

## **Aplicativo móvel para otimização de registro do controle de qualidade do concreto em obras**

### **Mobile application for optimizing concrete quality control registration in works**

DOI:10.34115/basrv5n2-012

Recebimento dos originais: 23/02/2021

Aceitação para publicação: 23/03/2021

#### **Leonardo da Silva Dias**

Bacharel em Engenharia Civil.

Universidade Potiguar (UnP).

Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN

E-mail: diasleonardosilva@hotmail.com

#### **Arthur Henrique de Araújo Macêdo**

Bacharel em Engenharia Civil.

Universidade Potiguar (UnP).

Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN

E-mail: arthur.macedo@outlook.com

#### **Cláudia Patrícia Torres Cruz**

Doutora em Física da Matéria Condensada.

Universidade Potiguar (UnP).

Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN

E-mail: claudiacruz.dfte@gmail.com

### **RESUMO**

A indústria 4.0 estabelece a conexão entre as pessoas e a tecnologia, visando a automação dos processos industriais. Na construção civil, sua implementação mostra-se como benefício para melhorias das práticas construtivas, de forma a utilizar um aplicativo para o gerenciamento das práticas e atividades em uma obra. Assim, este artigo descreve o desenvolvimento de um aplicativo móvel para automação e melhoria no processo de registro do controle de qualidade do concreto. A metodologia desse estudo foi dividida em três partes: (1) Revisão bibliográfica; (2) Pesquisa exploratória com aplicação de questionário com gerentes de obras; e (3) Desenvolvimento de funcionalidade de aplicativo móvel para controle de qualidade do concreto. A partir disso, obteve-se um sistema, nas versões Mobile e Web, capaz de prover maior produtividade para mão-de-obra responsável pela fiscalização e controle da qualidade do concreto de forma automatizada, substituindo o uso de formulários em papel e reduzindo a probabilidade de erro humano.

**Palavras-chave:** Aplicativo Móvel, Indústria 4.0, Canteiro de Obras, Controle de qualidade do concreto.

### **ABSTRACT**

Industry 4.0 establishes the connection between people and technology aiming at the automation of industrial processes. In civil construction, its implementation is shown as a benefit for improvements in construction practices. It is aimed at the usability of mobile

applications transformations in the works management practices. Thus, this article aims to develop a mobile application for automation and improvement in the concrete quality control registration process. The methodology of this study was divided into three parts: (1) Literature review; (2) Exploratory research using a questionnaire with construction managers; and (3) Development of mobile application functionality for quality control of concrete. From this, a system was obtained in the Mobile and Web versions capable of providing greater productivity for the labor responsible for the inspection and control of the concrete quality in an automated way, replacing the use of paper forms, and reducing the probability of human error.

**Keywords:** Mobile Application, Industry 4.0, Construction Site, Quality control concrete.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito vigente da indústria 4.0, também chamada de 4<sup>a</sup> revolução industrial, estabelece a conexão entre as pessoas e a tecnologia visando a automação dos processos industriais com aumento de qualidade, produtividade, flexibilidade e eficiência (SOUZA et al. 2020; ASIF, 2020). Na construção civil, o objetivo da implementação desse conceito mostra-se como benefício para melhorias das práticas construtivas agregando valor digital às empresas (HOSSAIN, 2019). Dificuldades como desafios técnicos, hábitos culturais e falta de investimento para o acesso à tecnologia, são superadas pelas oportunidades relacionadas a velocidade de produção e redução de erros, que resultam em produtos com garantia de qualidade. É na incorporação da digitalização e da automação dos procedimentos de gerenciamento de obras que tais benefícios podem ser alcançados (ALALOUL et al., 2020; HOSSAIN, 2019).

O uso de dispositivos móveis aponta para a possibilidade de tornar mais eficiente e fácil a tomada de decisões e, ao mesmo tempo, tornar a troca de informações bem mais ágil, contribuindo para melhorias gerenciais nos canteiros de obras de forma automatizada (HASAN et al., 2019; HASAN, 2018; SATTINENI, 2015).

A introdução de aplicativos móveis provoca transformações nas práticas de gerenciamentos de obras, por ser uma alternativa eficaz quanto à facilidade de acesso à informação e de aceleração do trabalho de campo, além de ser uma tecnologia para garantia de aspectos de segurança na construção (MOON, 2017; OMAR, 2016; SATTINENI, 2015). O desenvolvimento de atividades como medições, gerenciamento de registros, documentos e dados e processamento de tarefas podem ser desempenhadas por aplicativos em canteiros. Aplicativos para inspeção de atividades, registros de fotografias

durante inspeções (ROLFSEN et al., 2019; KIM, 2017) e para controle da produção dos operários, de serviços e de insumos já foram propostos e desenvolvidos (ORIHUELA, 2016).

Das atividades executadas em obras, o controle de qualidade do concreto destaca-se como uma das práticas de monitoramento que são realizadas por supervisão humana com preenchimento manual em folhas de registros no campo e que podem ser aprimoradas (LEE, 2019; AZIZ, 2017). A atividade de controle ocasiona baixa produtividade em relação ao monitoramento devido a necessidade de preenchimento em papel e, posteriormente, registro em um meio digital ou digitalizado. Além disso, durante o acompanhamento podem ocorrer incertezas na localização de lançamento e perdas de informações no fornecimento do concreto, podendo gerar inconfiabilidade quanto às amostras levadas a laboratórios. Falhas como essas podem ocasionar defeitos estruturais e causar custos imprevistos com a realização de medidas corretivas. Desta forma, percebe-se que o encadeamento de ações e processos realizados para o controle de qualidade do concreto em obras podem acarretar falhas na transmissão de informações e, conseqüentemente, na conformidade da qualidade da obra (GHOSH et al., 2019; ZEKAVAT, 2017).

