Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.02, 2020/02
ISSN 2178-6925

CRIAÇÃO DE APLICATIVOS FUNCIONAIS PARA APLICAÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS

CREATION OF FUNCTIONAL APPLICATIONS FOR APPLICATION ON CONSTRUCTION SITES

Pedro Emílio Amador Salomão.
Doutor, Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil.
E-mail:pedroemilioamador@yahoo.com.br

Lucas Alex de Souza Rocha.
Graduando em Engenharia Civil; Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil.
E-mail: rochapv123@gmail.com

Mônica Silva Oliveira,
Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil.
E-mail:monica.s.oliveira@hotmail.com

Recebido: 15/10/2020 – Aceito: 27/11/2020

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a criação de um aplicativo funcional para cálculo de traços de concreto, com o intuito de agilizar as ações no canteiro de obras. O aplicativo possui a funcionalidade de desenvolver os cálculos inserindo o fator de relação água/cimento conforme a determinação da resistência, o fator de consumo de água conforme a tabela a que descreve o abatimento em milímetros e Dmáx (mm), além da inserção, conforme a tabela, do valor da dimensão máxima dos agregados, a densidade compactada do agregado graúdo e a densidade normal do agregado graúdo. Definidos os números é possível apresentar o cálculo do traço final para o tipo de concretagem que foi especificado. O aplicativo *PEAS.Con ao apresentar uma solução de cálculo para uma etapa da obra que necessita de agilidade e confiabilidade, demonstra que pode auxiliar efetivamente na execução dos serviços, evitando perda de tempo, obtendo valores realistas e seguros, contribuído assim para a qualidade dos processos construtivos.

Palavras-chave: Engenharia civil; Tecnologia; Aplicativo.

Abstract

This work aims to present the creation of a functional application for calculating concrete traces, in order to streamline actions at the construction site. The application

has the functionality to develop the calculations by inserting the water / cement ratio factor accordin
to the determination of resistance, the water consumption factor according to the table that describes the reduction in millimeters and Dmax (mm), in addition to the insertion, as the table, the value of the maximum dimension of the aggregates, the compacted density of the coarse aggregate and the normal density of the coarse aggregate. Once the numbers are defined, it is possible to present the calculation of the final mix for the type of concreting that has been specified. The application * PEAS.Con when presenting a calculation solution for a stage of the work that requires agility and reliability, demonstrates that it can effectively assist in the execution of services, avoiding waste of time, obtaining realistic and safe values, thus contributing to quality construction processes.

Keywords: Civil engineering; Technology;

1 Introdução

Nos dias atuais vemos uma grande necessidade da expansão da tecnologia em diversas áreas e na engenharia não seria diferente. No decorrer dos anos os processos relacionados a engenharia foram se modificando, acompanhando o desenvolvimento tecnológico, ocasionando mudanças significativas em todo o sistema construtivo, provocando melhorias nos instrumentos, ferramentas de trabalho e principalmente nos materiais utilizados.

No Brasil e no mundo o concreto é o material mais utilizado para a construção civil representando 90% de todas as obras, tamanha a sua utilização, é de grande importância que seja calculado de forma eficiente, economicamente e atentando a resistência necessária para cada área de aplicação.

Para engenharia civil, fatores como eficiência para solucionar um problema, agilidade na execução, e o menor custo, são fundamentais para o sucesso de uma obra, e neste contexto cálculos de traços de concreto realizados através da utilização de computadores ou até mesmo de forma mais arcaica, sendo ela a mão, pode tornar esta etapa na construção, uma consumidora de tempo importante para todo o processo de execução.

De acordo com a necessidade de agilizar e economizar tempo, que por sua vez também representa custos para a construção civil, e através de uma análise dos avanços tecnológicos em outras áreas, observou-se que a criação de um aplicativo móvel que utiliza como referência para os cálculos da tabela de ABRAMS, onde possibilita ter a resistência exata do concreto, calculando a quantidade dos materiais

que serão necessários, como cimento, brita, areia e água, pode representar uma contribuição importante, trazendo menos desperdício, mais eficácia e segurança na execução da obra, prezando sempre pela qualidade sem excessos e sem riscos decorrentes de cálculos mal executados.

1.1 Objetivo

- ✓ Apresentar a criação de um aplicativo funcional para cálculo de traços de concreto, com o intuito de agilizar as ações no canteiro de obras.

