente da construção, o que, muitas vezes, pode elevar o seu custo.
- g. **Melhoria das redes de comunicação existentes:** O uso de tecnologias de informação e comunicação exige Internet rápida e confiável o que nem sempre está disponível em muitos locais em que os empreendimentos são produzidos. Por isto, a ausência de conectividade confiável de banda larga ou a falta de acesso a conectividade de alta largura de banda têm sido apontados como obstáculos importantes a serem superados.

4.2 SOFTWARES APLICADOS AOS SERVIÇOS DE CONCRETAGEM

O mercado dispõe de alguns softwares que podem ser ou já são aplicados ao serviço de concretagem, os quais serão aqui apresentados a partir das referências disponíveis.

TRIMBLE: Na feira internacional de tecnologia para a Construção Civil BAUMA, realizada em 2016, apresentou a empresa Trimble, que possui uma solução completa para caminhões de material a granel, já aplicada aos caminhões betoneiras. Além da telemetria do caminhão, possui todos os comandos de trabalho/processos para o transporte de betoneiras. Aproveitando o software integrado com hardware robusto, os registros *TrimFleet* transmitem a localização do veículo, os eventos de posicionamento, o diagnóstico do veículo, o comportamento de condução e atualizações de comunicação entre os trabalhadores de campo e de escritório. A Figura 6 ilustra os diversos *hardwares* associados aos *softwares* que permitem o monitoramento integral das ações do caminhão e condutor.

Figura 6 - Sistema Globais de Navegação por Satélite (GNSS) propostos pela empresa Trimble para uso em caminhões betoneira.



(Fonte: BAUMA, 2016)⁴

Os dados gerados são utilizados para relatórios e análises para resolver problemas relacionados com a logística de materiais a granel. Na figura 7, ilustram-se os dispositivos *mobiles* integrados aos softwares de monitoramento.

⁴ Trabalho apresentado pela empresa Trimble na feira internacional de tecnologia para a construção civil BAUMA, realizada em Munique, em 2016.

Figura 7 - Ilustração dos dispositivos *mobiles* para monitoramento dos caminhões e condutores propostos pela empresa Trimble para caminhões que transportam materiais a granel



(Fonte: BAUMA, 2016)⁵

Empresários e transportadores de material usando *TrimFleet* ganham informações valiosas que lhes permitem melhorar a segurança em custo, identificar e evitar potenciais problemas e encontrar oportunidades para melhorar a eficiência. Os dados recolhidos ajudam a responder perguntas, como:

- Quanto custa para manter o equipamento?
- Onde o meu negócio perde dinheiro?
- Quanto vale o cliente ou qual é o custo para o meu negócio?
- O que minha empresa pode fazer para ser mais produtiva?
- Qual motorista está realizando o melhor trabalho?

⁵ Trabalho apresentado pela empresa Trimble na feira internacional de tecnologia para a construção civil BAUMA, realizada em Munique, 2016.

5. PROPOSIÇÃO DE SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO E RECEBIMENTO DO CONCRETO EM SERVIÇOS DE CONCRETAGEM

5.1 FUNCIONALIDADES E FORMATAÇÃO DO APLICATIVO

Retomando as influências sobre o consumo de mão de obra e suas causas, associadas ao relacionamento entre empresas construtoras e concreteiras, o contexto deste trabalho, demonstra a necessidade de melhoria na logística de entrega e recebimento do concreto nos serviços de concretagem. A ideia de criar um aplicativo para sanar estas dificuldades foi a motivação inicial deste trabalho e, neste capítulo, a formatação desta proposta é elaborada.

A proposta de melhoria nos processos de aquisição e recebimento de concreto em serviços de concretagens é desenvolvida a partir dos conhecimentos profissionais do autor e também daqueles advindos da revisão bibliográfica apresentada anteriormente, com destaque para os conceitos sobre Internet das Coisas - IoT.

Foi idealizado um ecossistema de soluções em software, em formato de aplicativo para smartphone, visando à melhoria do processo de concretagem, desde a aquisição até o recebimento do concreto, ou seja, melhoria no processo de comercialização deste insumo.

As funcionalidades do aplicativo proposto, são:

- **Geolocalização dos caminhões betoneiras:** esta funcionalidade permite o acompanhamento em tempo real do caminhão betoneira desde a usina até o canteiro de obra. Fornece as principais informações do recebimento do concreto como, por exemplo, tempo estimado para o lançamento e adensamento antes do início de pega do concreto.
- **Novo canal de comercialização para o concreto:** utilizando o aplicativo, onde o usuário terá mais opções para escolher a melhor proposta para sua obra, como por exemplo, menor custo, menor distância entre a obra e a usina e avaliação dos fornecedores.
- **Opções para especificação do concreto:** A proposta é reduzir o fornecimento de concreto fora da especificação. Assim, o aplicativo permite

ao cliente escolher o concreto com base nas especificações pré-estabelecidas no seu cadastro.