Por outro lado, a partir do conceito de IoT (Internet of Things), ideia da indústria 4.0, tem-se a possibilidade de gerar relatórios de forma mais ágil, com maior controle, otimizados e com acompanhamento em tempo real garantindo transparência e produtividade às partes interessadas (GHOSH et al., 2019). O método para automatização e digitalização do processo de controle de qualidade do concreto em obras pode ser realizado a partir de um aplicativo móvel, substituindo o uso de formulários em papel e reduzindo a probabilidade de erro humano (SATTINENI, 2015).

Neste contexto, este estudo tem como objetivo descrever o desenvolvimento e implementação, nos processos gerenciais da construção, de um aplicativo móvel para automação e melhoria nos procedimentos de controle de obras, com foco na otimização do registro do controle de qualidade do concreto, provendo maior produtividade para mão-de-obra responsável por sua fiscalização e controle.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia desse estudo foi dividida em três partes (Figura 1). Sendo: (1) Revisão bibliográfica; (2) Pesquisa exploratória com aplicação de questionário com gerentes de obras; e (3) Desenvolvimento de funcionalidade de aplicativo móvel para controle de qualidade do concreto.



Fonte: Autor (2020)

## 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização da revisão bibliográfica, buscou-se artigos recentes da base internacional “ScienceDirect”, com foco na implantação da indústria 4.0 na construção civil e em como o uso de aplicativos móveis no setor está ligado a esse eixo da produção industrial. Desta forma, investigou-se casos de êxito no desenvolvimento de aplicativos para canteiros de obras. Além disso, estudou-se as NBR 12655:2015 e NBR 7212:2012, relacionadas ao controle do concreto para atender o objetivo específico. A pesquisa bibliográfica foi realizada usando as palavras-chave: “Industry 4.0”, “Innovative Technologies”, “Mobile application” e “Quality control concrete”.

## 2.2 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO EXPLORATÓRIO

A pesquisa exploratória tem por objetivo a obtenção de informações, fazendo um levantamento de hipóteses a respeito de um tema e permitindo a conclusão com dados qualitativos e quantitativos (MARTELLI et. al, 2020). Desta forma, para analisar os processos realizados e seguidos pelas construtoras e que estão relacionadas ao objetivo deste estudo, foi feita uma pesquisa exploratória.

Para tanto, foi elaborado um questionário (Apêndice) direcionado a profissionais da construção civil que atuam em escritórios e obras. O questionário contém 13 perguntas divididas em duas partes. A primeira parte tem foco nos procedimentos de controle de qualidade e tecnológico do concreto que são empregados pela empresa. Já a segunda parte é focada na obtenção de dados relacionados à prática dos conceitos da indústria 4.0 nos processos de gestão das construtoras e no interesse pela implementação de um aplicativo móvel para automatização do registro e controle de dados na etapa de concretagem em obras. O questionário foi aplicado de forma *online* pela plataforma Google Forms, sendo destinado a 21 construtoras.

## 2.3 DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO

### 2.3.1 Requisitos de funcionalidade

O levantamento de requisitos para funcionalidade do aplicativo baseou-se nas diretrizes de preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto segundo a ABNT NBR 12655:2015 complementada pela ABNT NBR 7212:2012, enfoque no concreto dosado em central. Além disso, a análise dos dados obtidos a partir da pesquisa exploratória mostraram-se um bom auxílio para a percepção geral dos procedimentos do controle de qualidade do concreto nas construtoras. Diante disso, o aplicativo foi estruturado nos seguintes módulos (Figura 2):

Figura 2 - Estrutura de módulos do aplicativo



Fonte: Autor (2020)

I. Cadastro de projeto: Insere-se dados do empreendimento a ser construído com o número de pavimentos, acompanhados das plantas estruturais equivalentes.

II. Rastreabilidade do concreto: Insere-se dados de entrada relacionados ao recebimento e aceitação do concreto. Posteriormente, realiza-se, neste módulo, o mapeamento conforme a execução da concretagem.

III. Controle tecnológico: Neste módulo, o responsável técnico pelo rompimento das amostragens compartilha com o gerente da obra (diretamente via aplicativo) os resultados de resistência à compressão dos corpos de prova moldados.

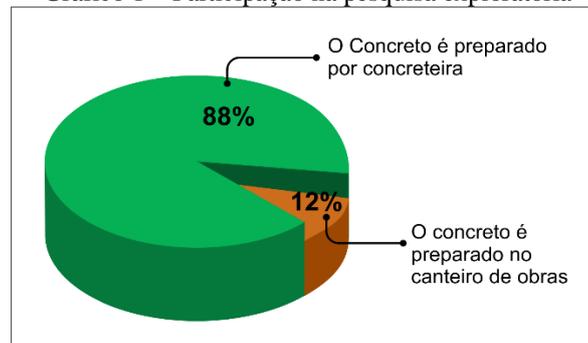
IV. Resultados e estatísticas: São os dados de saída, onde são apresentados relatórios técnicos com as informações referentes à rastreabilidade do concreto para arquivamento e controle, além de índices estatísticos. O objetivo deste módulo é facilitar a tomada de decisão por meio de observação intuitiva dos gráficos apresentados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa exploratória destinada às construtoras, obteve-se 80% de participação (Gráfico 1) com respostas que fundamentaram a construção do aplicativo móvel desenvolvido. Em relação aos procedimentos de controle de qualidade do concreto, 88% das

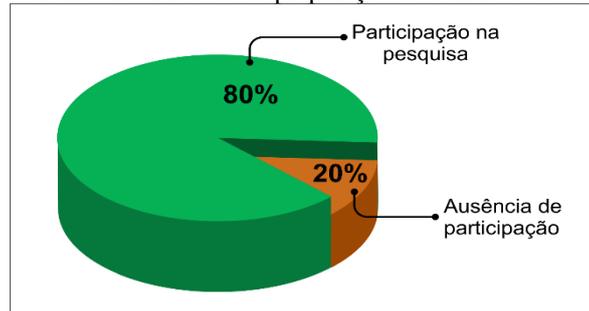
empresas utilizavam o concreto usinado no seu processo de concretagem (Gráfico 2) evidenciando assim a necessidade de seguir as recomendações referentes ao recebimento e aceitação do concreto da ABNT NBR 12655:2015 e ABNT NBR 7212:2012 (com ênfase ao concreto dosado em central), assim, 82% destas afirmaram realizar os procedimentos normativos (Gráfico 3).