2 Revisão Da Literatura

2.1 Conceito e evolução da engenharia civil

Conforme explicita Queiroz (2019), a engenharia civil de maneira geral, pode ser definida como uma área do saber e fazer humano que se baseia nos princípios fundamentais das ciências e da tecnologia, com o intuito de planejar, fabricar, construir e manter todos os tipos de bens materiais duráveis ou não, representados por máquinas, edifícios, estradas, equipamentos e produtos que permitam fornecer à humanidade bem estar, conforto e segurança na inter-relação com o espaço construído e o meio ambiente.

A partir desta narrativa, percebe-se que desde os primórdios da civilização humana, o homem sempre se preocupou em elaborar instrumentos que pudessem de maneira imediata, suprir as suas necessidades e facilitar a interação com o ambiente que ele vivia, representado uma ideia de que o ser humano possui uma propensão natural para a criação, uma habilidade inata para a inovação, o que etimologicamente remete à palavra *ingenium,* que significa caráter inato, talento, inteligência – que também deu origem à palavra “engenhosidade” (AGOSTINHO; AMORELLI; RAMALHO, 2012).

Sendo assim, a partir do desenvolvimento natural do homem e do início de sua vida em sociedade surgiu a necessidade da construção de lugares que pudessem protegê-lo das adversidades do clima e dos perigos naturais, originando desta forma, as primeiras habitações erguidas de maneira rudimentar, com materiais disponibilizados pela própria natureza.

Iniciava-se, portanto, o grande processo de evolução da engenharia que foi retratado pelas construções vultosas na antiguidade, marcadas principalmente pela inteligência do homem e pela demonstração de conhecimento relacionada às técnicas de topografia, resistência e mecânica dos materiais, como relata Addis (2009):

> Têm sido um tópico de especulação frequente o modo como os antigos egípcios extraíram e manipularam cerca de 2,3 milhões de pedras, cada uma pesandoproximadamente 2.500 kg, para construir a Grande Pirâmide de Quéops (Khofu) em Gizé por volta do ano 2500 a.C.
> [...] Aproximadamente na mesma época, na Inglaterra, blocos de pedra de cerca de 20.000 kg foram levantados a cerca de 6 m de altura para construir Stonehenge. Por volta de 1500 a.C., os engenheiros egípcios extraíram, moveram e ergueram três obeliscos de pedra, cada um com aproximadamente 450 toneladas. A remoção posterior de um deles (conhecido como o Obelisco do Vaticano) do Egito, seu levantamento em Roma e subsequente relocação foram obras de Engenharia também impressionantes (ADDIS, 2009, p. 13).

Conforme destaca Queiroz (2019), tais construções demonstram a inegável aplicação da geometria, permitindo então todo o desenvolvimento das formas geométricas e estéticas, o que automaticamente estimulou a inserção da aritmética e a matemática, que incorporados á geometria constituíram-se em importantes ferramentas da engenharia, contribuindo assim para viabilizar novas construções como canais para drenagens e irrigação, estradas, pontes, sistemas para abastecimentos de água, túneis, portos, barragens, etc.

Neste contexto, todas as construções daquela época foram criadas através do conhecimento empírico que eram passados de forma contínua pelos “mestres construtores” ou “mestres obreiros”, que mantinham entre si os conhecimentos das técnicas de das artes de projetar e construir.

Percebe-se, portanto, que não havia conceitos e técnicas acadêmicas expressamente difundidas, fato que só ocorreria por volta de 1452 através do Italiano Leon Baptista Alberti (arquiteto, artista, filósofo e humanista), que deixou uma importante contribuição relacionado à arte e à técnica de construir, através de uma publicação de um tratado em latim denominado “*De re aedificatoria”* que em tradução livre significa “sobre a construção” ou a “arte de construir", que se tornou em 1485 o primeiro livro impresso sobre a arte da construção (QUEIROZ, 2019).