- **Plataforma de comunicação interna:** Para os *stakeholders*, o aplicativo vai permitir maior eficiência na comunicação interna. Dispositivos *mobile* para comunicação são difundidos em aplicativos como *WhatsApp*; portanto, de maior aceitação nas diferentes hierarquias da empresa.
- **Rastreabilidade do concreto aplicado:** permite fazer a marcação das áreas de lançamento de cada caminhão betoneira diretamente nas plantas do pavimento, disponíveis no dispositivo móvel. Cada caminhão betoneira é identificado com diferentes cores.
- **Controle tecnológico integrado com mapa de rastreabilidade do concreto:** as informações decorrentes do controle tecnológico são de mais fácil acesso, uma vez que os dados estão integrados na mesma plataforma. Assim, o tempo entre realizar o ensaio e disponibilizar o seu resultado é reduzido, possibilitando a rápida tomada de decisão em casos de não conformidade.
- **Relatório automático do serviço de concretagem:** informações geradas automaticamente a partir dos dados integrados do dispositivo móvel como, por exemplo, tempo de descarga de cada caminhão, tempo de troca entre caminhões dentro do canteiro, chuva no momento da concretagem, umidade relativa do ar desde a aplicação até final da cura, volume teórico e real etc.

As figuras 8, 9 e 10 ilustram, de forma genérica, a formatação do software para versões *mobile*, *desktop* e *concreteiras*, respectivamente.

Figura 8 - Formatação do software versão mobile

Mobile – Visão Cliente

- Cliente inicia informando seu CEP, para que o sistema possa distribuir o orçamento para as concreteiras mais próximas.

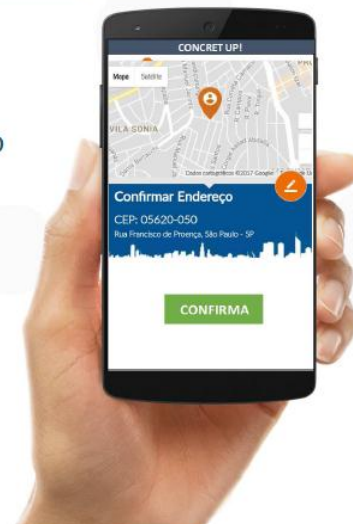


UpSoul
CONCRETEIRA

www.upsoul.com.br

Mobile – Visão Cliente

- Após verificação e localização do CEP, sistema solicita a confirmação.



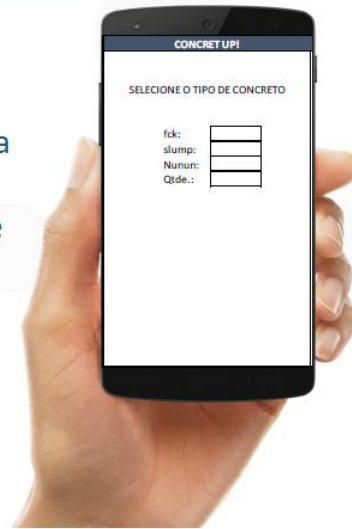
UpSoul
CONCRETEIRA

www.upsoul.com.br

Continua

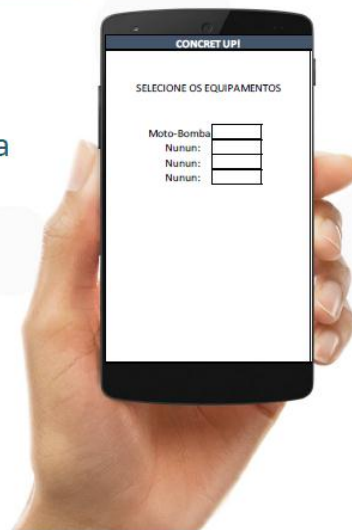
Mobile – Visão Cliente

- Em seguida, o cliente seleciona o tipo de concreto e especificações do produto que deseja.



Mobile – Visão Cliente

- Em seguida, o cliente seleciona os equipamentos que deseja alugar/contratar.



Mobile – Visão Cliente

- Em seguida, o cliente informa o e-mail para contato.



The image shows a hand holding a smartphone. The screen displays a mobile application interface. At the top, it says 'CONCRET UPI'. Below that, it says 'INFORME SEU E-MAIL'. There is a label 'e-mail:' followed by an empty input field for the user to enter their email address.

(Fonte: Plano de negócios desenvolvido pelo próprio autor em conjunto com a Upsoul Consultoria)

Figura 9 - Formatação do software versão Desktop

Desktop – Visão Cliente

- Cliente inicia informando seu CEP, para que o sistema possa distribuir o orçamento entre as concreteiras mais próximas.



Desktop – Visão Cliente

- Após verificação e localização do CEP, sistema solicita a confirmação.



Continua

Desktop – Visão Cliente

- Em seguida, o cliente seleciona o tipo de concreto e especificações do produto que deseja.

The screenshot shows a web interface titled "CONCRET UPI" with the instruction "SELECIONE O TIPO DE CONCRETO". On the left, there are four labels: "Fck", "Slump", "Nununu", and "Quantidade". To the right of these labels is a vertical stack of four empty rectangular input boxes.

