

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
***CAMPUS* PATOS**
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GLEIDSON BARBOSA PALMEIRA

**RASCOM: PROTÓTIPO DE SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO,
RECEBIMENTO E RASTREABILIDADE DO CONCRETO USINADO**

PATOS - PB
2025

GLEIDSON BARBOSA PALMEIRA

**RASCOM: PROTÓTIPO DE SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO,
RECEBIMENTO E RASTREABILIDADE DO CONCRETO USINADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Valteson da Silva Santos

**PATOS - PB
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

P172r Palmeira, Gleidson Barbosa.

RASCOM: protótipo de software para aquisição, recebimento e rastreabilidade do concreto usinado / Gleidson Barbosa Palmeira. - Patos, 2025.

45 f. :il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2025.

Orientador(a): Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

1. Concreto usinado 2. RASCOM-Software 3. Rastreabilidade do concreto 4. Internet das Coisas (IoT) I. Título II. Lucena, Susana Cristina Batista III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU – 693.5:004.41

GLEIDSON BARBOSA PALMEIRA

**RASCOM: PROTÓTIPO DE SOFTWARE PARA AQUISIÇÃO,
RECEBIMENTO E RASTREABILIDADE DO CONCRETO USINADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba – *Campus* Patos, como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheiro
Civil.

APROVADO EM: ____/____/ 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Valteson da Silva Santos - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof. Dr. Adriano da Silva - Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof. Dr. Luciano de Oliveira Nobrega - Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

*"O homem sábio constrói dentro de si um templo de virtudes, onde a luz do conhecimento
jamais se apaga."*

Albert Pike

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao Grande Arquiteto do Universo, fonte de sabedoria, força e inspiração, por me conceder saúde, determinação e serenidade para enfrentar cada desafio desta jornada acadêmica.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Geraldo Palmeira e Maria de Lourdes Palmeira, pelo amor incondicional, pelos valores transmitidos e pelo exemplo de integridade e dedicação, que sempre nortearam minha vida pessoal e profissional.

À minha esposa, Clarissa Palmeira, agradeço pelo apoio constante, compreensão nos momentos de ausência e incentivo diário, sendo meu alicerce e companheira em todas as etapas deste caminho. Aos meus filhos, Heitor Palmeira e Letícia Palmeira, agradeço por serem minha maior motivação e por compreenderem o valor dos esforços aqui empregados, inspirando-me a ser sempre melhor.

Sou grato aos meus amigos de trabalho, João Bosco de Souza Junior e José Guilherme Nascimento de Sousa e Silva, pelo apoio, incentivo e colaboração, que contribuíram para que eu pudesse conciliar minhas atividades profissionais e acadêmicas. Ao Professor Heldon José, por toda parceria, conselhos e ajudas na elaboração do App ao meu orientador Valteson da Silva Santos por aconselhar e acreditar nesse projeto tão prazeroso em desenvolver e também à Professora Ana Maria Zulema Pinto Cabral da Nobrega, expresso meu reconhecimento pela orientação, confiança e apoio para realizar esse sonho.

Aos amigos constituídos ao longo do curso de Engenharia Civil, agradeço pela parceria, companheirismo e troca de experiências. Faço um agradecimento especial a José Ricardo Tomas Pedrosa, Gutemberg José França, Joseildo Avelino da Silva e Avanil Martins Alves Neto cuja amizade, incentivo e colaboração foram fundamentais para a concretização desta etapa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional, deixo registrado meu mais sincero muito obrigado.

RESUMO

A conjuntura que tange a construção civil no Brasil é bastante competitiva. Dessa forma, semelhante ao que ocorre com as commodities (Produtos básicos comercializados em grande escala e negociados em bolsas de valores), os lucros das empresas desse setor tendem a se concentrar nos resultantes da eficiência do processo produtivo. Uma maneira eficaz de aprimorar a eficiência do processo produtivo é aumentar a produtividade das diversas atividades e serviços que o compõem. Nesse contexto, este estudo concentra-se no serviço de concretagem de elementos estruturais, com o intuito de desenvolver uma solução de software, na forma de um aplicativo para smartphones, voltado para a compra, recebimento e rastreabilidade de concreto usinado. O objetivo principal é otimizar as etapas de aquisição, recebimento e rastreabilidade do material, tornando o processo mais eficiente. 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. O principal resultado deste trabalho é a concepção de um software que contribuirá para o gerenciamento da aquisição e o controle do recebimento do concreto, garantindo maior eficiência ao processo.

Palavras-chave: Concreto. Internet das coisas (IoT). Concreto usinado. Rastreabilidade do concreto.

ABSTRACT

The Brazilian civil construction sector is highly competitive. Similar to what occurs with commodities, whose profits are closely linked to process efficiency, the profitability of companies in this field tends to concentrate on optimizing productive processes. An effective way to improve production efficiency is to increase the productivity of the various activities and services involved. In this context, this study focuses on the concreting of structural elements, aiming to develop a software solution, in the form of a smartphone application, designed for the purchasing, receiving, and traceability of ready-mixed concrete. The main objective is to optimize these stages, making the process more efficient. To achieve this, the research was conducted through a literature review focusing both on the concreting process and on information technologies applicable to the studied service. The main result of this work is the conception of a software that will contribute to managing the acquisition and controlling the receiving of concrete, ensuring greater efficiency in the process.

Keywords: Concrete. Internet of Things (IoT). Ready-mixed concrete. Concrete traceability.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

API – Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicações)

CMS – Content Management System (Sistema de Gerenciamento de Conteúdo)

f_{ck} – Resistência característica à compressão do concreto

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

IoT – Internet of Things (Internet das Coisas)

MPa – Megapascal

NBR – Norma Brasileira

QR Code – Quick Response Code (Código de Resposta Rápida)

RasCom – Rastreamento do Concreto Usinado

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Geral	3
1.1.2 Específicos	3
2 JUSTIFICATIVA	4
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
3.1 FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIÊNCIA DA MÃO DE OBRA NAS ATIVIDADES DE CONCRETAGEM.....	6
4 PANORAMA DA ETAPA DE AQUISIÇÃO DO CONCRETO USINADO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO PORTE.....	10
4.1. RELAÇÃO ENTRE CONSTRUTORAS E CONCRETEIRAS	10
4.2. FATORES RELEVANTES NA AQUISIÇÃO DO CONCRETO.....	11
5.1. FUNDAMENTOS DA INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS (IoT) E OS DESAFIOS PARA A ENGENHARIA CIVIL.....	13
5.2. Indústria 4.0	14
6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
6.1. CONCEPÇÃO, FUNCIONALIDADES E FORMATAÇÃO DO APLICATIVO	17
6.2. MATERIAIS.....	18
6.3. MÉTODOS.....	18
7 APLICAÇÃO RasCom	20
7.1. Tela de Splash e Login	22
7.2. Tela de Obras	24
7.3. Detalhamento da Obra	29
7.4. ADMINISTRAÇÃO DOS DADOS VIA DJANGO CMS	31
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIA	34

1 INTRODUÇÃO

Este estudo foi inspirado na ideia do autor, que, atuando em sua formação em análise de sistema, frequentemente enfrenta demandas relacionadas à criação de soluções de tecnologia da informação para facilitar e auxiliar problemas em diversas áreas. No entanto, ao dialogar com profissionais da área da engenharia civil, percebe-se que problemas no serviço de concretagem de elementos estruturais é uma questão recorrente no setor. A etapa de concretagem demanda atenção redobrada da equipe responsável pela obra, exigindo um acompanhamento rigoroso durante sua execução. Segundo Piancastelli (2017) uma parcela considerável dos problemas ocorrido com a estrutura de concreto armado são provenientes da má execução do processo de concretagem.

A necessidade de supervisão rigorosa nessa etapa decorre de diversos fatores, especialmente da elevada relevância do sistema estrutural no desempenho global da edificação, seja em função de sua responsabilidade estrutural, de seu impacto no custo total da obra ou da possibilidade de ocorrência de não conformidades, as quais, em geral, demandam soluções corretivas de alta complexidade. Ademais, a concretagem caracteriza-se por ser uma operação de grande escala, envolvendo elevado volume de material em curto intervalo de tempo e requerendo a mobilização simultânea de significativo efetivo de mão de obra direta e indireta.

Assim, eventuais falhas no fornecimento do concreto tendem a comprometer diretamente a produtividade do canteiro, refletindo de maneira significativa nos custos gerais da obra. A concretagem, nesse contexto, representa uma etapa crítica, capaz de gerar considerável pressão sobre a gestão do empreendimento. Além disso, interrupções no processo, especialmente aquelas causadas por atrasos na entrega do material, podem resultar em períodos de inatividade da equipe, configurando não apenas aumento no consumo de mão de obra, mas também desperdícios operacionais.

A rastreabilidade do concreto em obras de edificação configura-se como uma prática essencial para assegurar a qualidade, a conformidade e a segurança das estruturas. Este processo consiste na capacidade de identificar, registrar e monitorar, de forma sistemática, todas as etapas relacionadas à produção, transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto, desde a dosagem na central até a

aplicação no canteiro de obras. A identificação do local onde foi depositado o concreto de cada caminhão-betoneira ajuda a determinar a origem do material em caso de eventuais problemas (NAKAMURA, 2011).