Neste sentido, construir baseando-se apenas em observações e generalizações, como era feito antes do Renascimento, deixou de ser suficiente e com o surgimento do iluminismo, pode-se observar com o desenvolvimento das habilidades humana

ligadas a arte como arquitetura, música, pintura e literatura o surgimento de novos tipos de arquitetura, expondo uma necessidade de realizar experimentos, possibilitando avanços com relação a momento fletor, ruptura e flexão, que se conservam até os dias atuais (PEREZ, 2015). De acordo Perez (2015) diversas edificações foram construídas com base nos experimentos e em novas técnicas, como utilização de alvenaria de tijolos e grande parte do trabalho era registrado, publicado e disseminado cientificamente pelo o mundo, fazendo com que esses avanços influenciassem a forma de construir e diversos manuais de construção e livros de bolso começaram a serem impressos.

A necessidade de transmitir os conhecimentos adquiridos na prática levou ao surgimento de um curso nas universidades: o de engenharia civil. Os primeiros engenheiros diplomados tiveram a sua formação acadêmica promovida pela ENPC - École Nationale des Ponts et Chausseés, estabelecimento de ensino que foi fundado em Paris, em 1747, por iniciativa de Daniel Trudaine (PARDAL, 1986). É a faculdade de engenharia mais antiga do mundo. Considerada por sua formação de engenheiros, ela vem se transformando ao longo dos anos em um estabelecimento de ensino superior de alto nível.

Em 1794, Gaspar Monge e Lazare Carnot fundaram a Ècole Polytechnique, que se tornou modelo de outras escolas de engenharia. A missão da Ècole Polytechnique consistia em oferecer a seus alunos uma formação adequada para desenhar e realizar projetos completos e inovadores do mais alto nível, fundamentada a uma sólida cultura multidisciplinar, e treinamento com o objetivo de desenvolver atitudes de liderança, visando no futuro à ocupação de cargos no âmbito administrativo, científico, tecnológico e pesquisa (ROCHA et al, 2007). A partir de então, se inicia o grande processo de evolução da engenharia civil bem adequada às evoluções do mundo moderno, pois a formação possibilitou vários engenheiros dotados de uma competência dupla: técnica e gerencial, culminando assim, em avanços construtivos e importantes descobertas como a do engenheiro inglês John Smeaton, um dos descobridores do cimento Portland (século XVIII) (QUERÓZ, 2019).

Com a descoberta do cimento, a engenharia civil passa a dispor de um componente que se tornou o mais utilizável em termos de estruturas construtivas: o concreto, que é um composto constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita), e ar e que também pode também conter adições

(cinza volante, pozolanas, sílica ativa etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas (COUTO et al, 2013).
Impulsionado pela industrialização a utilização do concreto como material construtivo começa a ter maior expressão através de apresentações como a de Joseph Lambot em 1855 na Exposição Universal de Paris, de um barco cuja estrutura era feita com treliça de vergalhões de aço, envolvida por argamassa de cimento. No mesmo ano, François Coignet utiliza o concreto armado para construção de faróis e peças de tubulação hidráulica. Em 1861, outro francês, Mounier, que era um paisagista, horticultor e comerciante de plantas ornamentais, fabricou uma enorme quantidade de vasos de flores de argamassa de cimento com armadura de arame, e depois reservatórios (25, 180 e 200 m3) e uma ponte com vão de 16,5 m (SANTOS, 2008). Porém, uma melhor compreensão relacionada quanto à função das armaduras no concreto, com a percepção da necessidade de dispor outras armaduras além da armadura reta de tração, imaginando armaduras dobradas, prolongadas em diagonal e ancoradas na zona de compressão, colocando estribos com a finalidade de absorver tensões oriundas da força cortante e o criador das vigas T, levando em conta a colaboração da laje como mesa de compressão, foi desenvolvida pelo francês Hennebique.

A evolução da utilização do concreto e os resultados relacionados exigiram a busca por aprimoramentos relativos à qualidade e à homogeneidade das misturas de cimento e incentivou a criação de normas e diretrizes para as construções com o referido material construtivo, além de incentivar a formação de especialistas, o que possibilitou que a engenharia desse um enorme salto na qualidade (RAVARA, 2008).

2.2 O engenheiro civil e os aspectos da profissão

No contexto que envolve toda a evolução da engenharia civil, partindo de uma premissa de aprendizado mais técnico, diretamente relacionado ao incremento dos ensinos acadêmicos que proporcionaram a este ramo de atividade aperfeiçoamentos e qualificações, o profissional atuante nesta área, igualmente passou por modificações até serem consolidadas e definidas as suas atribuições.