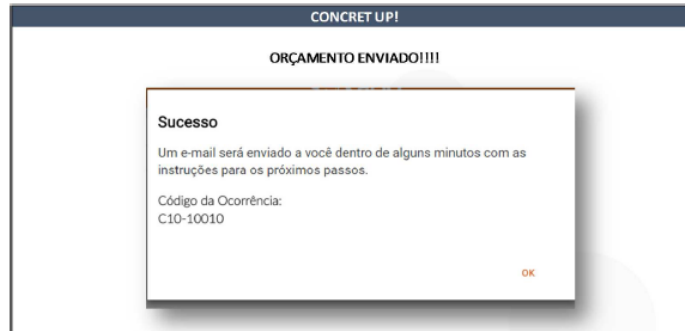
Desktop – Visão Cliente

- Efetua o login ou preenche um cadastro caso seja seu primeiro acesso.

The screenshot shows a web interface titled "CONCRET UPI" with the instruction "CADASTRE-SE - Preencha seus dados". The form contains the following fields: "e-mail:" followed by a text input field; "Nome:" followed by a text input field and "Sobrenome:" followed by a text input field; "Telefone:" followed by a text input field; "senha:" followed by a text input field and "confirma senha:" followed by a text input field.

Desktop – Visão Cliente

- Após login ou cadastro, o orçamento é encaminhado para as concreteiras cadastradas.



Desktop – Visão Cliente

- O cliente pode acompanhar o status de suas solicitações pela área do usuário

| CONCRET UP! | |
|-----------------|-----------------------|
| ÁREA DO USUÁRIO | |
| SOLICITAÇÃO | STATUS |
| C-00001 | AGUARDANDO ORÇAMENTOS |
| C-00002 | AGUARDANDO ORÇAMENTOS |
| C-00003 | ORÇAMENTOS ENVIADOS |
| C-00004 | ORÇAMENTOS APROVADO |
| C-00005 | PRODUTO EM TRÂNSITO |
| C-00006 | PRODUTO ENTREGUE |



Desktop – Visão Cliente

- O cliente pode conferir os detalhes de suas solicitações pela área do usuário

| CONCRET UPI | |
|-------------------------------------|--|
| DETALHE DA SOLICITAÇÃO: C-00005 | |
| fck: 20 mpa | |
| Slump: 1,5 | |
| Quantidade: 50m3 | Total: R\$12.500,00 |
| Equipamentos: Moto Bomba | Total: R\$2.000,00 |
| Valor Total do Pedido: R\$14.500,00 | |
| Fornecedor: Concrelix Concreto S/A | |
| Status: Produto em Trânsito | Data/Hora Estimando para entrega: 23/06/2017 - 11:36 |



Desktop – Visão Cliente

- O detalhamento pode ser consultado, com as observações e informações das concreteiras, dentre elas, avaliações de outros clientes.

| CONCRET UPI | | |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| ORÇAMENTO - SOLICITAÇÃO: C-00002 | | |
| Cortesia: R\$7.500,00 | Distância: 1,5km | Avaliação: ★★★ |
| Concrelix: R\$7.700,00 | Distância: 12km | Avaliação: ★★ |
| Concreto Amigo: R\$8.500,00 | Distância: 18km | Avaliação: ★★★★★ |



(Fonte: Plano de negócios desenvolvido pelo próprio autor em conjunto com a Upsoul Consultoria)

Figura 10 - Formatação do software versão Concreteira

Desktop – Visão Concreteira

- As Concreteiras credenciadas possuem um painel para gerenciamento das demandas.

| CONCRET UPI | | | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|---------------|----------------------|-------|
| PAINEL DE CLIENTES | | | | | |
| Filtros de Pesquisa: | De: __/__/__ | Até: __/__/__ | Status: | | |
| Solicitações Em Aberto | Orçamentos Gerados | Aprovados | Em trânsito | | |
| Entregues | Canceladas | | | | |
| Data | Código | Cliente | Orçamento | Status | Ações |
| 01/06/2017 | C-00001 | Construtora Boa | R\$ 22.500,00 | Aguardando Aprovação | |
| 02/06/2017 | C-00002 | Cliente Legal | R\$ 1.600,00 | Em Trânsito | |
| 03/06/2017 | C-00003 | Cliente Bacana | R\$ 2.300,00 | Aguardando Pagamento | |
| 04/06/2017 | C-00004 | Construtora Azul | R\$ 5.250,00 | Entregue | |
| 05/06/2017 | C-00005 | Construtora Verde | R\$ 17.000,00 | Entregue | |



Desktop – Visão Concreteira

- As concreteiras possuem um painel para gerenciamento das demandas, com visualização dos detalhes e possibilidade de preencher o orçamento.

| CONCRET UPI | |
|---------------------------------|--------|
| DETALHE DA SOLICITAÇÃO: C-00005 | |
| fck: 20 mpa | |
| Slump: 1,5 | |
| Quantidade: 50m3 | Total: |
| Equipamentos: Moto-Bomba | Total: |
| Valor Total do Pedido: | |
| Status: Aguardando Orçamento | |



(Fonte: Plano de negócios desenvolvido pelo próprio autor em conjunto com a Upsoul Consultoria)

A proposta de trazer nova perspectiva para o relacionamento entre construtoras e concreteiras, com o foco no cliente, sobretudo com o uso de aplicativo, é o resultado esperado na proposição deste aplicativo. Com isso, toda a cadeia de suprimentos do concreto será fortalecida para investir em mais pesquisa e, assim, fomentar o desenvolvimento tecnológico do setor.