A implementação de um sistema de rastreabilidade eficiente e tecnológico permite a vinculação direta entre os lotes de concreto utilizados e os elementos estruturais correspondentes, possibilitando o controle tecnológico rigoroso e a rastreabilidade documental exigida por normas técnicas como a NBR 12655:2022. Em um cenário onde o controle da qualidade é cada vez mais exigido por legislações, seguradoras e certificações de desempenho, a rastreabilidade representa um instrumento fundamental para a mitigação de falhas construtivas, rastreamento de não conformidades e atendimento aos princípios da engenharia diagnóstica e da gestão da qualidade nas obras civis.

De acordo com Dórea e Souza (1999), ao abordar temas como qualidade, competitividade e produtividade, o foco central reside na diminuição dos custos operacionais, com o intuito de maximizar os lucros. Para alcançar tal objetivo, é fundamental incorporar inovações tecnológicas ao processo produtivo, promovendo maior eficiência e racionalização de recursos.

Barros (1996) define tecnologia como um nível definido de evolução do saber em uma determinada sociedade, sendo passível de aprimoramento à medida que os avanços científicos se incorporam às práticas preexistentes.

O conceito vigente da indústria 4.0, também chamada de 4ª 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, 2020).

Nesse contexto de constante evolução, marcado pela intensificação do uso de soluções digitais, especialmente softwares, este trabalho propõe a aplicação dessas ferramentas tecnológicas como estratégia para otimizar a gestão das atividades vinculadas à concretagem, visando à mitigação de falhas operacionais e à melhoria da eficiência no processo executivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um protótipo de software, na forma de aplicativo para dispositivos móveis, voltado à otimização das etapas de aquisição, recebimento e rastreabilidade do concreto usinado, integrando recursos tecnológicos capazes de aumentar a eficiência do processo de concretagem e assegurar a conformidade técnica do material utilizado nas obras de edificação.

1.1.2 Específicos

- Analisar, por meio de revisão bibliográfica, os principais fatores que interferem na produtividade e na qualidade do serviço de concretagem, com destaque para as etapas de aquisição, recebimento e rastreabilidade do concreto;
- Identificar as potencialidades de aplicação de tecnologias da informação, especialmente aquelas baseadas na Internet das Coisas (IoT), no controle e gestão do concreto usinado;
- Propor funcionalidades e arquitetura para um aplicativo que possibilite comunicação estruturada entre fornecedores e construtoras, monitoramento logístico, registro e vinculação das cargas de concreto aos elementos estruturais;
- Elaborar um protótipo funcional que centralize dados técnicos, permita emissão de relatórios automáticos e atenda às diretrizes normativas aplicáveis, como a NBR 12655:2022 e a NBR 14931:2023.

2 JUSTIFICATIVA

A execução de estruturas de concreto armado constitui uma etapa crítica no processo construtivo, demandando elevado controle técnico e rigor na gestão das atividades envolvidas. Entre essas, destacam-se as fases de aquisição, recebimento e rastreabilidade do concreto usinado, cuja eficiência impacta diretamente na produtividade, nos custos e na qualidade final da obra. Em construtoras, especialmente de pequeno porte, observa-se a recorrência de práticas informais nas negociações com fornecedores, ausência de registros sistematizados e carência de recursos tecnológicos que possibilitem a rastreabilidade completa do material, o que aumenta a suscetibilidade a falhas operacionais, atrasos na entrega, fornecimento fora das especificações técnicas e dificuldades na identificação e correção de não conformidades.

Considerando que o concreto no estado fluido é um material perecível, cujo desempenho depende do atendimento rigoroso a parâmetros técnicos e prazos de aplicação, falhas no seu fornecimento podem comprometer a segurança estrutural, gerar desperdícios e elevar custos operacionais. A rastreabilidade, quando implementada de forma eficiente, possibilita a vinculação direta entre o lote de concreto utilizado e o elemento estrutural correspondente, permitindo a adoção de medidas corretivas precisas e fundamentadas em dados, em conformidade com normas técnicas como a ABNT NBR 12655:2022 e a ABNT NBR 14931:2023.

A incorporação de tecnologias digitais, em especial aquelas baseadas nos princípios da Indústria 4.0 e na Internet das Coisas (IoT), apresenta-se como uma oportunidade estratégica para modernizar e automatizar as operações de concretagem, permitindo o monitoramento em tempo real do transporte, aplicação e controle do concreto. Nesse cenário, a proposição de um protótipo de software voltado à integração e sistematização dessas etapas surge como solução inovadora e necessária para otimizar a comunicação entre fornecedores e construtoras, reduzir a ocorrência de falhas operacionais e elevar os padrões de qualidade e conformidade técnica das obras de edificação.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a concretização do objetivo estabelecido, adotou-se uma abordagem metodológica composta por duas etapas principais: a realização de uma revisão bibliográfica, com o intuito de embasar teoricamente o estudo, e o desenvolvimento prático da solução proposta.

A revisão bibliográfica buscou:

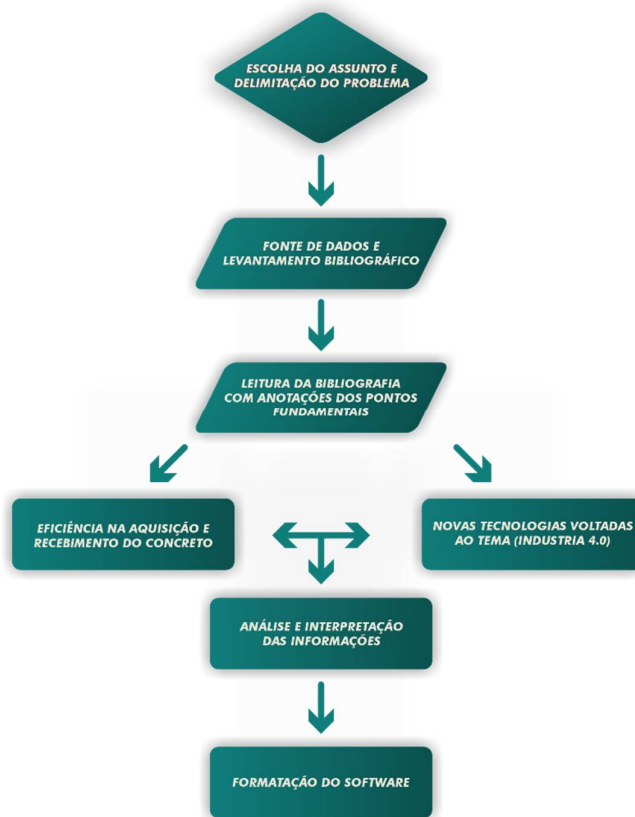
Realiza-se uma caracterização detalhada das atividades que integram o processo de concretagem, com ênfase nos fatores que exercem maior impacto sobre a produtividade, especialmente nos procedimentos de aquisição, recebimento e rastreabilidade do concreto, além da análise das principais não conformidades e interferências operacionais presentes durante a execução dessa etapa.

Analisa-se o potencial de aplicação de tecnologias da informação no contexto das atividades de concretagem, com foco na otimização da eficiência do processo. Nesse escopo, destaca-se a utilização de soluções baseadas em Internet das Coisas (IoT- internet of things), direcionadas à área da Construção Civil, com ênfase nos aspectos logísticos relacionados ao fornecimento e transporte do concreto.

Esta etapa do estudo foi fundamentada em uma ampla revisão de literatura, contemplando dissertações, normas técnicas brasileiras, publicações científicas e periódicos especializados da área da construção civil e tecnologias aplicadas.

Com base no conhecimento técnico consolidado durante a pesquisa, elaborou-se uma proposta de aprimoramento voltada às limitações observadas nas etapas de solicitação e recebimento do concreto em obras, por meio da introdução de recursos tecnológicos. Nesse contexto, foi estruturada a concepção de um aplicativo contendo funcionalidades específicas, com o intuito de promover maior eficiência nas interações entre contratante e fornecedor no processo de concretagem. A Figura 1 apresenta uma representação esquemática das etapas desenvolvidas ao longo do estudo, evidenciando o fluxo de ações adotado para o cumprimento dos objetivos propostos.

Figura 1 - Sequência Operacional das Etapas Desenvolvidas no Estudo

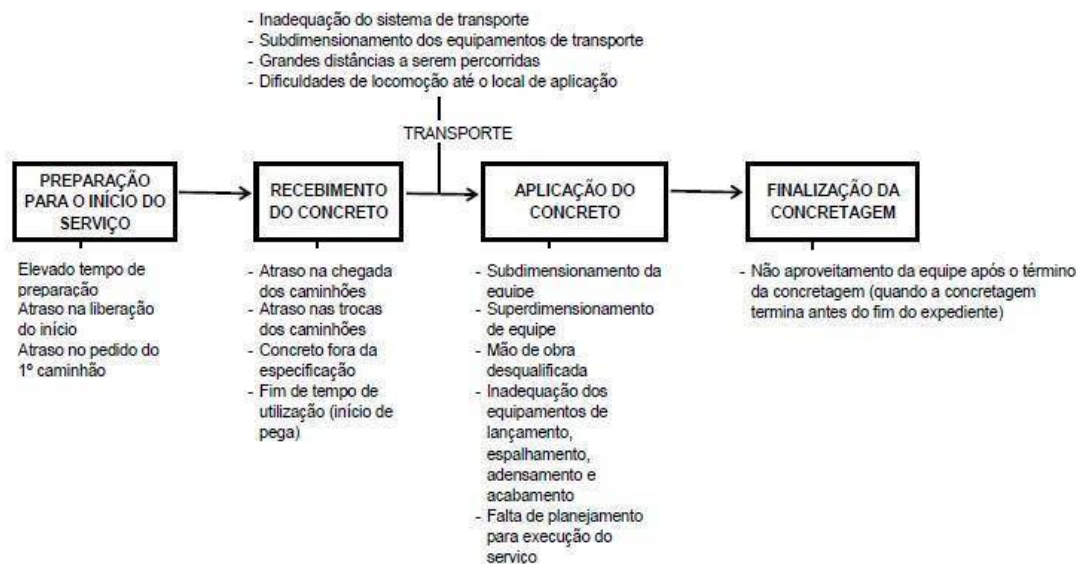


(Fonte: Próprio Autor)

3.1 FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIÊNCIA DA MÃO DE OBRA NAS ATIVIDADES DE CONCRETAGEM

Freire e Souza (2000) sugere um fluxograma acerca das etapas do processo de concretagem de elementos estruturais, Figura 2, permitindo a identificação das principais causas associadas à redução da produtividade da mão de obra.