Neste sentido, o rol de atuações do engenheiro civil possui uma grande abrangência, conforme expõe Novaes (1997):

> Resistência dos materiais e estruturas, área em que os profissionais se dedicam ao projeto e cálculo estrutural, que envolve os métodos de análise de resistência dos materiais e o dimensionamento de estruturas diversas, tais como concreto, madeira e aço. Mecânica dos solos, subespecialização que envolve análise e dimensionamento de fundações, escavações, obras de estabilização e contenção etc. Hidráulica e saneamento, subdividindo-se nas subáreas, hidráulica, na qual os Engenheiros Civis trabalham com redes de abastecimento de água; levantamentos e estudos hidrológicos (análise da precipitação, infiltração, evaporação e escoamento de águas pluviais e seu armazenamento em reservatórios); operação de reservatórios para geração de energia elétrica; máquinas; instalações e equipamentos hidráulicos etc.; e saneamento, onde o Engenheiro se dedica ao dimensionamento e projeto de redes de drenagem urbana; sistemas de esgotos, incluindo redes e tratamento; limpeza pública; sistemas de abastecimento de água; controle de qualidade da água e do meio ambiente etc. Em algumas universidades há cursos específicos para a área de Hidráulica e saneamento, seria a específica "Engenharia Sanitária". A área da construção civil (edificações) envolve os Engenheiros que se especializam em técnicas de construção; controle e supervisão de obras; projeto de instalações prediais de água e esgoto, gás, eletricidade, ventilação, combate a incêndio, etc. E, por fim, a área de transportes, na qual os Engenheiros dedicam-se a projeto e construção de estradas (NOVAES, 1997, p.35).

A incumbência sobre esta vasta área de atuação, exigem do engenheiro na sociedade moderna um novo papel que, de certa forma, amplia e diversifica sua missão e para dar conta dos desafios impostos por esse novo contexto ágil e volátil, este profissional necessita desenvolver características que podem, ou não, estar diretamente representadas nas grades curriculares, como a habilidade de comunicação, negociação, liderança, entre outras (AGOSTINHO; AMORELLI; RAMALHO, 2012).

Reafirmam Bazzo e Pereira (2012. p.79), que "ninguém vai ser reconhecido como engenheiro se não dominar minimamente os tópicos de sua área de trabalho", o que significa para o engenheiro visualizar o exercício da profissão em todos os aspectos que envolvam os setores sociais, político, tecnológico e econômico, sendo necessário, portanto, compreender o seu cenário de atuação para buscar novas técnicas e ferramentas capazes de gerar soluções inovadoras.

Frente a estes desafios, o engenheiro civil na atualidade deve ter um perfil inovador com o conhecimento de tecnologias construtivas, dos novos materiais convencionais e não convencionais e das inovações tecnológicas que estão sendo implementadas no setor; deve ser focado no cliente, tendo uma preocupação com custos, prazos, qualidade do produto final e grau de satisfação do cliente; deve realizar o planejamento prévio da obra, incluindo o projeto e implantação do canteiro de obras com Layout definido, domínio do plano de treinamento da equipe de produção periodicamente, controle da obra, dos suprimentos de materiais e equipamentos,

contratação de mão de obra e gestão de terceirizados, controle da qualidade de materiais e processos, execução e entrega da obra em tempo hábil; deve ter pleno conhecimento das metodologias de gestão SGQ (sistema de gestão da qualidade); deve dominar os conceitos de sustentabilidade e por fim, ter competência para exercício da liderança, comunicação, negociação, trabalho em equipe, treinamento e motivação, com vista a gerenciar a equipe de produção e terceirizados, obtendo assim, melhor desempenho e, consequentemente, maior produtividade (REMY, 2011).

Dotados de todos estes atributos, o engenheiro civil na atualidade pode assumir profissionalmente atividades de prestação de serviços na qualidade de profissional liberal, atuando em escritório particular, na realização de fiscalizações, supervisões, assistências, vistorias, assessorias, direção técnica de obras, elaboração de projetos estruturais, edificações, dentre tantas outras atividades já estabelecidas para a profissão (QUEIROZ, 2019).

Esta diversidade de atividades exige do engenheiro, além do conhecimento técnico e da experiência, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sua habilidade de fazer uma boa exposição de suas ideias e de aprimorar sua competência argumentativa, porque no contexto atual onde as informações devem fluir com muita rapidez, se faz necessário a utilização de instrumentos que possam auxiliar na execução dos serviços (AGOSTINHO; AMORELLI; RAMALHO, 2012).