5.2 ADAPTAÇÃO DE SOFTWARE DE COMUNICAÇÃO INTERNA PARA PROTÓTIPO

5.2.1 Utilização de aplicativo para comunicação interna

A comunicação, engajamento e aumento da produtividade são vitais para a gestão da obra – a ferramenta é desenvolvida para suprir às necessidades atuais dos funcionários da linha de frente, como os colaboradores que estão na obra. O software utilizado amplia o engajamento, o compartilhamento interno de conhecimento e o consumo de notícias da empresa, além de possibilitar maiores alinhamentos da gestão, operação e a estratégia da empresa.

De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Gallup (2013), 73% dos funcionários no Brasil não estão comprometidos nas empresas em que trabalham.

Essa falta de engajamento é um dos motivos da baixa produtividade que o Brasil apresenta em relação a diversos países. Com objetivo de entender e ajudar amenizar este problema, a Upsoul foi em busca de inovação nos Estados Unidos e na Europa, o que resultou na parceria com a plataforma de comunicação interna.

[...]

A solução do aplicativo é exatamente para as empresas que se esforçam para envolver funcionários. Tem o melhor custo-benefício para melhorar a comunicação interna e conseqüentemente, a produtividade. Sua plataforma aproveita plenamente a tecnologia móvel de hoje, o que torna muito fácil o manuseio para os funcionários na linha de frente, (informação verbal)⁶.

Além do compartilhamento de mensagens, imagens, vídeos e documentos, a ferramenta pode ser personalizada por meio de APIs – sigla em inglês para Interface

⁶ Entrevista com o engenheiro Uirá Watanabe Falseti, sócio diretor da empresa UpSoul Consultoria, realizada na sede da empresa no dia 20/06/2017.

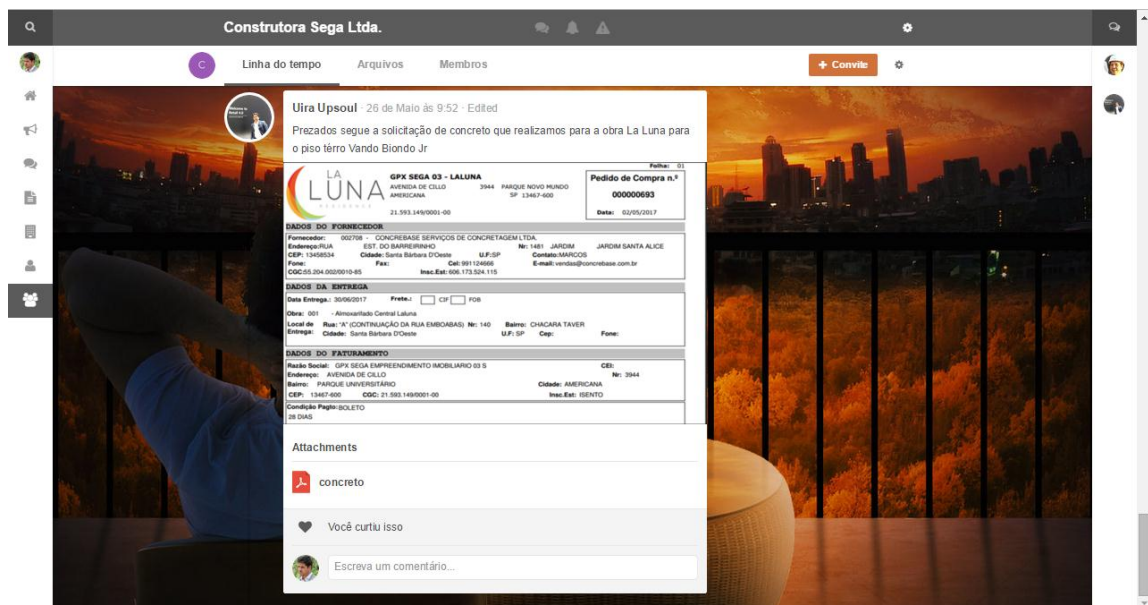
de Programação de Aplicativos - com agenda, atividades, relatórios de despesas, lista de compras, *e-learning*, procedimentos operacionais, com possibilidade de avaliações e *check list*, com a vantagem de poder organizar todo o conteúdo por temas ou departamentos.

5.2.2 Fluxo das atividades do serviço de concretagem formatadas a partir do aplicativo adaptado

Para atender às necessidades de melhoria dos processos de aquisição e recebimento do concreto em serviços de concretagem o aplicativo de comunicação interna foi configurado com o seguinte fluxo de atividades:

- **Requisição de compra:** é o início do processo. É efetuada pelo departamento de suprimentos (figura 11). Nesta etapa, o departamento de suprimentos informa a programação da concretagem a todos os envolvidos com o serviço (*stakeholders*), incluindo o fornecedor. É possível *upload* de arquivo em pdf.