Figura 2 - Fluxograma de operações do serviço de concretagem



(Fonte: Freire & Souza, 2000)

Os autores também sugerem alternativas voltadas à otimização do uso dos recursos disponíveis, analisando o impacto dessas medidas 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

Continuação		
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 slump antes 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)

Ao considerar os fatores que impactam a produtividade nas etapas de aquisição, rastreabilidade e recebimento do concreto em obra, foco central deste estudo, observa-se que o atraso na chegada dos caminhões betoneira e o fornecimento de concreto fora das especificações técnicas configuram-se como aspectos críticos nesse processo.

As grandes metrópoles estão frequentemente associadas ao aumento do tráfego nas vias principais. O longo tempo de deslocamento entre a concreteira e a obra pode, em muitas situações, resultar no término do tempo útil de utilização do concreto, devido ao início da pega. Exceto em condições específicas definidas no projeto, ou em função de variáveis climáticas ou da composição do concreto, é recomendada a manutenção do intervalo entre o momento em que a água de amassamento entra em contato com o cimento e o término da concretagem em no máximo 2h30. Em ambientes com temperaturas elevadas ou sob circunstâncias que favoreçam a aceleração da pega do cimento, esse intervalo deve ser reduzido, a menos que medidas especiais, como a utilização de aditivos retardadores, sejam adotadas para prolongar o tempo de início de pega, sem comprometer a qualidade do concreto (ABNT NBR 14931:2023).

Assim, considerando que o concreto é um produto perecível, tratar os problemas de atraso no fornecimento e não conformidade do concreto por meio de multas contratuais, tanto para o fornecedor quanto para as empresas construtoras, quando comprovada sua responsabilidade, constitui medidas compensatórias e paliativas. Isso ocorre porque o dano mais significativo já foi causado pela paralisação da obra.

A prevenção dos problemas resultantes desse atraso é abordada neste trabalho, iniciando-se com a análise das características do processo de aquisição do concreto (capítulo 3), seguida pela proposta de utilização de um aplicativo, apresentada no capítulo 5.

4 PANORAMA DA ETAPA DE AQUISIÇÃO DO CONCRETO USINADO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO PORTE

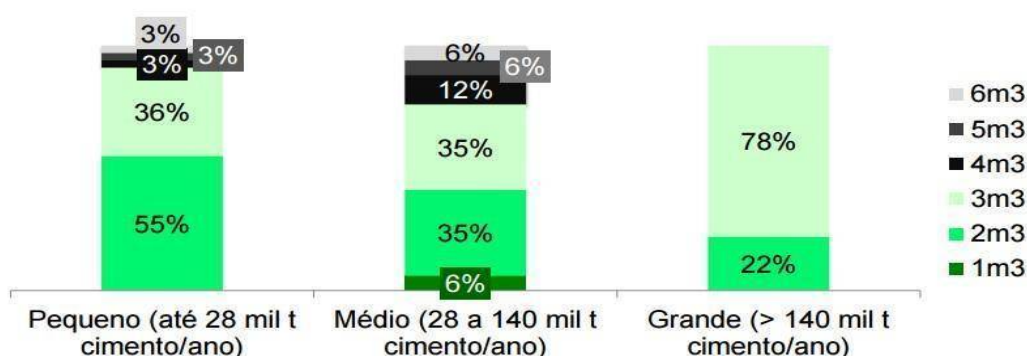
4.1. RELAÇÃO ENTRE CONSTRUTORAS E CONCRETEIRAS

De acordo com Arrotéia (2012), a relação entre comprador e fornecedor desempenha um papel estratégico na produção e tem uma influência significativa nos custos totais de um empreendimento. Para as empresas de pequeno porte, cuja estrutura é baseada em um sistema de produção tradicional, ou seja, com baixo nível de industrialização e organização predominantemente artesanal, essa relação com os fornecedores de concreto é frequentemente informal, sem a formalização por contrato.

Dessa forma, caso ocorra alguma inconformidade com o concreto fornecido ou com o serviço prestado, pode haver um desgaste nas relações entre as partes.

A Figura 3 ilustra os percentuais dos volumes mínimos de concreto fornecidos pelas concreteiras de pequeno, médio e grande porte.

Figura 3 - Percentuais dos volumes mínimos de concreto fornecidos pelas concreteiras



(Fonte: TANIGUTI, 2015)¹

Empresas de construção de menor porte, geralmente, utilizam volumes reduzidos de concreto usinado, os quais, conforme ilustrado na figura 3, são

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.

predominantemente fornecidos por concreteiras de pequeno porte. De maneira geral, as exigências contratuais nesses casos tendem a ser menos detalhadas e, frequentemente, inexistem em atividades envolvendo empresas de menor porte. Isso pode resultar, na falta de contratos formalizados, o que aumenta a possibilidade de ocorrências de não conformidades, como, por exemplo, o descumprimento do cronograma de concretagem. Esse cenário pode deixar a equipe de obra sem tempo suficiente para evitar desperdícios de mão de obra. Outro aspecto relevante no fornecimento de concreto para empresas de pequeno porte é a entrega de concreto fora das especificações, o que pode acarretar atrasos no cronograma da obra ao impedir a remoção dos escoramentos. Além disso, caso essa não conformidade não seja detectada a tempo, pode haver o surgimento de problemas patológicos na estrutura após a retirada dos escoramentos. Dessa forma, as etapas de aquisição do concreto desempenham um papel crucial no processo de concretagem.

4.2. FATORES RELEVANTES NA AQUISIÇÃO DO CONCRETO

A resistência mecânica do concreto, que abrange tanto a resistência à compressão quanto o módulo de elasticidade, é o principal atributo que o caracteriza. Contudo, na prática, a aquisição do concreto costuma ser realizada com base na resistência à compressão, sendo os concretos com 25 e 30 MPa os mais frequentemente fornecidos pelas concreteiras. Para as construtoras, a escolha da usina fornecedora é amplamente influenciada pelas condições de mercado. Embora o preço seja o fator decisivo, algumas empresas também adotam critérios técnicos rigorosos para a seleção dos fornecedores de concreto. A Figura 4 apresenta uma análise percentual dos fatores mais relevantes na escolha da usina fornecedora.

Figura 4 - Fatores considerados para escolha das concreteiras



(Fonte: TANIGUTI, 2015)²

A análise da Figura 4 evidencia a importância da logística no processo decisório das empresas construtoras. Considerando que a experiência prévia está diretamente associada à qualidade do serviço oferecido pelas centrais dosadoras, especialmente no que se refere ao fornecimento e à qualidade do concreto, observa-se que 41% das escolhas das construtoras estão vinculadas a fatores logísticos relacionados à entrega do concreto.

Dessa forma, identifica-se a logística como o principal entrave na otimização da relação entre construtoras e concreteiras. Assim, o aprimoramento desse aspecto desperta o interesse de toda a cadeia de suprimentos do concreto usinado, abrangendo tanto os fornecedores quanto os clientes.

5 INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0 ÀS OPERAÇÕES DE CONCRETAGEM

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.

5.1. FUNDAMENTOS DA INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS (IoT) E OS DESAFIOS PARA A ENGENHARIA CIVIL

A conhecida Internet das Coisas, ou Internet of Things (IoT), vem sendo utilizada para definir um período inovador na área digital, marcado pela integração contínua de recursos tecnológicos em itens do dia-a-dia (Yang, Liu & Liang, 2010). Equipamentos e dispositivos tradicionais, como automóveis, smartphones, televisores, refrigeradores, câmeras e sensores, passam a incorporar funcionalidades de conectividade, comunicação e acesso à internet. Isso amplia significativamente suas aplicações, permitindo controle remoto, personalização de funções, automação de processos e monitoramento de desempenho. Com o uso de sensores, os objetos físicos adquirem capacidade de processamento e tornam-se aptos a trocar, solicitar, fornecer, gerenciar e delegar informações de forma autônoma.

Ao se considerar a ontologia como um instrumento para representar o domínio da construção civil, torna-se essencial compreender as relações entre os diversos elementos envolvidos, a fim de organizar e analisar adequadamente os dados. Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT) contribui significativamente para a construção de um ambiente no qual objetos podem ser identificados e localizados, possibilitando sua interconexão e a modelagem eficiente das informações.