2.3 Utilizações das novas tecnologias

Nos últimos anos, dentre as diversas tecnologias que surgiram, nenhuma causou tanto impacto para as empresas quanto a Internet. Com ela, as organizações inventaram novas formas de trabalho e oportunidades ainda inexploradas.

O nascimento da Internet está relacionado a um projeto militar dos EUA durante a guerra fria, que tinha por objetivo criar um meio de comunicação que fosse flexível e não estive ligada a um elemento central, com capacidade para resistir a um ataque nuclear. Efetivamente, em 1995, a Internet rompeu os limites das universidades, instituições de pesquisa e governo para se estabelecer entre a população, fazendo assim, parte do cotidiano (CASTELLS, 2003).

Em 1995, o primeiro ano de uso disseminado do world wide web, havia cerca de 16 milhões de usuários de redes de comunicação por computador no mundo. No início

de 2001, eles eram mais de 400 milhões; previsões confiáveis apontam que haverá cerca de um bilhão de usuários em 2005, e é possível que estejamos nos aproximando da marca dos dois bilhões por volta de 2010, mesmo levando em conta uma desaceleração da difusão da Internet quando ela penetrar no mundo da pobreza e do atraso tecnológico (CASTELLS, 2001).

Esta disseminação total da Internet transformou a vida das pessoas, modificando hábitos e costumes que influenciaram diretamente na relação dos negócios. As informações em tempo real adquirida pelos consumidores fizeram com as empresas agilizassem também suas fontes de informações.

Drucker (1993), já previa que sob a perspectiva empresarial a informação seria fundamental para moldar o modelo de organização do futuro fundamentada no conhecimento, capacitando assim, a empresa a atuar com qualidade, produtividade e competitividade. Desta forma, as empresas viram na Internet um instrumento que reunia todas as informações necessárias para alavancar os negócios.

Quando as empresas perceberam que era possível se atualizar sobre diversas vertentes em tempo real, facilitando assim as tomadas de decisões, se atentaram para outro aspecto que a Internet também poderia proporcionar: se era possível captar inúmeras informações de diversos lugares, seria perfeitamente possível emitir informações sobre seus produtos e serviços, sua marca e proporcionar uma relação direta com o consumidor. Deste modo, a rede mundial de computadores se apresentava como um importante canal a ser utilizado no marketing das empresas.

Neste contexto é surge o termo Tecnologia Informação e Comunicação (TIC), sendo entendida como um conjunto formado por hardware e software e utilizado para coletar, processar, armazenar, disseminar informação para suporte às decisões, além do objetivo primordial de não apenas gerir somente gerir informação, mas sim conhecimento como artifício imprescindível na era atual (SABBAG, 2007).

No setor da construção civil, o avanço da tecnologia tem impactado de forma relevante e a novidade tecnológica tem estimulando o desenvolvimento e facilitado a modernização do setor, de modo que os produtos criados destacam-se de forma positiva no processo de produção, diminuem etapas e desperdícios, aumentam a lucratividade do setor (DE LUCA et al, 2018).

Conforme Pereira (2019), os recursos e ferramentas tecnologias utilizadas pela engenharia civil na atualidade pode auxiliar no controle sobre a matéria prima, pois o

material utilizado é padronizado, evitando a perda de tempo com produtos de qualidade inferior ou com a reposição constante de estoque devido ao seu uso.

Outro fator é a mobilidade de informação, trazendo facilidade na circulação de dados circulem facilmente pelo canteiro de obras, atingindo a todos os trabalhadores. Assim, os problemas que antes demoravam a ser resolvidos tornam-se de conhecimento aos colaboradores envolvidos, evitando que eles sejam cometidos devido à falta de comunicação.

O uso de softwares permite também que a construção civil atue com um conceito diferenciado, sem rabiscos e dados perdidos em papéis. Tudo é realizado em plataformas que operam de forma online e offline, possibilitando que os dados sejam atualizados constantemente. Esse fator contribui com a redução de perdas e aumento da produtividade, pois todos podem ter uma visão completa do andamento e dos detalhes de cada parte da obra, podendo intervir caso algo esteja saindo do ideal (PEREIRA, 2019).