Gráfico 1 – Participação na pesquisa exploratória



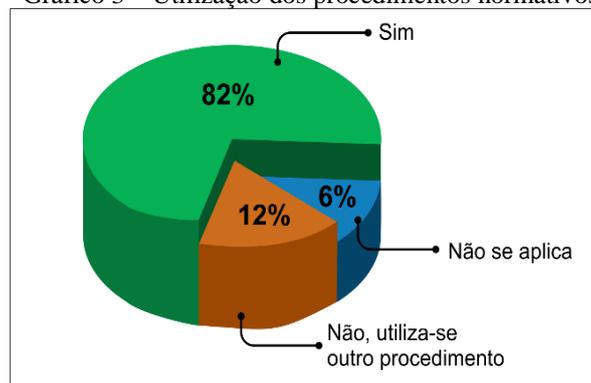
Fonte: Autor (2020)

Gráfico 2 – Método de preparação do concreto usado



Fonte: Autor (2020)

Gráfico 3 – Utilização dos procedimentos normativos

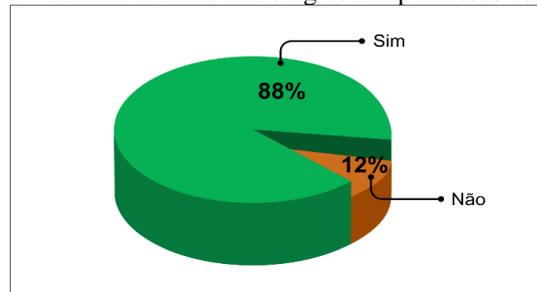


Fonte: Autor (2020)

Referente à inserção de novas tecnologias no controle de qualidade dos processos construtivos, 88% dos entrevistados afirmaram estar abertos a esta possibilidade (Gráfico 4),

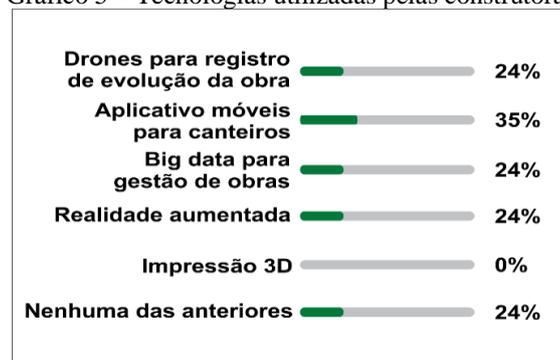
e 35% dos participantes indicaram já fazer uso de algum aplicativo móvel no canteiro de obras. Além do uso de aplicativos, outras tecnologias foram indicadas em uso, como drones para registro de evolução da obra e *big data* para gestão de obras e realidade aumentada (Gráfico 5).

Gráfico 4 – Adesão a novas tecnologias nos processos construtivos



Fonte: Autor (2020)

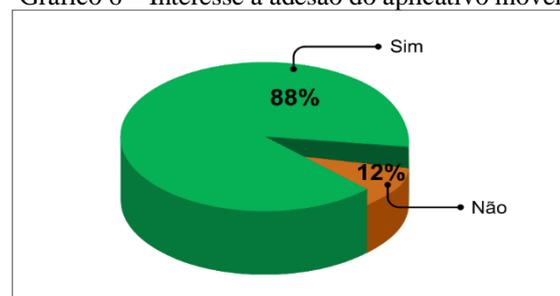
Gráfico 5 – Tecnologias utilizadas pelas construtoras.



Fonte: Autor (2020)

Para validar a necessidade do objetivo desse estudo, as empresas foram questionadas se estariam disponíveis a utilizar um aplicativo móvel para automação do processo de controle de qualidade do concreto em campo e, neste aspecto, obteve-se um índice de 88% de respostas positivas (Gráfico 6), servindo de incentivo ao desenvolvimento do aplicativo.

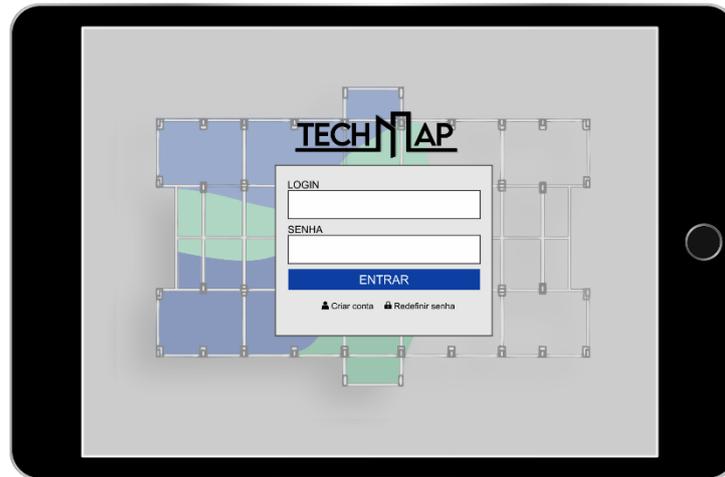
Gráfico 6 – Interesse a adesão do aplicativo móvel.