No âmbito da construção civil, a pesquisa científica e o avanço tecnológico mantêm uma relação sinérgica e interdependente. Atualmente, muitas empresas do setor buscam modernizar suas estratégias por meio da adoção de soluções tecnológicas que integram sistemas de informação e comunicação, especialmente os recursos oferecidos pela internet. Inseridas nesse processo de inovação, as Plataformas Tecnológicas da Construção atuam como importantes catalisadores, promovendo o debate, fomentando colaborações, influenciando políticas públicas, incentivando parcerias entre universidades e empresas e, principalmente, reunindo diferentes competências em prol do desenvolvimento do setor.

5.2. Indústria 4.0

A chamada Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, representa um conceito abrangente que incorpora diversas tecnologias emergentes e novas abordagens aplicadas à industrialização. Entre essas inovações, destacam-se os

sistemas de automação inteligente e o intercâmbio de dados por meio de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a computação em nuvem (BAUERNHANS� et al., 2014).

A Figura 5 apresenta uma síntese das principais revoluções industriais, evidenciando sua evolução ao longo do tempo.

Figura 5 - Estágios da Revolução Industrial



Fonte: IV SEMINÁRIO BRASIL-ALEMANHA DE INOVAÇÃO, 2016

Os princípios da Indústria 4.0 que nortearam este trabalho na identificação e implementação de soluções para aprimorar a produtividade nos serviços de concretagem são (HERMANN et al., 2016):

- **Interoperabilidade**: A capacidade dos sistemas (incluindo peças, estações de montagem e produtos), das pessoas e das Fábricas Inteligentes de se conectarem e se comunicarem de forma eficiente por meio de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a Computação em Nuvem.
- **Virtualização**: A criação de uma réplica virtual das plantas inteligentes, gerada a partir de sensores interconectados que monitoram processos físicos, e integrada a modelos virtuais e de simulação.

- Capacidade em Tempo Real: A habilidade de coletar, analisar dados e fornecer insights derivados dessas análises de forma imediata e contínua.
- Orientação a Serviço: A oferta de serviços, seja por sistemas, pessoas ou Fábricas Inteligentes, utilizando a Computação em Nuvem como base para sua implementação e gestão.

Um aspecto crucial das soluções tecnológicas contemporâneas é a integração com redes sociais. Ferramentas de mensagens facilitam a comunicação tanto entre a empresa e seus clientes quanto entre a organização e seus colaboradores, o que se revela particularmente útil para a logística, dado que muitos funcionários atuam fora do ambiente corporativo. Nesse contexto, manter uma presença digital eficaz é essencial para interagir com os clientes, esclarecer dúvidas, comunicar imprevistos que possam impactar os prazos de entrega, automatizar o acompanhamento de status de envios, entre outras funções. Simultaneamente, a empresa consegue se conectar com sua equipe de maneira mais ágil, permitindo que gestores tomem decisões rápidas diante de situações imprevistas. Portanto, uma comunicação eficiente é um fator fundamental para o sucesso da logística.

Conforme destacado por Oesterreich (2016), os principais desafios enfrentados pela Construção Civil na adoção da Indústria 4.0 são:

- I. Elevado custo de implementação: Esse custo é impactado pelo preço das tecnologias, pela necessidade de longos períodos de capacitação para profissionais técnicos e engenheiros, além dos custos com consultoria especializada.
- II. Mudanças organizacionais e de processos: A introdução de novas tecnologias exige transformações em todos os níveis da organização, com foco na reavaliação e reengenharia dos processos de negócios existentes.
- III. Resistência à adoção: Devido à limitada capacidade de investimento do setor, os altos custos de implementação das novas tecnologias geram hesitação por parte dos empresários em realizar esses investimentos.
- IV. Aceitação no setor: A construção civil é amplamente reconhecida por sua resistência à adoção de mudanças e novas tecnologias, refletindo

um comportamento conservador e uma baixa capacidade de adaptação a inovações.

- V. Necessidade de desenvolvimento de competências: A utilização de novas tecnologias exige um nível adequado de conhecimento. Considerando o baixo grau de escolaridade dos trabalhadores do setor, há uma demanda significativa por programas de capacitação, além da necessidade crescente de habilidades voltadas à integração tecnológica.
- VI. Exigências mais altas para equipamentos de informática: Os ambientes da construção civil, frequentemente agressivos devido a fatores como condições climáticas extremas e altos índices de poeira, demandam equipamentos de informática mais robustos, o que eleva os custos desses dispositivos.
- VII. Melhoria das infraestruturas de comunicação: O uso eficaz de tecnologias de informação e comunicação requer conexões de internet rápidas e confiáveis, o que nem sempre está disponível nas localidades onde os projetos são executados. A falta de conectividade de alta qualidade e a ausência de acesso confiável à internet têm sido identificadas como barreiras significativas a serem superadas.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo trata do desenvolvimento de um software voltado à gestão integrada das etapas de aquisição, rastreabilidade e recebimento do concreto usado em obras de edificação, com foco na sistematização e no controle tecnológico das atividades de concretagem. Diante das exigências normativas e do aumento da complexidade dos processos construtivos, torna-se imprescindível a adoção de ferramentas digitais que viabilizem o registro e o monitoramento em tempo real das informações críticas relativas ao concreto, como identificação do fornecedor, traço utilizado, horários de saída e chegada do caminhão betoneira, tempo de transporte, temperatura, abatimento (slump test), volume descarregado e o elemento estrutural de destino.

O software proposto neste trabalho busca suprir lacunas observadas na prática da engenharia civil, em que a rastreabilidade do concreto ainda é frequentemente

realizada de forma manual, sujeita a falhas de registro, perdas de dados e dificuldade de vinculação com o controle de qualidade. A aplicação da solução digital visa automatizar processos, centralizar dados técnicos em um ambiente digital e facilitar a tomada de decisão pelos engenheiros e responsáveis técnicos da obra.

Além disso, o sistema foi idealizado com base nos princípios da Engenharia de Software aplicada à Construção Civil, considerando requisitos como usabilidade no canteiro, responsividade em dispositivos móveis, armazenamento em banco de dados e geração de relatórios técnicos conforme exigências da ABNT NBR 12655:2022 (Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento) e diretrizes complementares de controle tecnológico. A proposta também contempla a rastreabilidade dos lotes de concreto por meio de identificadores únicos, como QR Codes, possibilitando a vinculação dos dados com elementos estruturais específicos do projeto.

Assim, o presente capítulo descreve a concepção, os requisitos funcionais e não funcionais, a arquitetura do sistema, os fluxos operacionais e os benefícios técnicos esperados com a implementação do software na gestão das concretagens, alinhando-se às práticas contemporâneas de digitalização e automação na construção civil.

6.1. CONCEPÇÃO, FUNCIONALIDADES E FORMATAÇÃO DO APLICATIVO

Considerando as influências no consumo de mão de obra e suas causas, especialmente no que se refere à relação entre construtoras e concreteiras, evidencia-se a necessidade de aprimorar a logística de entrega e recebimento do concreto nas atividades de concretagem. A proposta de desenvolver um aplicativo capaz de solucionar essas dificuldades surgiu como motivação inicial deste estudo e, neste capítulo, apresenta-se a estruturação dessa solução.

A proposta de aprimoramento dos processos de aquisição, rastreabilidade e recebimento do concreto em serviços de concretagem foi desenvolvida a partir de observações realizadas em visitas técnicas feitas pelo autor, nas quais foram identificadas diversas deficiências no fluxo de entrega e recebimento desse material. Além das experiências na área de tecnologia para idealização do software, a revisão

bibliográfica previamente apresentada, com ênfase nos conceitos relacionados à Internet das Coisas (IoT), também fundamentou o desenvolvimento da proposta.

6.2. MATERIAIS

No desenvolvimento do protótipo além da revisão da literatura, particularmente quanto ao desenvolvimento de softwares aplicados à Construção Civil, buscaram-se informações junto ao estudo e pesquisa da linguagem de programação postgres para criação do banco de dados, django framework de criação das APIs, python linguagem utilizado no Django, flutter que é um framework para desenvolvimento de aplicativos, e a linguagem dart na utilização do flutter.

6.3. MÉTODOS

Como solução, idealizou-se a criação de um software, estruturado em formato de aplicativo para smartphones, com o objetivo de otimizar o processo de concretagem, abrangendo desde a aquisição até o recebimento do concreto, bem como promover a rastreabilidade do material utilizado nos elementos estruturais das obras.

As funcionalidades do aplicativo proposto, são:

- **Geolocalização de caminhões betoneira (Trabalhos futuro):** Esta funcionalidade possibilita o monitoramento em tempo real da frota, desde a saída da central de concreto até a chegada ao canteiro de obras. Através do sistema de rastreamento, são disponibilizadas informações essenciais para o gerenciamento da concretagem, como o tempo estimado de chegada, a previsão para o início do lançamento e adensamento do concreto, considerando o intervalo crítico antes do início do processo de pega.
- **Novo canal de comercialização de concreto:** O aplicativo propõe a criação de uma plataforma digital que amplia as opções de escolha para o usuário, permitindo a seleção da proposta mais adequada às necessidades da obra. Entre os critérios disponíveis para comparação estão o menor custo, a proximidade entre a usina de concreto e o canteiro de obras, além da avaliação de desempenho e confiabilidade dos fornecedores.