Importante salientar que hoje em dia com a telefonia móvel e os modernos *smartphones,* abriu-se a possibilidade da inserção destas novas tecnologias em aplicativos, que podem ser desenvolvidos com o objetivo de facilitar o desempenho de atividades práticas do engenheiro e simplificar cada vez mais o seu processo produtivo.

Um destes processos na construção civil se refere ao traço de concreto, que é uma mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos e adições), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento.

Conforme esclarece Carvalho (2015), a obtenção de um concreto de boa qualidade depende exclusivamente do planejamento adequado quanto aos cuidados na hora da execução do concreto, com a definição das propriedades e análises e escolha dos materiais para a definição do traço, proporcionando assim a consistência, trabalhabilidade, homogeneidade e adensamento necessários à segurança do projeto.

A trabalhabilidade depende de dois fatores principais: a fluidez, que garante melhor mobilidade do concreto; e a coesão, que previne a exsudação e a segregação. Ao ser lançado em elementos estruturais com armaduras, o concreto deve ter capacidade de escoamento suficiente para que consiga preencher todos os vazios da

fôrma sem exsudar ou segregar, ou seja, sem haver separação dos componentes, garantindo a homogeneidade, resistência e durabilidade após endurecimento (CARVALHO, 2015).

Por isso, são muito importantes os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais, sendo considerado como materiais passíveis de uso nos concretos e possíveis de serem utilizados num estudo de dosagem: os vários cimentos, os agregados miúdos, os agregados graúdos, a água, o ar incorporado, o ar aprisionado, os aditivos, as adições, os pigmentos e as fibras. Com relação aos agregados, pode ser feita distinção entre agregados reciclados, artificiais ou industrializados e naturais (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

2.4 Softwares dentro da engenharia civil

Os softwares utilizados em cálculo de estruturas, na Engenharia Civil, auxiliam tanto na obtenção de desenvolvimento de análises numéricas como em representações gráficas, sustentando uma compreensão do comportamento da estrutura. A análise estrutural basicamente determina os esforços e deslocamentos gerados pelas ações atuantes na estrutura. Para o engenheiro, utilizar os métodos manuais de análise estrutural demanda um tempo excessivo devido à complexidade das situações, tornando o processo inviável para a maioria dos problemas no dia-a-dia, o que motiva o emprego de métodos computacionais.

Neste sentido, tornou-se possível lançar mão dos computadores para aperfeiçoar os processos na construção civil, sendo considerado um importante avanço quando a geração de documentos de projetos deixou de ocorrer de forma manual, graças ao auxílio da tecnologia CAD.

O conceito CAD (do inglês, Computer AidedDesing), desenho assistido por computador. Tais softwares têm o objetivo de acelerar e aperfeiçoar o desenvolvimento de desenhos e projetos técnicos nas diversas áreas da engenharia, arquitetura, dentre outras, através de seus diversos recursos que permitem a execução de projetos de forma ágil e precisa (SILVA, 2017).

Na época de desenvolvimento, o AutoCAD era um software extremamente limitado - em sua primeira versão, a prática de modelagem no software era limita ao ambiente 2D. No entanto, o sucesso do software, e de outros softwares no mesmo segmento, deu força ao movimento cada vez mais intenso de desenvolvimento softwares, capazes de criar desenhos assistidos por computador de forma muito mais prática e acessível financeiramente às diversas empresas de projeto, independente de seu porte.

O AutoCAD é uma ferramenta amplamente usada para a produção de projetos voltados para a construção civil, por ser de fácil manuseio é utilizado pela maioria dos escritórios de arquitetura, ele oferece uma interface na qual estão expostas as ferramentas essenciais para a produção de representação gráfica (NEVES; MOURA, 2017).

Outra nova tecnologia conhecida como “Building Information Modelling – BIM”, surgiu na década de 70, sendo Conhecido como Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual, além de ser um modelo de visualização do espaço projetado, é um modelo digital que contém um banco de dados que agrega informações para diversas finalidades, tais como aumento da produtividade e racionalização do processo (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

No contexto do conceito Modelagem da Informação da Construção (BIM), existe o software Revit, que foi desenvolvido pela Autodesk. O mesmo possui uma modelagem 3D que possibilita uma visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexas que sejam as instalações ou edificações, além de oferecer diversas funcionalidades que permitem a detecção automática de quaisquer interferências geoespaciais entre objetos (SOUZA et al, 2016).