Fonte: Autor (2020)

Foi desenvolvido um aplicativo intitulado TechMap (Figura 3), capaz de atender à demanda na atividade de concretagem dos elementos estruturais em obras. O sistema disponibilizado nas versões *Mobile* e *Web*, foi dividido em módulos de funcionalidades conforme os critérios das normas vigentes e, também, conforme sistema de controle adotado pelas empresas que participaram da pesquisa exploratória.

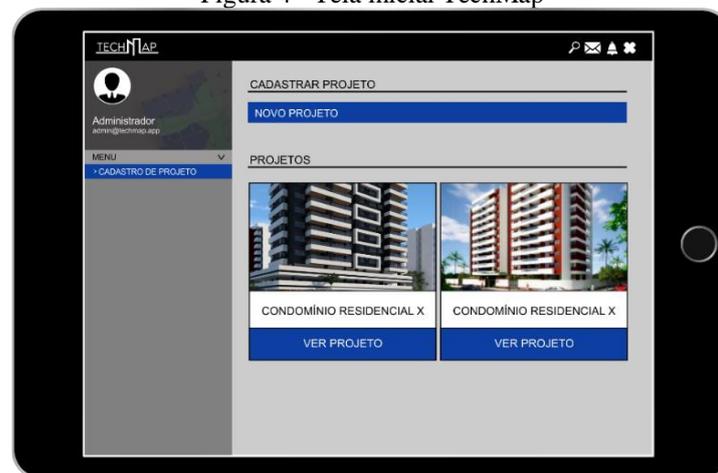
Figura 3 - Tela inicial TechMap



Fonte: Autor (2020)

### 3.1 MÓDULO DE PROJETO

Figura 4 - Tela inicial TechMap



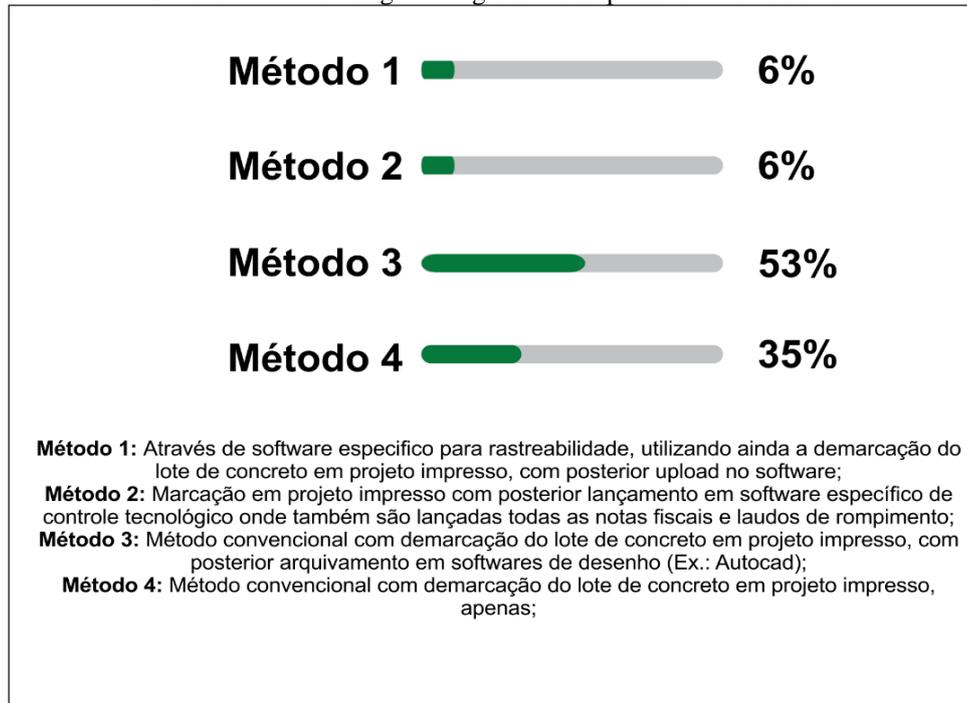
Fonte: Autor (2020)

Este módulo foi desenvolvido para realização do cadastro dos projetos (Figura 4). É o módulo de identificação, onde são inseridos nome do empreendimento, número de pavimentos e endereço da obra. Este é o ponto inicial do ciclo de registro de dados que é realizado no aplicativo.

### 3.2 MÓDULO DE RASTREABILIDADE DO CONCRETO

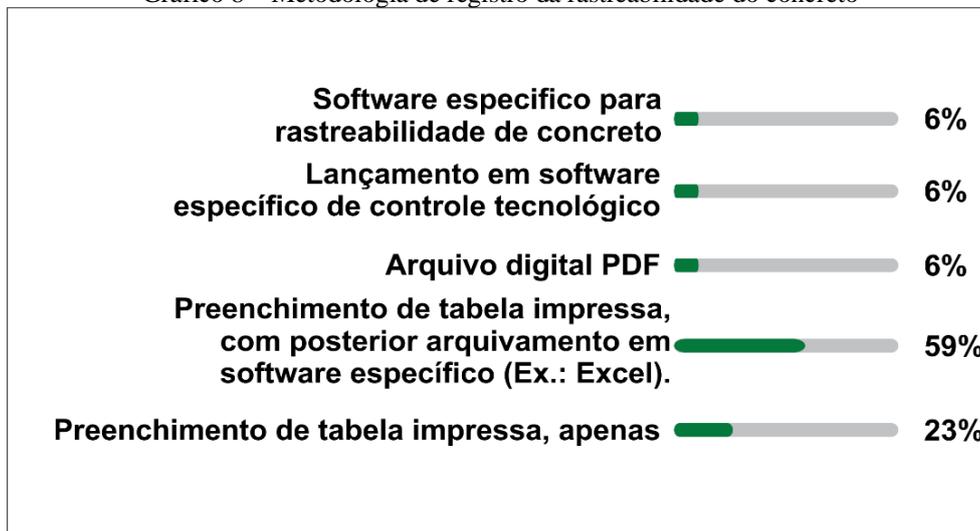
Conforme verificado nos resultados da pesquisa exploratória, aproximadamente 53% das empresas utilizam processos manuais com posterior arquivamento em softwares específicos para registro dos dados referentes à realização da rastreabilidade e dos requisitos dos lotes de concreto, outros 35% apenas realizam o rastreamento do concreto e arquivam em projeto impresso (Gráfico 7) e 23% a demarcação do lote, sem digitalização em softwares (Gráfico 8).