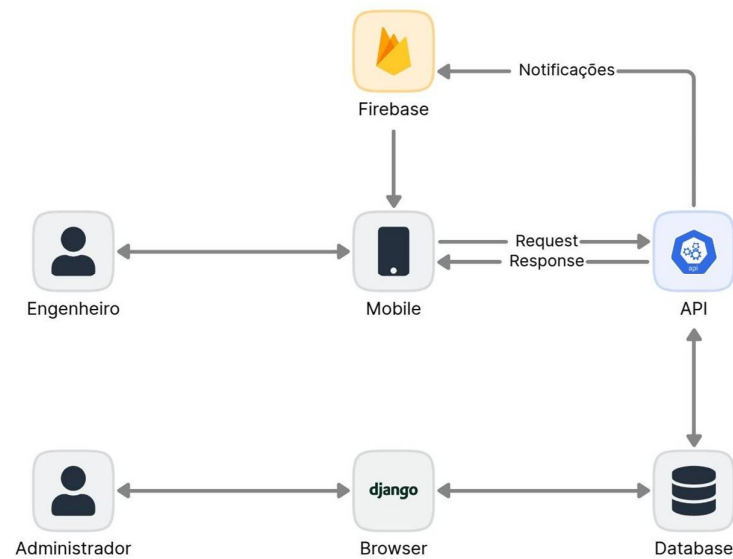
- **Opções para especificação do concreto:** Visando minimizar o fornecimento de concreto fora dos parâmetros exigidos, o aplicativo disponibiliza funcionalidades que permitem ao cliente selecionar o material conforme as especificações técnicas previamente cadastradas, assegurando maior conformidade com as exigências do projeto estrutural.
- **Plataforma de comunicação interna (Trabalhos futuro):** O aplicativo propõe a integração dos stakeholders por meio de uma ferramenta de comunicação eficiente e estruturada. Considerando a ampla aceitação de dispositivos móveis e aplicativos de mensagens instantâneas, como o WhatsApp, a solução visa facilitar a troca de informações entre os diferentes níveis hierárquicos da organização, promovendo agilidade e maior eficácia na gestão dos serviços de concretagem.
- **Rastreabilidade do concreto aplicado:** A funcionalidade possibilita a identificação precisa das áreas de lançamento de cada carga de concreto, com a marcação direta nas plantas do pavimento, acessíveis através do dispositivo móvel. Cada caminhão betoneira é atribuído a uma cor distinta, facilitando a visualização e o monitoramento da distribuição do concreto nas diferentes seções da obra.
- **Controle tecnológico integrado com mapa de rastreabilidade do concreto:** As informações geradas pelo controle tecnológico são centralizadas na mesma plataforma, facilitando o acesso e a gestão dos dados. Essa integração reduz significativamente o tempo entre a realização dos ensaios e a disponibilização dos resultados, permitindo uma resposta ágil em situações de não conformidade, o que otimiza a tomada de decisões e garante a qualidade do concreto aplicado.
- **Dimensionamento de mão de obra (Trabalhos futuro):** A equipe composta para o processo executivo de concretagem do elemento estrutural deve ser bem dimensionado para que não ocorra atraso por falta de contingente nem superdimensionamento de mão de obra ocasionando ociosidade, o sistema RasCom fará o cálculo de mão de obra aproximado com base em balizadores tais como a SINAPE - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

- **Relatório automático do serviço de concretagem (Trabalhos futuro):** O sistema gera relatórios automaticamente a partir dos dados integrados no dispositivo móvel, incluindo informações como o tempo de descarga de cada caminhão, intervalo entre as trocas de caminhões no canteiro de obras, condições meteorológicas durante o processo de concretagem, umidade relativa do ar desde a aplicação até a conclusão da cura, além do volume teórico e real de concreto aplicado, entre outros parâmetros relevantes.
- **Laudo laboratorial (Trabalhos futuro):** Além do módulo do aplicativo para construtora e concreteira, teremos o módulo para laboratório de ensaio de amostras do concreto. Se faz necessário esse módulo para os casos em que a construtora não dispõe de tal laboratório e essas amostras são enviadas para esse outro agente (laboratório) que irá emitir laudos recebido na plataforma RasCom.

7 APLICAÇÃO RasCom

Esta seção tem como objetivo apresentar uma visão geral do funcionamento do aplicativo RasCom, descrevendo seu fluxo de interação entre os diferentes componentes do sistema, conforme ilustrado na Figura 6. A imagem representa a arquitetura geral da aplicação, destacando a comunicação entre usuários, serviços e banco de dados.

Figura 6 - Fluxograma da Aplicação



(Fonte: Próprio Autor)

De forma geral, o aplicativo possui duas principais interfaces de interação: uma voltada para o Engenheiro/Usuário, por meio de um aplicativo mobile, e outra para o Administrador, acessível via navegador (browser). O fluxo da aplicação ocorre conforme descrito a seguir:

- I. Engenheiro/Usuário (Mobile): Utiliza um aplicativo mobile para se comunicar com a API principal. Essa API é responsável por tratar as requisições e respostas entre o aplicativo e o sistema, como envio de dados, registros, ou recebimento de informações atualizadas.
- II. Firebase: A aplicação também está integrada ao Firebase, que é utilizado principalmente para o envio de notificações push (Alerta) ao dispositivo mobile. A API interage com o Firebase sempre que há necessidade de informar o usuário sobre atualizações ou eventos importantes.
- III. Administrador (Browser): Por outro lado, o administrador tem acesso ao sistema por meio de um painel web desenvolvido com o framework Django. Essa interface permite visualizar, gerenciar e atualizar dados no sistema de forma eficiente.
- IV. Banco de Dados (Database): Tanto a API quanto a aplicação web (Django) estão conectadas ao banco de dados, que centraliza todas as informações utilizadas pelo sistema, como registros de usuários, atividades, status de processos, entre outros.

Essa estrutura permite uma separação clara entre os papéis dos usuários, além de garantir flexibilidade e escalabilidade para o aplicativo. A comunicação entre os componentes é feita de forma segura e eficiente, garantindo uma boa experiência tanto para os engenheiros/usuário em campo quanto para os administradores que acompanham os dados remotamente via browser.

7.1. Tela de Splash e Login

São as telas iniciais do aplicativo RasCom, que fazem parte do processo de autenticação do usuário. A Figura 7 ilustra essas telas e os fluxos lógicos envolvidos durante o carregamento inicial da aplicação e o processo de login.

Figura 7 - Tela de Splash e Login

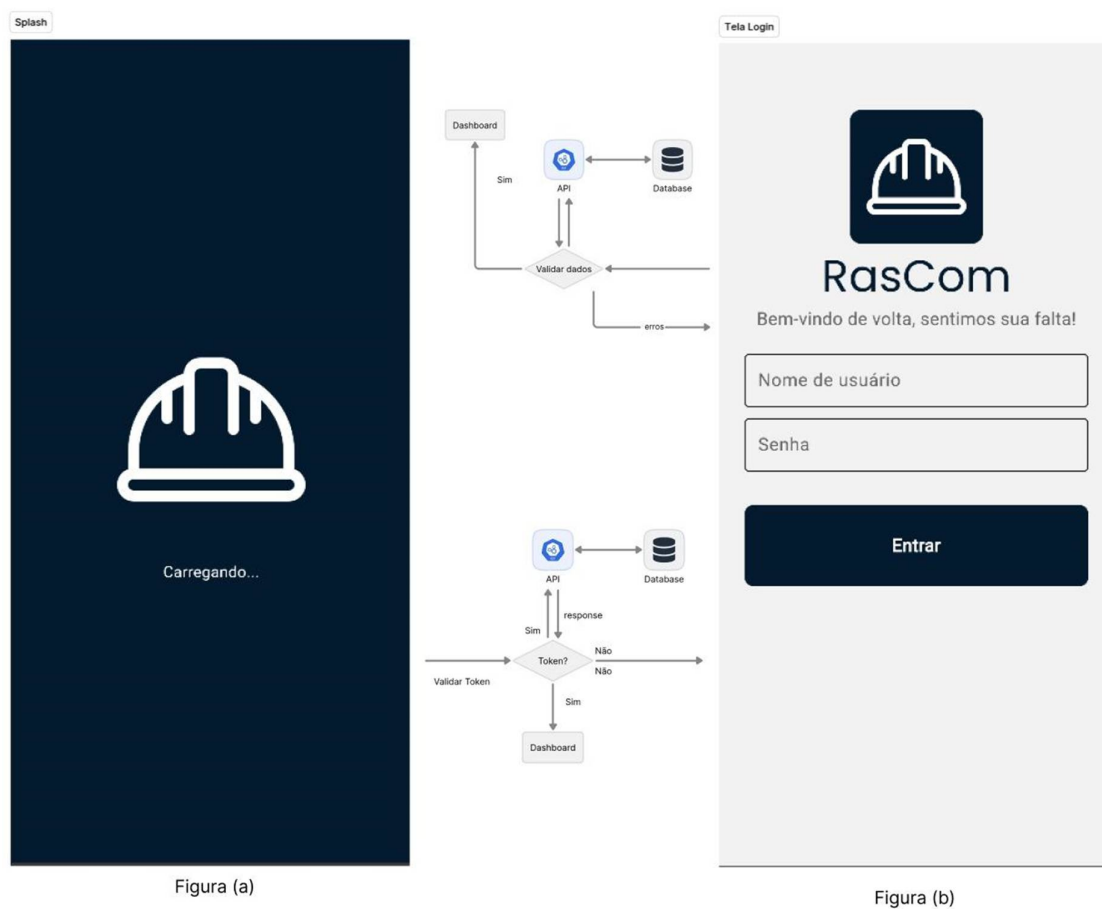


Figura (a)

Figura (b)

(Fonte: Próprio Autor)

A tela Splash, ilustrado na Figura 7 (a) é a primeira interface apresentada ao usuário ao abrir o aplicativo. Ela exibe o logotipo do sistema enquanto o app realiza uma verificação inicial. Durante essa etapa, ocorre o Fluxo 1, descrito a seguir:

Fluxo 1 – Validação de Token

1. Ao iniciar o aplicativo, o sistema verifica se há um token de autenticação válido armazenado localmente.
2. O token é enviado para a API, que consulta o banco de dados para validação.
3. Se o token for válido, o usuário é redirecionado automaticamente para a tela principal do sistema (Dashboard), sem necessidade de realizar login novamente.
4. Se o token não for encontrado ou estiver inválido ou expirado, o sistema redireciona o usuário para a tela de login, Figura 7 (b).