2.5 Linguagens de programação

É importante mencionar que toda esta inovação tecnológica em torno de softwares e criação de inúmeros aplicativos que atualmente favorecem o exercício da engenharia com agilidade e prontidão, depende de ferramentas para a sua composição que se entendem desde a programação à confecção da interface programa-usuário, à criação dos gráficos utilizados e também à estruturação do aplicativo como um todo.

Neste processo de criação de aplicativos, duas linguagens de programação se destacam; a linguagem Java que se ocupa do funcionamento da aplicação, e a linguagem XML que se ocupa das características de leiaute, podendo ser combinadas, inclusive podendo as duas ser combinadas (LONGO, 2015).

O Java (ORACLE, 2016) é uma linguagem de programação de alto nível que utiliza o paradigma de orientação a objetos. Ela foi desenvolvida originalmente pela empresa Sun Microsystems e atualmente pertence à empresa Oracle. Essa linguagem é simples, robusta, eficiente, segura e confiável. A linguagem apresenta código fonte aberto, liberado sobre a licença GNU General Public License (SOARES, 2016).

Um dos principais benefícios que essa linguagem oferece é a portabilidade. Todo código fonte é compilado, e no final de tudo é gerado um arquivo bytecode, esse arquivo pode ser executado em uma máquina virtual. Isso significa que o desenvolvedor não precisa escrever códigos diferentes para cada sistema operacional, ele pode simplesmente escrever uma única vez, e executar em qualquer lugar que tenha o Java Virtual Machine instalado.

Atualmente o Java é a linguagem de programação mais utilizada no mundo. Sua utilização é feita principalmente para desenvolvimento de aplicações web, aplicações desktop e criação de aplicativos móveis para Android.

A linguagem XML ou Extended Markup Language é uma versão abreviada do SGML, que possibilita ao autor especificar a forma dos dados no documento, além de permitir definições semânticas. Um arquivo eletrônico XML pode conter simultaneamente, dados e a descrição da estrutura do documento, através do DTD-Dat Type Definitions (gramáticas que conferem estrutura ao documento XML). O XML obtém benefícios omitindo as partes mais complexas e menos utilizadas do SGML (ALMEIDA, 2002).

De acordo com o W3 Consortium, entre os objetivos estabelecidos na especificação da linguagem XML, estão as seguintes características: ser diretamente utilizável na Internet; ser legível por humanos; possibilitar um meio independente para publicação eletrônica; permitir a definição de protocolos para troca de dados pelas empresas (independentemente da plataforma de hardware e software); facilitar às pessoas o processamento de dados pelo uso de softwares de baixo custo; facilitar a

utilização de metadados que auxiliam na busca de informações; aproximar “produtores” e “consumidores” de informação.

2.6 Lei de Abrams

Um dos proporcionamentos adequados dos materiais constitutivos dos concretos foi desenvolvido em 1918 por Duff A. Abrams, após o estudo de inúmeros traços e análise de mais de 50.000 corpos-de-prova, enunciou a “Lei de Abrams”, mundialmente aceita até os dias de hoje. Abrams introduziu também o termo “Módulo de Finura”, que propôs representar, por meio de um único índice, a distribuição granulométrica dos agregados. O índice assim obtido mostrou-se tão útil que foi adotado mundialmente nas normas de agregados para concreto, inclusive na brasileira, a ABNT NBR 7211:2009. E ainda introduziu uma equação que correlaciona o módulo de finura ideal do agregado total com sua dimensão máxima, como segue:

$$MF = 7{,}94 + 3{,}32 \cdot \log D_{max} \quad (1)$$

Em que:
MF = módulo de finura dos agregados;
Dmáx = dimensão máxima característica do agregado.

A contribuição de Abrams foi ainda mais significativa: introduziu a noção de trabalhabilidade do concreto e propôs a medida da sua consistência em 1922, por meio de um molde tronco de cone de altura 30 cm e bases 10 cm e 20 cm. Essa proposta entrou na utilização corrente da produção mundial de concreto, transformando-se no único método normalizado no Brasil para medida da consistência do concreto fresco até 1986, quando foi introduzido também o método do espalhamento na mesa, atualmente em vigor, porém ainda muito pouco conhecido e utilizado.