Figura 11 - Requisição de compra

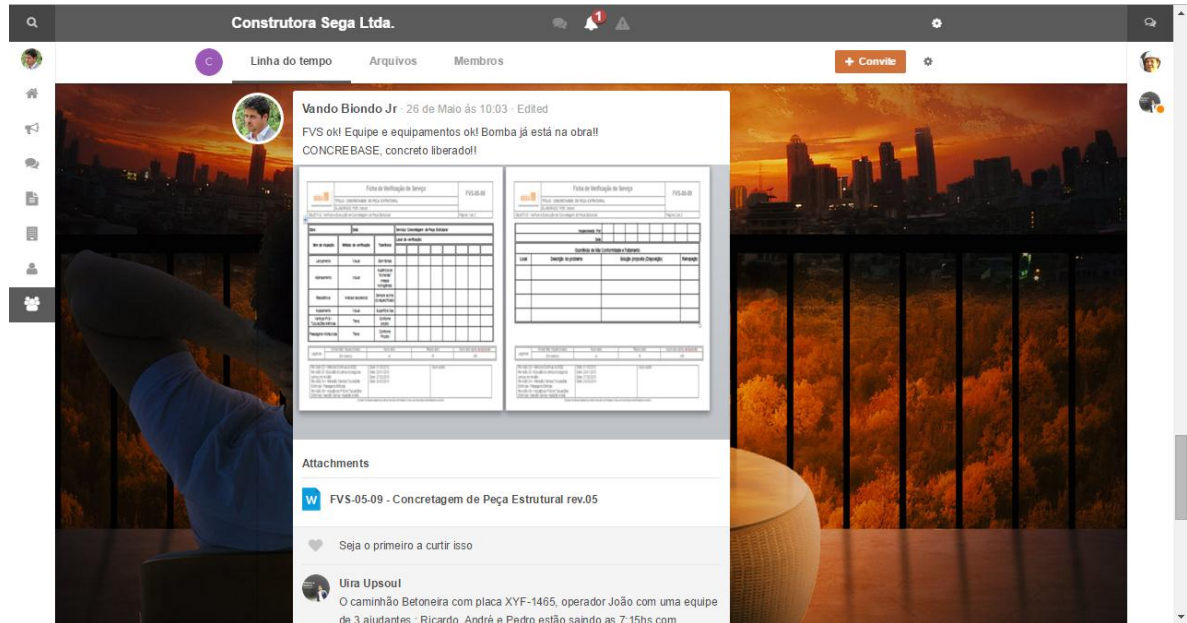


(Fonte: Próprio autor)

- **Preparação para concretagem:** A equipe de obra confere os serviços da ficha de verificação dos serviços e, quando totalmente em conformidade, faz o *upload* do arquivo, informando aos *stakeholders* que o serviço está pronto

para iniciar a preparação para concretagem. Na Figura 12, ilustra-se como esta etapa é feita pelo aplicativo.

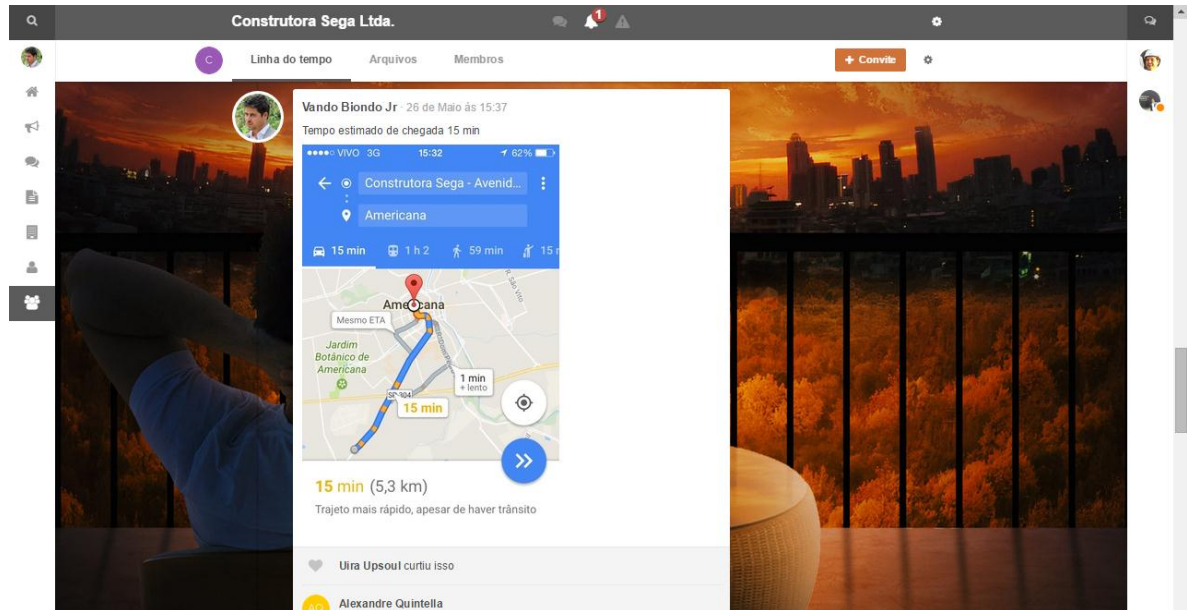
Figura 12 - FVS em conformidade e informada aos *stakeholders*