Gráfico 7 – Metodologia de registro do mapeamento do concreto



Fonte: Autor (2020)

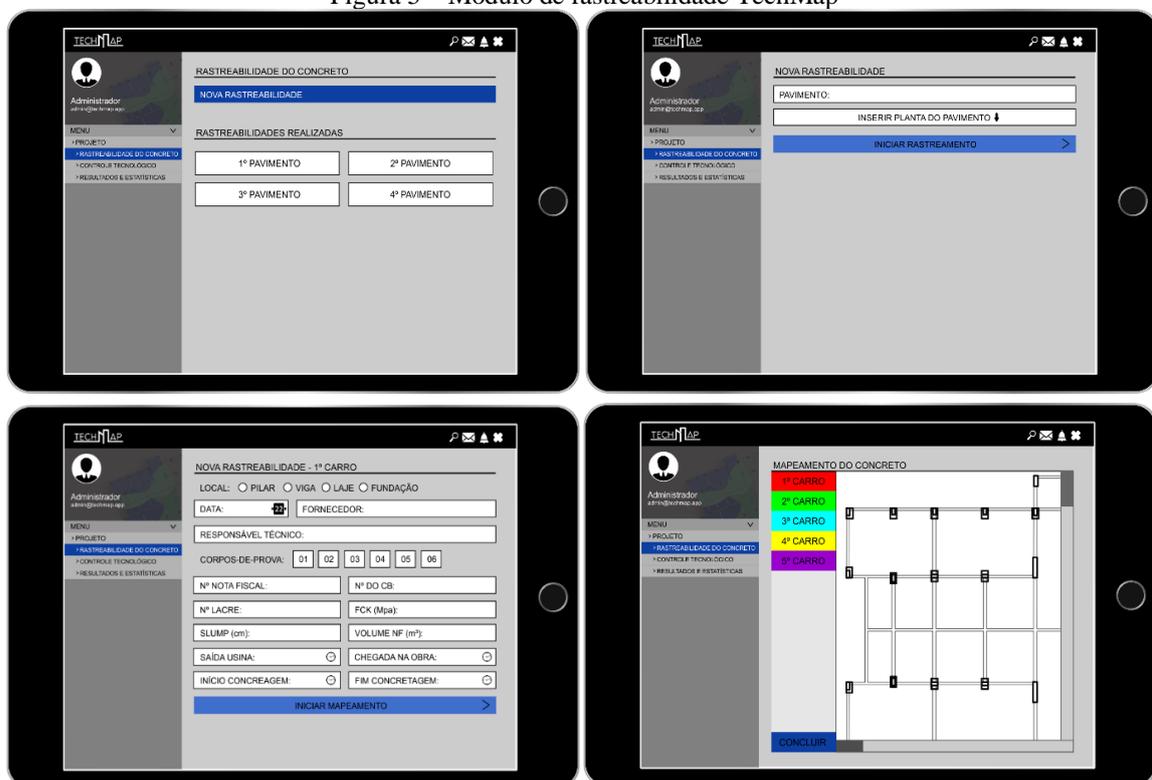
Gráfico 8 – Metodologia de registro da rastreabilidade do concreto



Fonte: Autor (2020)

Este módulo automatiza o preenchimento dos formulários e a demarcação do lote da betonada, que passam a ser feitos de forma digital. O usuário irá identificar no pavimento o elemento estrutural a ser registrado e inserir todos os dados referentes a tarefa de concretagem correspondente: data, fornecedor, número de corpo de prova (CP), responsável técnico, nota fiscal, número do carro, número do lacre, fck, slump, volume da nota fiscal, volume aplicado e horários (saída da usina/ chegada na obra/ início e fim de aplicação). Posteriormente, será realizado o mapeamento do concreto, de acordo com os dados lançados (Figura 5). O sistema faz o arquivamento completo de todos os dados necessários a um controle de qualidade eficiente e automatizado, elevando a produtividade na execução da atividade.

Figura 5 – Módulo de rastreabilidade TechMap

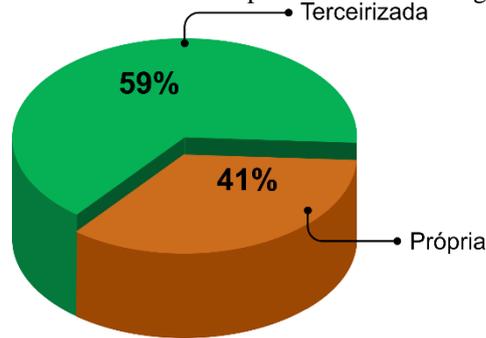


Fonte: Autor (2020)

### 3.3 MÓDULO DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

A pesquisa exploratória mostrou (Gráfico 9) um equilíbrio na realização, por mão de obra terceirizada (59%) e própria (41%), do ensaio de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67:1998) e o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (NBR 5738:2015).