Este fluxo garante que usuários autenticados previamente possam retornar ao sistema de maneira rápida e fluida.

Caso o token seja inválido, o usuário é apresentado à tela de login, ilustrado na Figura 7 (b) onde deve informar suas credenciais de acesso.

Esse momento corresponde ao Fluxo 2:

Fluxo 2 – Validação de Dados

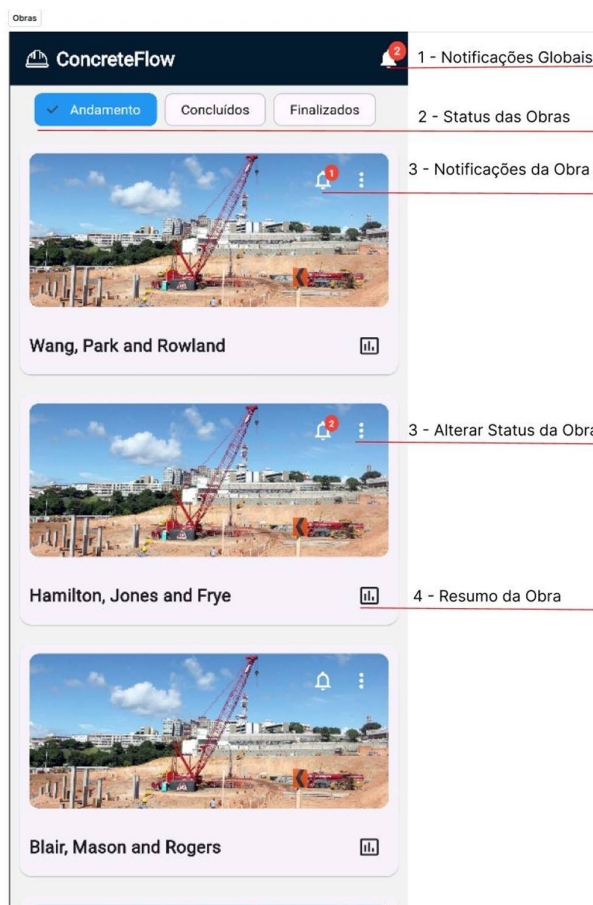
1. O usuário informa o nome de usuário e senha.
2. Os dados são enviados à API, que consulta o banco de dados para verificar se as credenciais são válidas.
3. Caso os dados estejam incorretos ou incompletos, o sistema retorna uma mensagem de erro ao usuário.
4. Se os dados forem validados com sucesso, o sistema armazena um novo token localmente e redireciona o usuário para o Dashboard, iniciando efetivamente a experiência no sistema.

Assim, tanto o Fluxo 1 quanto o Fluxo 2 são essenciais para garantir segurança e praticidade no acesso ao aplicativo. A próxima tela após esse processo de autenticação é a tela inicial (Dashboard), onde o usuário poderá visualizar a lista das construções e seus respectivos status.

7.2. Tela de Obras

Após o login do usuário no aplicativo RasCom, ele é redirecionado automaticamente para a Tela de Obras, onde poderá visualizar todas as obras cadastradas no sistema. Essa tela tem como principal objetivo permitir o acompanhamento centralizado do status e andamento de cada obra vinculada à conta do usuário. Abaixo, é apresentada a Figura 8, que exemplifica a interface dessa tela:

Figura 8 - Tela de Obras



(Fonte: Próprio Autor)

A tela é composta por diversos elementos interativos que facilitam a navegação e o gerenciamento das informações. A seguir, é feita uma descrição funcional de cada parte destacada:

- I. **Notificações Globais**
Ícone de sino localizado no canto superior direito. Exibe o total de notificações pendentes para o usuário, englobando alertas de todas as obras.
- II. **Status das Obras**
Filtros de navegação que permitem exibir apenas as obras com status específico: "Andamento", "Concluídos" ou "Finalizados". Ajuda o usuário a segmentar visualmente as obras conforme o seu progresso.
- III. **Notificações da Obra**

Ícone de sino localizado sobre cada imagem de obra. Exibe alertas específicos relacionados àquela obra em particular, como atualizações de atividades, pendências ou mudanças de status.

IV. Alterar Status da Obra

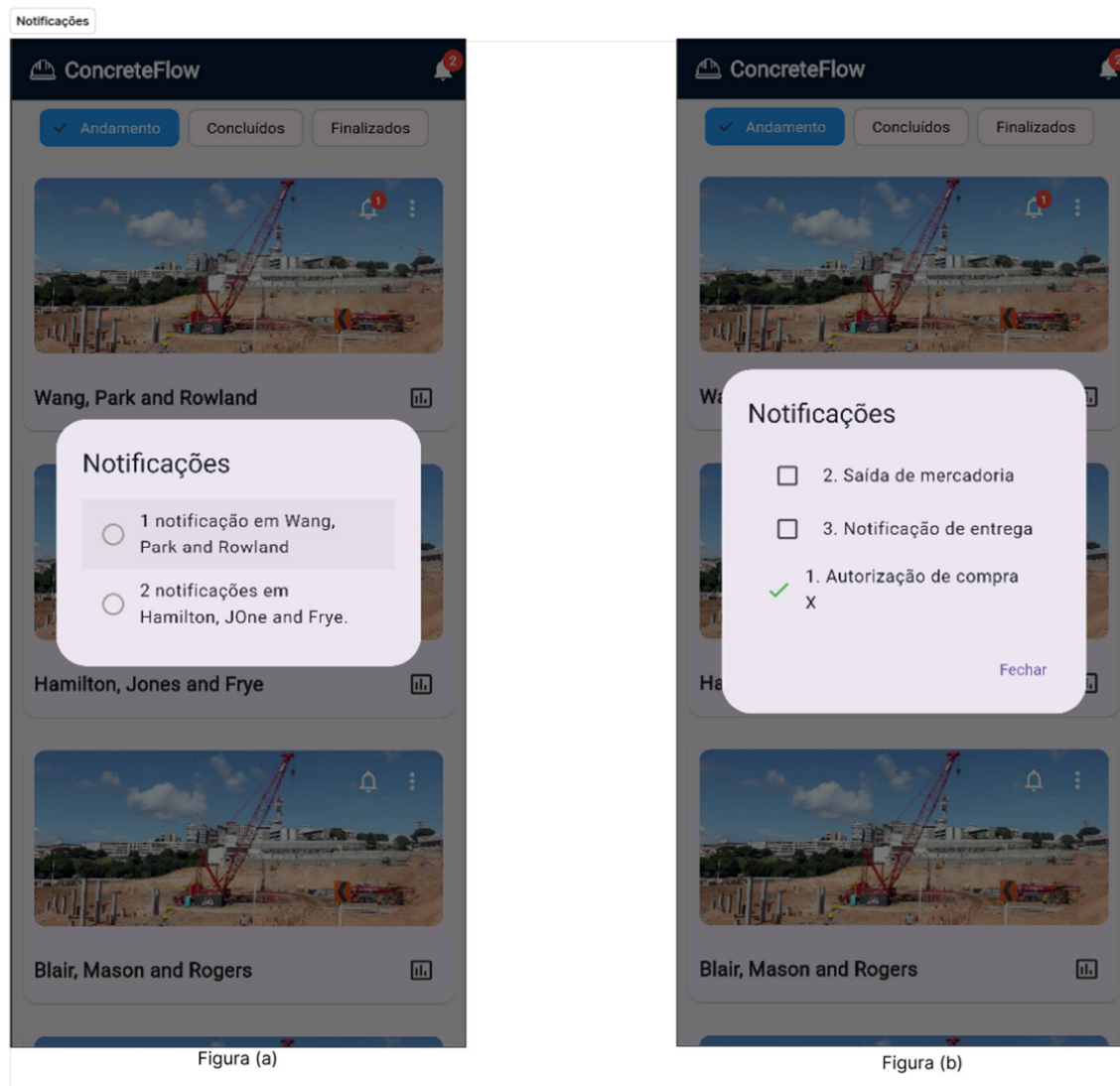
Ao clicar no ícone de três pontos verticais (:), o usuário pode acessar opções de gerenciamento, incluindo a alteração do status da obra, edição de informações ou exclusão, conforme permissões.

V. Resumo da Obra

Ícone de gráfico localizado ao lado do nome da obra. Ao ser clicado, redireciona o usuário para uma página de detalhes, onde são exibidos dados resumidos sobre o andamento da obra, como cronograma, quantidade de concreto utilizado, equipe alocada, entre outros.