(Fonte: Próprio autor)

- **Liberação do 1º caminhão:** Nesta etapa, é formatada a principal função para evitar os atrasos não previstos do concreto na obra. Com a utilização de aplicativos auxiliares com função GPS, a previsão de chegada do concreto na obra é informada pela usina concreteira e monitorada pela equipe de obra. Estas informações são obtidas informando o endereço de partida e o de chegada e então é definido o melhor trajeto. A figura 13 ilustra esta etapa.

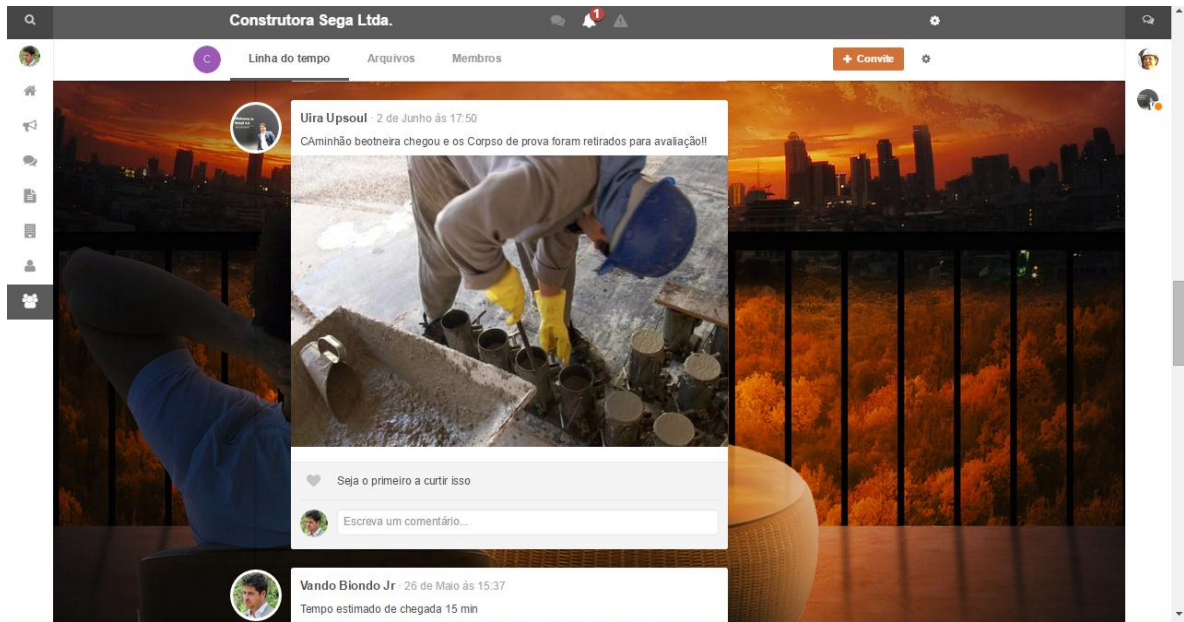
Figura 13 - Função GPS para informar a previsão de chegada de cada caminhão betoneira



(Fonte: Próprio autor)

- Rastreabilidade e controle tecnológico do concreto:** esta função, embora não influencie na produtividade do serviço de concretagem, objeto deste trabalho, traz melhoria no fluxo de informação sobre os testes efetuados, pois permite que o projetista, equipe de engenharia, laboratório e concreteira obtenham a informação de conformidade ou não conformidade num mesmo ambiente de comunicação e em curto tempo. Podendo, inclusive, anexar vídeo da coleta dos corpos de provas, para auditoria e controle de qualidade, tornando esta ferramenta fundamental para o serviço de controle tecnológico do concreto. As figuras 14, 15 e 16 representam essas etapas.