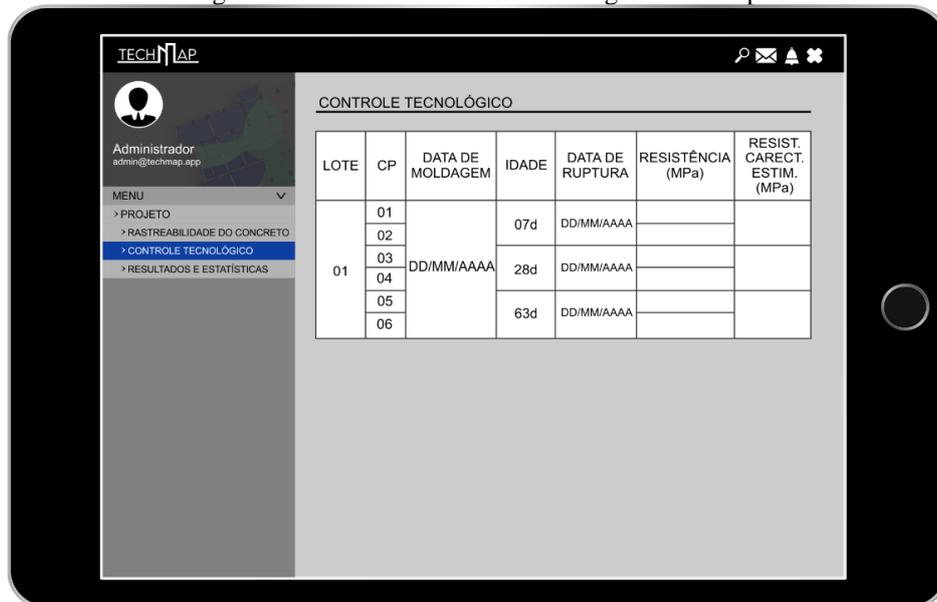
Gráfico 9 – Mão-de-obra para controle tecnológico.



Fonte: Autor (2020)

Desta forma, o módulo de controle tecnológico do concreto foi desenvolvido para que o preenchimento dos resultados possam ser realizados pelo usuário funcionário da construtora ou funcionário de uma empresa terceirizada, com a possibilidade de um acesso específico e exclusivo para esta etapa. O lançamento dos dados diretamente no módulo, referente à resistência dos corpos-de-prova do concreto moldados, torna ágil a consulta para validação de conformidades (Figura 6).

Figura 6 – Módulo de controle tecnológico TechMap.



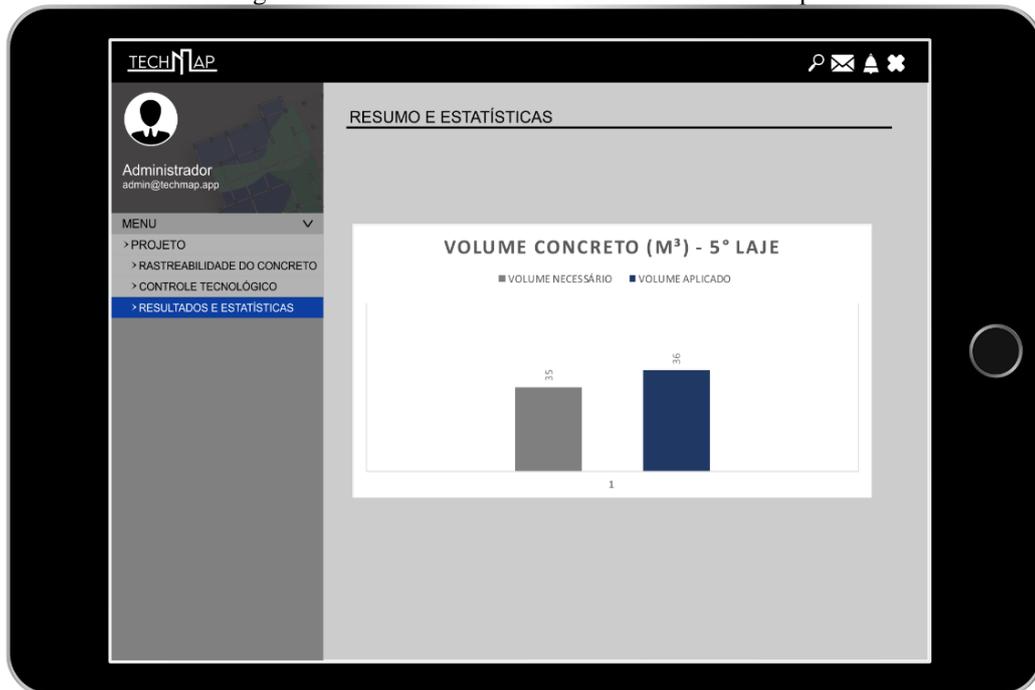
Fonte: Autor (2020)

### 3.4 MÓDULO DE RESULTADOS E ESTATÍSTICAS

O questionamento relacionado ao trato de informações e criação de indicadores no processo de controle de qualidade do concreto mostrou por partes das empresas interesse em aspectos que sinalizem de forma rápida e eficiente os dados lançados e os resultados obtidos.