Dentro da tela de obras, o usuário tem acesso a um sistema de notificações que permite acompanhar eventos importantes relacionados a cada obra. As notificações são divididas em dois níveis: notificações gerais e notificações específicas por obra, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Notificações das Obras



(Fonte: Próprio Autor)

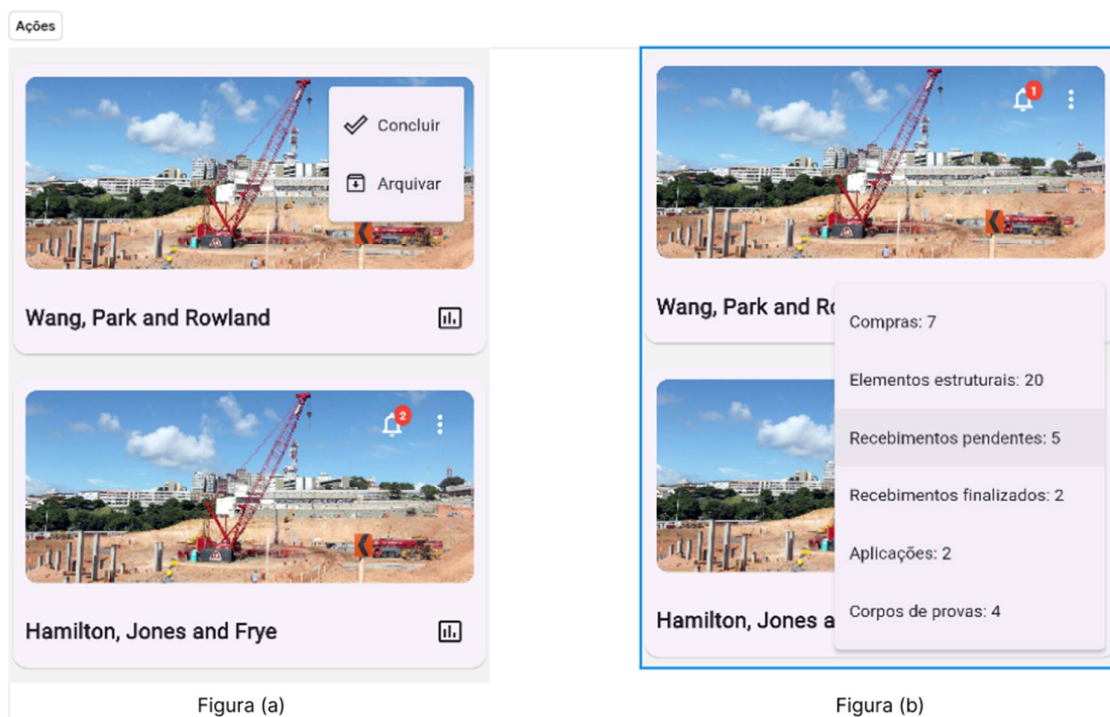
As Figuras 9 (a) e 9 (b) ilustram o funcionamento do sistema de notificações do aplicativo, que é dividido em duas camadas: uma geral e outra específica por obra. A Figura 9 (a) representa as notificações gerais, acessadas por meio do ícone de sino localizado no topo da tela. Ao clicar nesse ícone, o usuário visualiza um resumo de todas as obras que possuem notificações pendentes, com a quantidade de alertas associada a cada uma. Essa abordagem permite ao usuário identificar rapidamente onde há atualizações ou ações pendentes.

Já a Figura 9 (b) mostra a interface de notificações específicas, que é exibida quando o usuário clica no sino presente diretamente na imagem de uma obra. Nessa

visualização, são listadas as notificações detalhadas daquela obra em particular. Além disso, o usuário pode interagir com cada item, marcando notificações como concluídas ou ignorando-as. Esse modelo de organização em dois níveis, geral e específico, garante um acompanhamento mais prático e eficiente das atividades e comunicações relacionadas ao andamento das obras no sistema

Por fim, ainda na tela de obras a Figura 10 apresenta dois tipos de interações possíveis na listagem de obras por meio do botão de opções (ícone de três pontos verticais) presente em cada card de obra:

Figura 10 - Listagem de Obras



(Fonte: Próprio Autor)

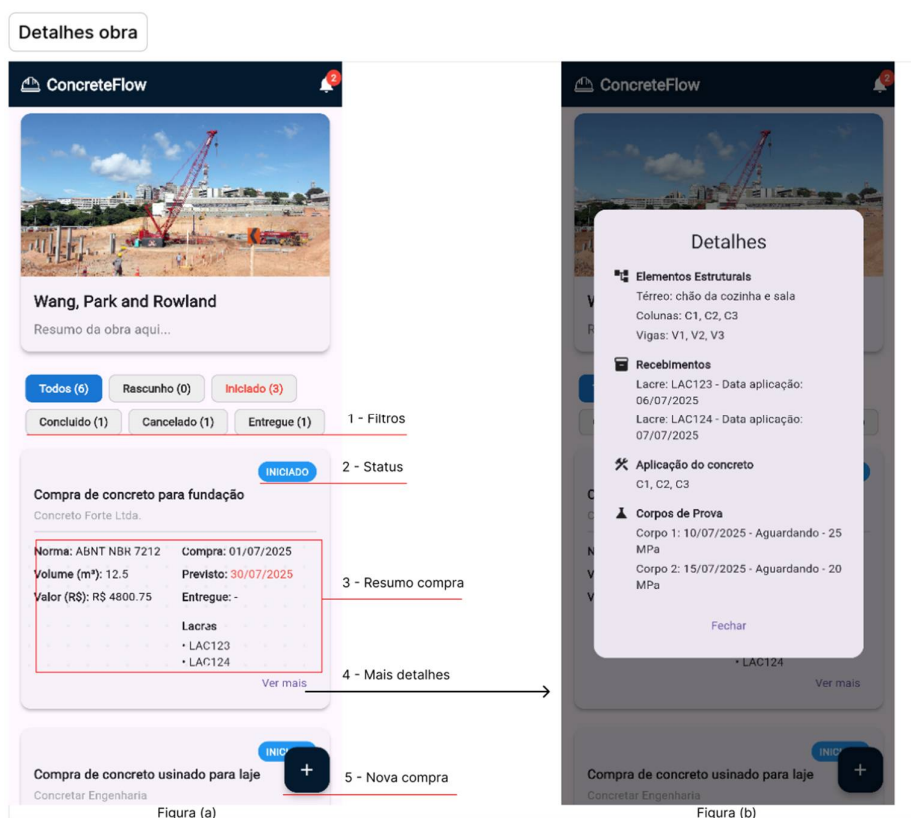
Ainda na tela de listagem de obras, o botão de ações localizado no canto superior direito de cada card oferece funcionalidades adicionais. Na Figura 10 (a), ao clicar nesse botão, o sistema apresenta opções como Concluir e Arquivar a obra, permitindo ao usuário atualizar rapidamente o status conforme o progresso do projeto. Já na Figura 10 (b), o clique exibe um resumo detalhado com indicadores operacionais da obra, como o número de compras realizadas, elementos estruturais cadastrados, recebimentos pendentes ou finalizados, aplicações e corpos de prova. Esse painel

rápido auxilia no monitoramento direto e facilita a tomada de decisões sem a necessidade de acessar o detalhamento completo da obra.

7.3. Detalhamento da Obra

A tela "Detalhes da Obra" tem como objetivo apresentar uma visão gerencial das compras de concreto vinculadas a uma obra específica. Essa funcionalidade permite ao usuário acompanhar o progresso, os status e os detalhes técnicos de cada compra, promovendo maior controle e transparência no processo de aquisição e aplicação do concreto. Como pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Detalhe de obra



(Fonte: Próprio Autor)

A imagem apresentada ilustra dois momentos dessa funcionalidade. No lado esquerdo, Figura 11 (a) tem-se a visualização principal da tela com a listagem das compras registradas para a obra selecionada. Nas abas (1- Filtro), são exibidos filtros

que permitem ao usuário classificar as compras de acordo com seu status atual, como "Todos", "Rascunho", "Iniciado", "Concluído", "Cancelado" e "Entregue", cada um acompanhado da respectiva contagem de itens. Esses filtros auxiliam na organização e na localização rápida das compras com base no seu estágio.

Cada compra é representada por um card contendo uma etiqueta colorida no canto superior direito que indica visualmente o status da compra (2 – Status) (por exemplo, "INICIADO"). O corpo do card (3 – Resumo Compra) exibe um resumo das principais informações, como a norma técnica adotada (por exemplo, ABNT NBR 7212), o volume de concreto adquirido em metros cúbicos, o valor total da compra, a data de realização da compra, a data prevista para entrega, a data efetiva de entrega (caso já tenha ocorrido), e os lacres associados aos caminhões bentoneira, utilizados para controle de recebimento do concreto. Ao final do card, há um link denominado "Ver mais" (4 – Mais Detalhes), que permite acessar detalhes complementares da compra. No canto inferior da tela há também um botão flutuante com o símbolo "+" (5 – Nova Compra), destinado ao registro de uma nova compra.