Figura 14 - Registro fotográfico dos testes sendo efetuados



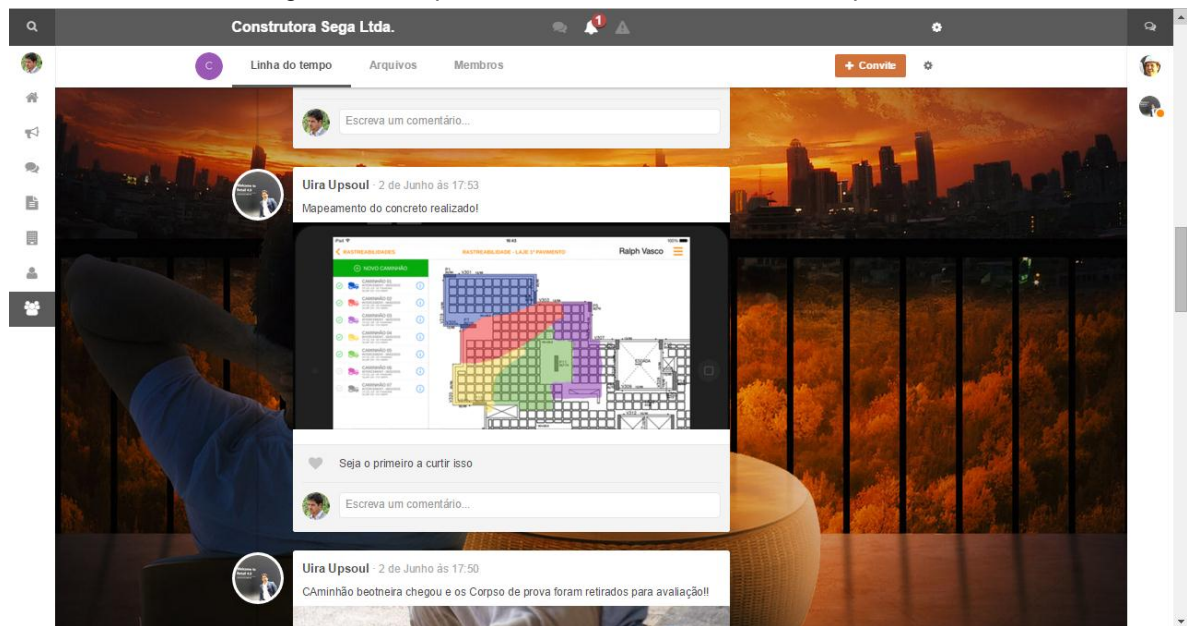
(Fonte: Próprio autor)

Figura 15 - Resultados dos corpos de prova aos 7 e aos 28 dias de idade



(Fonte: Próprio autor)

Figura 16 - Mapa de rastreabilidade do concreto aplicado



(Fonte: Próprio autor)

5.2.3 Implantação na Construtora SEGA

A primeira versão do *software* desenvolvido foi levada à Construtora SEGA para uma aplicação protótipo.

A experiência realizada nessa Construtora denotou a hesitação em aceitar a nova tecnologia tendo sido necessários convencimento e adaptação dos colaboradores e envolvidos.

A partir da aplicação do *software*, os envolvidos foram entrevistados, tendo-se identificado que **o principal problema que o software** ajudou a solucionar foi a melhoria da comunicação e interação de todos os envolvidos no processo de concretagem. “*Colocamos todos na mesma conversa no momento certo: estagiário, engenheiro, concreteira, bomba e construtora, controle tecnológico e suprimentos*”, enfatizou o gestor da obra. Além disto, denotou que o atraso de caminhão, na maioria das vezes é atraso de entrega e conseqüentemente afeta o cronograma. É um aspecto comum. Além disto, não é possível estimar este atraso. E na maioria dos casos realiza-se ação corretiva e não preventiva, podendo chegar até 3 horas de atraso.

As aplicabilidades do software na melhoria de gestão de concretagem foram especiais no momento em que a bomba estacionária chega à obra. Desta forma, o engenheiro já relata no software o momento em que a bomba está instalada, que por sua vez pressiona o fornecedor do concreto para liberação do 1º caminhão. “*O processo foi documentado de uma forma bem fácil de visualização e comunicação*”, mencionou o gestor da obra.

Os processos que o software mais ajudou foram: Preparação para concretagem e recebimento do concreto

Algumas sugestões foram colocadas para a melhoria como:

- Enfatizar a necessidade de todos os envolvidos trabalharem com o software;
- Melhorar o fluxo de processos para todos poderem colaborar. Precisaria inserir os demais *stakeholders* (fornecedor da bomba estacionária e controle tecnológico do concreto).
- Criar uma pasta registros/ documentos da concretagem
- Criar subgrupo alvenaria; hidráulica,
- Faltou a participação da empresa da concreteira e de bombas
- Fazer uma reunião na obra para fazer acontecer: concreteira, obra, controle tecnológico.

5.3 RESULTADOS PRELIMINARES

O protótipo do aplicativo adaptado às necessidades estudadas para melhoria na eficiência na aquisição e recebimento do concreto está em teste há 40 dias na Construtora SEGA e os resultados preliminares são satisfatórios.

A utilização do aplicativo, se deu em todas as concretagens da Construtora SEGA durante este período, totalizando 6 concretagens. As ferramentas e aplicabilidades das funções disponíveis foram exploradas pelos usuários, não havendo críticas quanto à formatação das soluções adaptadas.

Este resultado impulsiona a motivação para seguir com o protótipo e desenvolver o piloto. Novos colaboradores estão interessados em apoiar o projeto para que se possa, com a efetividade do piloto, divulgar o produto no mercado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aplicações dos conceitos da indústria 4.0 e IOT são uma realidade nos Estados Unidos e países da Europa, com crescimentos exponenciais. Fazendo analogia com as soluções benchmarking de outros setores e sua respectiva aplicação, já com a tecnologia em uso, podemos trazer para o ambiente da indústria da construção civil novas perspectivas de utilização.