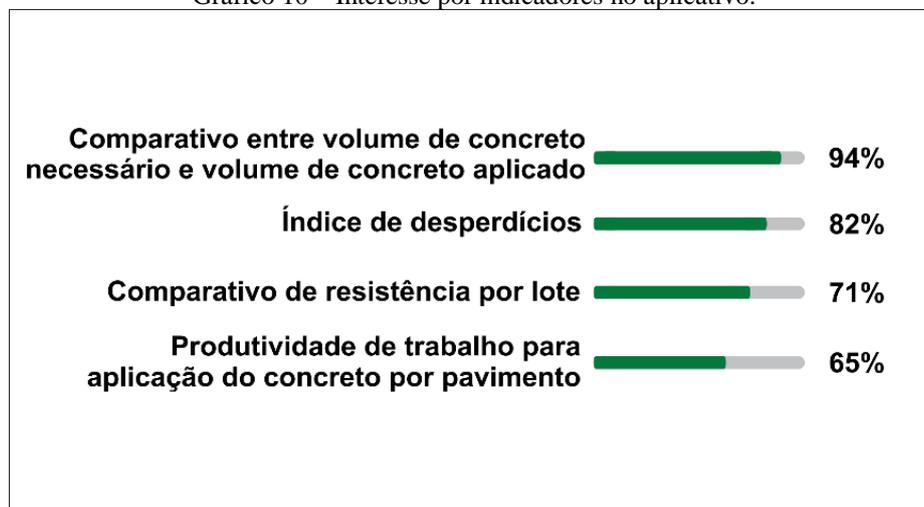
Por isto, criou-se o módulo de resultados e estatísticas que apresenta, por meio de gráficos estatísticos, um comparativo entre o volume de concreto necessário e o volume de concreto aplicado (Figura 7), comparativo que 94% dos entrevistados consideraram indispensável. Além disto, o módulo gera gráficos referentes à produtividade de trabalho para aplicação do concreto por pavimento, comparativos de resistência por lote e índice de desperdícios (Gráfico 10). Este módulo corresponde de ao ciclo final do sistema/aplicativo desenvolvido.

Figura 7 – Módulo Resultados e Estatísticas TechMap.



Fonte: Autor (2020)

Gráfico 10 – Interesse por indicadores no aplicativo.



Fonte: Autor (2020)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automatização de tarefas, atividades e processos da indústria da construção civil é uma necessidade urgente do mundo contemporâneo. O aplicativo móvel TechMap (apresentado nas versões mobile e web) foi desenvolvido para auxiliar e otimizar o controle de qualidade do concreto em obras. Seu uso trouxe progresso aos processos gerenciais das obras, englobando evolução no controle sobre informações cadastrais do empreendimento e projeto, rastreabilidade da concretagem e acompanhamento dos ensaios e execução, que resultam na geração de resultados e gráficos apresentados de forma clara e intuitiva inerentes à demonstração da eficiência da execução do controle tecnológico e índices de desperdícios.

Desta forma, pode-se concluir que o desenvolvimento do aplicativo móvel e sua utilização em canteiros de obra contribui para a implementação dos conceitos de Indústria 4.0 às empresas, evidenciando assim sua importância para digitalização e automação da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ALALOUL, Wesam Salah; LIEW, M.S.; ZAWAWI, Noor Amila Wan Abdullah; KENNEDY, Ickx Baldwin. Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 11, n. 1, p. 225-230, 2020. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010>. Acesso em: 14 mar. 2020.

ASIF, Muhammad. Are QM Models Aligned with Industry 4.0? A Perspective on Current Practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, p. 120820, 2020. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120820>. Acesso em: 14 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 23 p. 2015. Acesso em: 04 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central — Procedimento. Rio de Janeiro, 16 p. 2012. Acesso em: 04 abr. 2020.

AZIZ, Remon Fayek. Engineering approach to allocate and evaluate performance influencing factors for ready mixed concrete batch plant under different effects. **Alexandria engineering journal**, v. 57, n. 4, p. 3237-3247, 2018. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.12.004>. Acesso em: 15 mar. 2020.

GHOSH, Arka; HOSSEINI, M. Reza; AL-AMERI, Riyadh; KAKLAUSKAS, Gintaris; NIKMEHR, Bahareh. Internet of Things (IoT) for digital concrete quality control (DCQC): A conceptual framework. In: **Proceedings of the 13th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques**. VGTU Press. p. 298-305, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/mbmst.2019.100>. Acesso em: 15 mar. 2020.

HASAN, Abid; ELMUALIM, Abbas; RAMEEZDEEN, Raufdeen. An exploratory study on the impact of mobile ICT on productivity in construction projects. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 8, n. 3, p. 320-332, 2018. Emerald insight. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BEPAM-10-2017-0080>. Acesso em: 14 mar. 2020.

HASAN, Abid; JHA, Kumar Neeraj; RAMEEZDEEN, Raufdeen; AHN, SeungJun; BAROUDI, Bassam. Perceived productivity effects of mobile ICT in construction projects. In: **Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering**. Springer, Cham, 2019. p. 165-172, 2019. Springer Link. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_20). Acesso em: 28 mar. 2020.

HOSSAIN, Md Aslam; NADEEM, Abid. Towards digitizing the construction industry: State of the art of construction 4.0. In: **10th International Structural Engineering and Construction Conference**, ISEC 2019. ISEC Press, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14455/ISEC.res.2019.184>. Acesso em: 28 mar. 2020.

KIM, Seong-Jin; OK, Hyun; KIM, Tae-Hak. Mobile App Development for Smart Construction Site Work Processing. In: **Proceedings of the 9th International Conference**

on **Information Management and Engineering**. 2017. p. 24-28. ACM Digital Library. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3149572.3149596>. Acesso em: 14 mar. 2020.

LEE, Sang Gyu; SKIBNIEWSKI, Mirosław Jan. Monitoring of concrete placement and vibration for real-time quality control **Creative Construction Conference 2019**, Budapest, Hungary, CCC 2019, 29 June - 2 July, p. 67-76. 2019. DSpace. Disponível em: <https://doi.org/10.3311/CCC2019-011>. Acesso em: 28 mar. 2020.

MARTELLI, Anderson; FILHO, Alexandre José de Oliveira; GUILHERME, Carolina Doricci; DOURADO, Fabio Francisco Mazzocca; SAMUDIO, Edgar Manuel Miranda. Análise de Metodologias para Execução de Pesquisas Tecnológicas/Analysis of Methodologies for Carrying out Technological Research. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 2, p. 468-477, 2020. BASR. Disponível em: <https://doi.org/10.34115/basrv4n2-006>. Acesso em: 04 abr. 2020.