Ao clicar em "Ver mais", uma tela sobressalente é exibida contendo as informações completas da compra selecionada. Nessa tela, os dados são organizados em seções para facilitar a leitura. A primeira seção apresenta os elementos estruturais da obra relacionados à aplicação do concreto, como o térreo (ex.: Laja L1), colunas (ex.: C1, C2, C3) e vigas (ex.: V1, V2, V3). Em seguida, são apresentados os dados de recebimento, indicando os lacres aplicados e suas respectivas datas, como forma de rastreamento e verificação da qualidade. A seção seguinte descreve os locais de aplicação do concreto, listando os elementos estruturais envolvidos. Por fim, o modal exibe as informações do Slump Teste e dos corpos de prova, que são amostras coletadas do concreto para realização de testes de resistência, detalhando a data da coleta, rompimentos e a situação atual (como "aguardando"), e a resistência esperada em MPa. Ao final do modal, há um botão para fechar a janela e retornar à tela principal.

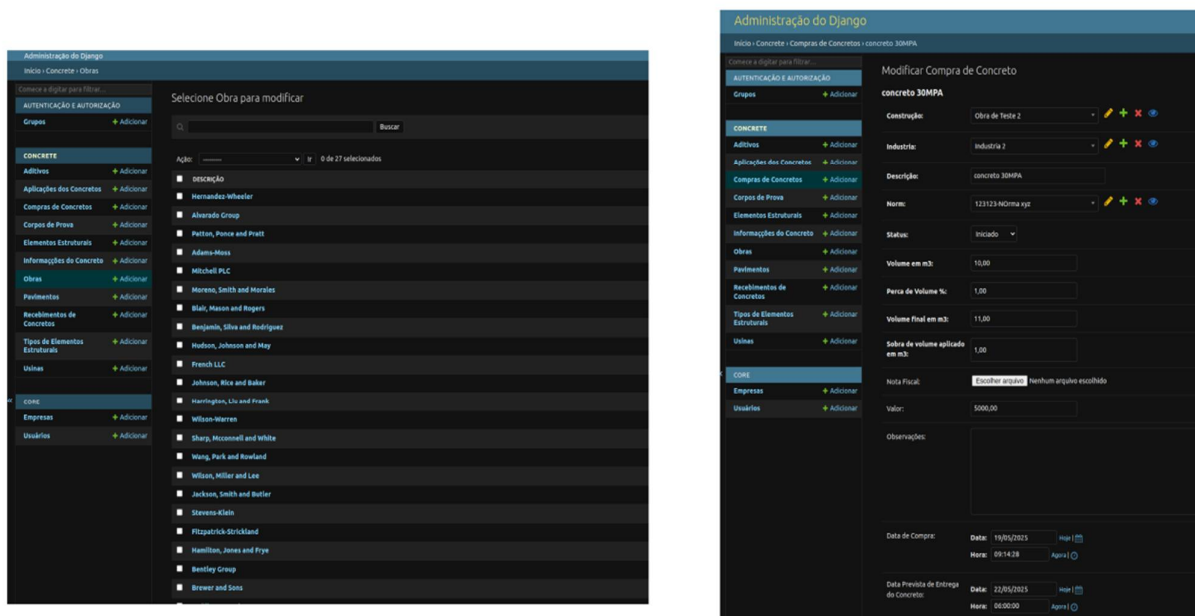
Essa organização da interface contribui significativamente para o controle técnico das obras, oferecendo rastreabilidade, clareza e praticidade no acompanhamento das compras de concreto.

7.4. ADMINISTRAÇÃO DOS DADOS VIA DJANGO CMS

Durante a fase de desenvolvimento do aplicativo, optou-se por concentrar os esforços exclusivamente na visualização e leitura dos dados no ambiente mobile. Essa decisão estratégica permitiu priorizar o levantamento de requisitos, a definição da arquitetura da aplicação e a construção de uma interface amigável para acompanhamento das obras e das compras de concreto.

Neste momento, o cadastro e a edição dos dados ainda não estão disponíveis diretamente no aplicativo. Todas as operações de inserção, modificação ou exclusão de registros são realizadas por meio da interface administrativa padrão do Django CMS (Content Management System), conforme ilustrado na Figura 12, exemplo de listagem de Obras e Cadastro de Compra de Concreto

Figura 12 - Tela do Django



(Fonte: Próprio Autor)

A imagem apresenta a tela de administração do Django, utilizada no projeto como sistema de backend para gerenciamento de informações. Na lateral esquerda, observa-se a organização das entidades do sistema, agrupadas em seções temáticas como Concrete, permitindo acesso rápido a modelos como “Obras”, “Compras de

Concretos”, “Corpos de Prova”, “Empresas” e outros. Ao selecionar a entidade “Obras”, por exemplo, o sistema exibe uma lista de registros com os campos “Descrição” e “Empresa”, conforme exibido na área central da tela.

A utilização do Django CMS neste contexto provê um ambiente robusto e flexível para o gerenciamento dos dados, sendo especialmente útil na fase de desenvolvimento por sua agilidade e recursos integrados, como autenticação, permissões e filtros. No entanto, vale destacar que o CMS do Django não foi projetado para uso por usuários finais e possui limitações significativas em termos de personalização, usabilidade e controle de acesso refinado para perfis distintos de usuários.

Por isso, como trabalho futuro, está prevista a implementação de um segundo módulo do aplicativo, focado na realização dos cadastros diretamente pela interface mobile. Além disso, será desenvolvido um painel administrativo web próprio, com interface personalizada e recursos específicos às necessidades do projeto, superando as limitações da ferramenta atual. Esse novo módulo web permitirá que empresas e gestores da obra tenham maior autonomia e controle sobre as informações, com uma experiência mais intuitiva, segura e voltada ao uso real em campo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise aprofundada dos entraves vivenciados por construtoras, especialmente de pequeno porte, no que diz respeito à aquisição, recebimento e controle do concreto usinado, foi possível compreender o quanto a informalidade nas relações comerciais, a ausência de protocolos sistematizados e a carência de tecnologias aplicadas influenciam de maneira decisiva nos resultados técnicos e operacionais das obras. O trabalho permitiu constatar que falhas recorrentes como atrasos na entrega, fornecimento de material fora dos parâmetros exigidos e deficiências nos registros de rastreabilidade são frequentemente aceitas como inerentes à dinâmica do canteiro, o que revela uma lacuna crítica de gestão.

A partir dessa constatação, delineou-se uma proposta de inovação voltada à digitalização das práticas envolvidas na concretagem, materializada na forma de um protótipo de aplicativo que, embora ainda em fase construtiva, já se apresenta como um instrumento promissor para mitigar essas deficiências. O sistema foi concebido com o intuito de reunir, em uma única plataforma, recursos capazes de promover o rastreamento em tempo real dos veículos de transporte do concreto, permitir a comunicação estruturada entre os diferentes agentes envolvidos na obra, garantir maior rigor técnico no controle dos materiais empregados e consolidar dados de forma organizada e acessível.

Ao invés de propor apenas uma solução pontual, buscou-se estruturar uma resposta ampla, ancorada em fundamentos técnicos, referências normativas e princípios contemporâneos de automação industrial. A incorporação dos conceitos que norteiam a chamada Indústria 4.0 não se deu de forma superficial ou meramente ilustrativa, mas como elemento estruturante da proposta, trazendo à tona a importância de integrar tecnologias digitais ao cotidiano da construção civil, mesmo nos contextos onde a resistência à inovação ainda é uma realidade sensível.

Importa destacar que a ferramenta proposta não se apresenta como produto final e acabado, mas como ponto de partida para um processo contínuo de aperfeiçoamento. Sua eficácia dependerá, inevitavelmente, da aderência dos usuários às funcionalidades disponíveis, da capacidade de adaptação frente às especificidades de cada empreendimento e do aprofundamento técnico a partir da experiência prática. O engajamento das equipes de campo, a aceitação da cultura digital nos canteiros e

a disposição para reconfigurar procedimentos anteriormente manuais são fatores igualmente determinantes para que os benefícios projetados se consolidem na prática.

Diante do exposto, é possível afirmar que o desenvolvimento do RasCom representa mais do que uma inovação tecnológica: trata-se de uma iniciativa que visa reconfigurar as bases operacionais de uma etapa crítica da construção civil. Sua plena implementação poderá, não apenas otimizar o processo de concretagem em termos de tempo e custo, mas também contribuir de forma expressiva para o aumento da qualidade estrutural das edificações e para o fortalecimento das boas práticas de engenharia. Assim, espera-se que este trabalho possa servir de inspiração para novos estudos, experimentações em campo e, sobretudo, para a consolidação de um novo paradigma na gestão do concreto usinado nas obras brasileiras.

REFERÊNCIA

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, 2023.

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.

BAUERNHANS, 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.

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.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **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: 02 julho 2025

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.

PIANCASTELLI, E.M. **Patologias no concreto: Sintomas, causas e reparos**. Grupo IDD, 2017. Relatório Técnico.

NAKAMURA, Juliana. **Mapeamento de concretagem**. Julho de 2011. Disponível em: <<https://www.rodriгорcarvalho.com.br/mapeamento-de-concretagem/>>. Acesso em 02 de julho de 2025.

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>> . Acesso em 04 de julho de 2025.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega TCC Aluno: Gleidson Barbosa Palmeira

Assunto:	Entrega TCC Aluno: Gleidson Barbosa Palmeira
Assinado por:	Gleidson Palmeira
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Gleidson Barbosa Palmeira, ALUNO (202016550012) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 03/09/2025 18:11:19.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/09/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1596494
Código de Autenticação: ed990785a1