Com muito êxito, a proposição do software para aquisição e recebimento do concreto foi alcançada neste trabalho, sobretudo pelos benefícios encontrados, tanto para as empresas construtoras, como para as concreteiras. O potencial de aumentar a eficiência na logística de entrega do concreto impulsiona o início de uma ampla pesquisa para a modelagem e desenvolvimento do software, propriamente dito.

De acordo com a implantação do protótipo, percebeu-se que o software contribuiu na melhoria da comunicação/ interação entre os envolvidos no serviço de concretagem. Porém, sem metodologia para implantação da tecnologia, muitas dificuldades apareceram. Principalmente pela falta de processos bem definidos, assim como a hesitação em adotar a ferramenta pela equipe de obra. Apenas o apoio do diretor da construtora, não foi suficiente para adesão de todos. Ficando evidente, que é imprescindível o uso de metodologia no processo de implantação de novas tecnologias, sobretudo em um ambiente de canteiro de obras.

Os principais resultados esperados a partir da implementação desta proposta no mercado são:

- Possibilitar novo canal de comercialização para o concreto;
- Imprimir eficiência aos processos de venda e entrega de concreto usinado;
- Aumento da eficiência no fornecimento de concreto pelas concreteiras, com maior velocidade na entrega e redução de perdas, a partir do monitoramento dos veículos em deslocamento.
- Melhoria da comunicação entre os *stakeholders* do processo de concretagem

O resultado deste trabalho, além da formatação do *software* pretendido, extrapolou os ambientes acadêmicos, proporcionando estudos e ações para o desenvolvimento de uma *Start-up* neste segmento, com o nome sugerido de *Concrete UP*. E, neste contexto empresarial, foram realizados além da monografia os seguintes trabalhos:

- **PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO** considerando-se o mercado de serviços de concretagem;
- **PLANO DE NEGÓCIOS** e planilha de análise financeira da Startup;
- Proposição de um projeto **PIPE (Pesquisa e Inovação em Pequenas Empresas) da FAPESP**, com o desenvolvimento de atividades para a inscrição do projeto;
- Proposição de trabalho para o evento **TECSIC 2017 - 1º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos**.

REFERÊNCIAS

ARROTÉIA, A. V. et al. Lean construction na gestão da cadeia de suprimentos: relação comprador/fornecedor em HIS. In: XIV ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2012. p. 1485-1493.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004. 59p.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BAUERNHANSL, T. M.; HOMPEL, M. T.; VOGEL-HEUSER, B. **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration**. Alemanha: Springer Vieweg, 2014.

DÓREA, S. C. L.; SOUZA, U. E. L. Produtividade do serviço de concretagem em edifícios-casos práticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO-SIBRAGEC. A competitividade da construção civil no novo milênio. **Anais...** Recife: UFPE, 1999. p. 449-460.

FREIRE, M. T. M.; SOUZA, U. E. L. Alternativas para a redução do consumo de materiais e mão-de-obra no serviço de concretagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. p. 854-861.

GALLUP, Inc. **State of the Global Workplace: Employee Engagement Insights for Business Leaders Worldwide**. Relatório de pesquisa, 2013. Disponível em <<http://www.gallup.com/services/176735/state-global-workplace.aspx>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: 49TH HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 2016, Koloa. **Anais...** Koloa (HI – USA): IEEE, 2016. p. 3928-3937.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, U. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, Osnabrück (Alemanha), v. 83, p. 121-139, dezembro 2016.

Ontologia, Internet das Coisas e Modelagem da Informação da Construção (BIM): Estudo Exploratório e a Inter-relação entre as Tecnologias Renata M. A. Baracho, Mário L. Pereira Junior, Maurício B. Almeida ECI - PPGGOC - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Yang, D., Liu, F., Liang, Y. (2010) A Survey of the Internet of Things. In: The 2010 International Conference On E-Business Intelligence. Atlantis Press.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. 23p.

_____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. 16p.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo de produção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: NPC/ UFSC, 1998. p. 569-576.

CARGOX. **O papel da tecnologia em transporte de cargas**. Disponível em: <<https://cargox.com.br/blog/o-papel-da-tecnologia-em-transporte-de-cargas/>>. Acesso em: 13 jun. 2017

KAGERMANN, H. et al. **Re commendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Alemanha: Acatech, 2013. 82 p. Disponível em <http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2017.

SOUZA, U.E.L.. **Metodologia para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estrutura de concreto armado**. São Paulo: 1996b. 280p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. Medindo a produtividade da mão de obra na execução das fôrmas para estrutura de concreto armado. In: REUNIÃO DO IBRACON, 38v2, p.609. 622. São Paulo: 1996c. **Anais**.

SOUZA, U.E.L. **Método para a previsão da produtividade da mão de obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento com argamassa, contrapiso, revestimento com gesso e revestimentos cerâmicos**. São Paulo: 2001. 357p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador/BA, 2000. **Anais**. Niterói, UFF, 2000.