MOON, Sungkon; ZEKAVAT, Payam R.; BERNOLD, Leonhard E. Dynamic quality control of process resource to improve concrete supply chain. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 5, p. 04016130, 2017. ASCE Library. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001270](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001270). Acesso em: 14 mar. 2020.

MOON, Sungwoo. Application of mobile devices in remotely monitoring temporary structures during concrete placement. **Procedia engineering**, v. 196, p. 128-134, 2017. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.182>. Acesso em: 15 mar. 2020.

OMAR, Tarek; NEHDI, Moncef L. Data acquisition technologies for construction progress tracking. **Automation in Construction**, v. 70, p. 143-155, 2016. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.06.016>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ORIHUELA, Pablo; ORIHUELA, Jorge; PACHECO, Santiago. Information and communications technology in construction: A proposal for production control. **Procedia engineering**, v. 164, p. 150-157, 2016. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.604>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ROLFSEN, Christian Nordahl; LASSEN, Ann Karina; MOHAMED, Mohamed; SHAKARI, Adnan; YOSEFI, Homayoun. On-site quality assurance: moving from forms to digital capture. **Creative Construction Conference 2019**, Budapest, Hungary, CCC 2019, 29 June - 2 July, p. 886-891. 2019. DSpace. Disponível em: <https://doi.org/10.3311/CCC2019-122>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SATTINENI, Anoop; SCHMIDT, Taylor. Implementation of mobile devices on jobsites in the construction industry. **Procedia Engineering**, v. 123, p. 488-495, 2015. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.100>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SOUZA, Elaine M de Moura; VIEIRA, Jeferson de Castro. Industry 4.0 challenges inside the brazilian context. **Brazilian Journal of Development**; v. 6, n. 1, p. 5001-5022, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/6526/5760>

## APÊNDICE

A parte I do questionário é composta por 08 questões e visa avaliar os procedimentos de controle de qualidade do concreto adotados pelas construtoras que atuam no Rio Grande do Norte.

1. Para as operações de concretagem, qual a modalidade de preparo do concreto utilizado pela sua empresa?
- O concreto é preparado pelo construtor da obra.
  - O concreto é preparado por empresa de serviços de concretagem.

2. Em caso de uso do concreto usinado, os procedimentos de recebimento e aceitação da betonada na sua obra são realizados de acordo com a NBR 12655:2015?

Sabendo que, segundo a NBR 12655:2015:

**3.41 recebimento do concreto**

verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco, efetuada durante a descarga da betoneira e, no caso do concreto dosado em central, abrange também a aprovação da documentação correspondente ao pedido do concreto.

**3.42 aceitação do concreto**

verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto.\*

Sim.

Não, utiliza-se outro procedimento.

Não se aplica. O concreto é produzido em obra.

3. O ensaio de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NIM 67.1998) e o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (NBR 5738:2015) são realizados na sua obra por colaborador:

Próprio.

Terceirizado.

4. Para realização da rastreabilidade do concreto, qual procedimento é seguido pela sua empresa?

Método convencional com demarcação do lote de concreto em projeto impresso, apenas.

Método convencional com demarcação do lote de concreto em projeto impresso, com posterior arquivamento em softwares de desenho (Ex.: Autocad).

Outro.

Se outro procedimento. Descreva qual. \_\_\_\_\_

5. Para o controle de registros relacionados aos dados e requisitos do lote de concreto, qual procedimento utilizado pela sua empresa?

Preenchimento de tabela impressa, apenas.

Preenchimento de tabela impressa, com posterior arquivamento em software específico (Ex.: Excel).

Outro.

Se outro procedimento. Descreva qual. \_\_\_\_\_

6. Caso sua empresa realize o registro de informações de forma convencional e com registro em software, qual a média de tempo gasto para finalização do processo?

No mesmo dia.

Até o dia seguinte.

Em até uma semana.

Em mais de uma semana.

Não se aplica.

7. Em relação ao método de controle de qualidade do concreto utilizado pela sua empresa, qual o nível de confiabilidade?

Sendo: 1 – Não / 2 – Parcialmente, com muitas restrições / 3 – Parcialmente / 4 – Parcialmente, com poucas restrições / 5 – Sim.

1.

2.

3.

4.

5.

8. Em relação ao método de registro do controle de qualidade do concreto utilizado pela sua empresa, como você classifica a produtividade do serviço?

Sendo: 1 – Péssima / 2 – Regular / 3 – Neutra / 4 – Boa / 5 – Ótima.

1.

2.

3.

4.

5.

A parte II deste questionário visa avaliar a implementação de tecnologia nos canteiros de obras das construtoras, assim como, analisar a prática de conceitos da indústria 4.0 no mercado da construção civil no Rio Grande do Norte.

9. Você entende o conceito da Indústria 4.0 na construção civil?

Sim.

Não.

10. Quais das tecnologias são utilizadas por sua empresa?

Softwares BIM;

Impressão 3D;

Realidade aumentada;

Big Data na gestão de obras;

Aplicativo móveis em canteiros de obras;

Drones para registro de evolução do projeto;

Nenhum dos itens anteriores.

11. A sua empresa é aberta a inserção de novas tecnologias no controle de qualidade dos processos construtivos?

Sim.

Não.

12. Caso existisse um aplicativo móvel para automação do processo de controle de qualidade do concreto, a empresa estaria disponível a aderir o app para realização da tarefa em campo?

Sim.

Não.

13. Em relação ao trato de informações e criação de indicadores no processo de controle de qualidade do concreto, quais das opções seriam indispensáveis em um aplicativo móvel?

Comparativo entre volume de concreto necessário e volume de concreto aplicado.

Produtividade de trabalho para aplicação do concreto por pavimento.

Comparativos de resistência por lote.

Índice de desperdícios.

Outros. Quais? \_\_\_\_\_