Segundo a lei de Abrams a resistência (fc) do concreto relaciona-se com o fator a/c, de acordo com uma equação exponencial:

$$f_c = \frac{k_1}{k_2^{a/c}} \quad (2)$$

Esta é uma equação de decaimento. As constantes k1 e k2 são determinadas experimentalmente. A resistência à compressão é um dos principais parâmetros para

um concreto endurecido e tem sido usada também como parâmetro de durabilidade, já que os fatores que elevam a resistência do concreto também aumentam sua impermeabilidade e consequentemente sua durabilidade. A relação água/cimento (a/c) é um dos principais fatores que influenciam na resistência do concreto. Quanto menor o a/c, maior a resistência obtida.

Com a Lei de Abram é possível calcular o traço com base na resistência do concreto, o abatimento desejado, (F_{ck28}), a densidade da brita, areia etc, sendo que os cpaulos são feitosa para $1m^3$ (um metro cúbico), e com a utilização das tabelas criadas por Abrams, é possivel identificar o fator agua/cimento (a/c) para a determinada resistência de concreto desejado em cada situação de uma construção, o consumo de água aproximado (L/m^3), com o valor do abatimento e Dmax dos agragados graudos (mm).

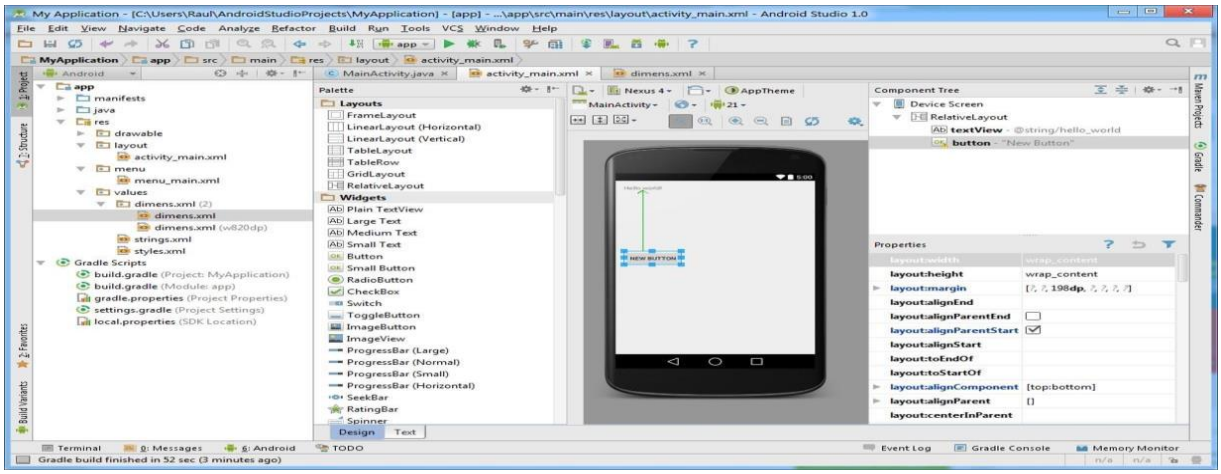
Com a tabela da relação MF e a dimensão máxima dos agregados (Dmax) (mm) é possível definir o consumo de brita para m^3, lembrando que a densidade compactada do agregado graúdo e normal, varia de região para região.

3 Metodologia

Inicialmente utilizou neste trabalho uma pesquisa bibliográfica em monografias de graduação, teses de doutorado, dissertações de mestrado, livros, publicações científicas, artigos dentre outros, com o propósito de promover um embasamento a respeito de todo contexto que envolve a evolução da engenharia civil, culminando no propósito final em demonstrar a inovação tecnológica relacionada à utilização de aplicativos, e especificamente um capaz de viabilizar cálculos relacionados aos traços de concreto.

A partir de então, a ideia foi transformar a lei de Abrams em um aplicativo de celular foi colocada em prática, sendo utilizado para a criação do app o Android Studio® (FIG 1), que é o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) oficial para o desenvolvimento de aplicativos Android® e é baseado no IntelliJ IDEA. Além do editor de código e das ferramentas de desenvolvedor, o Android Studio oferece ainda mais recursos para aumentar a produtividade do usuário.

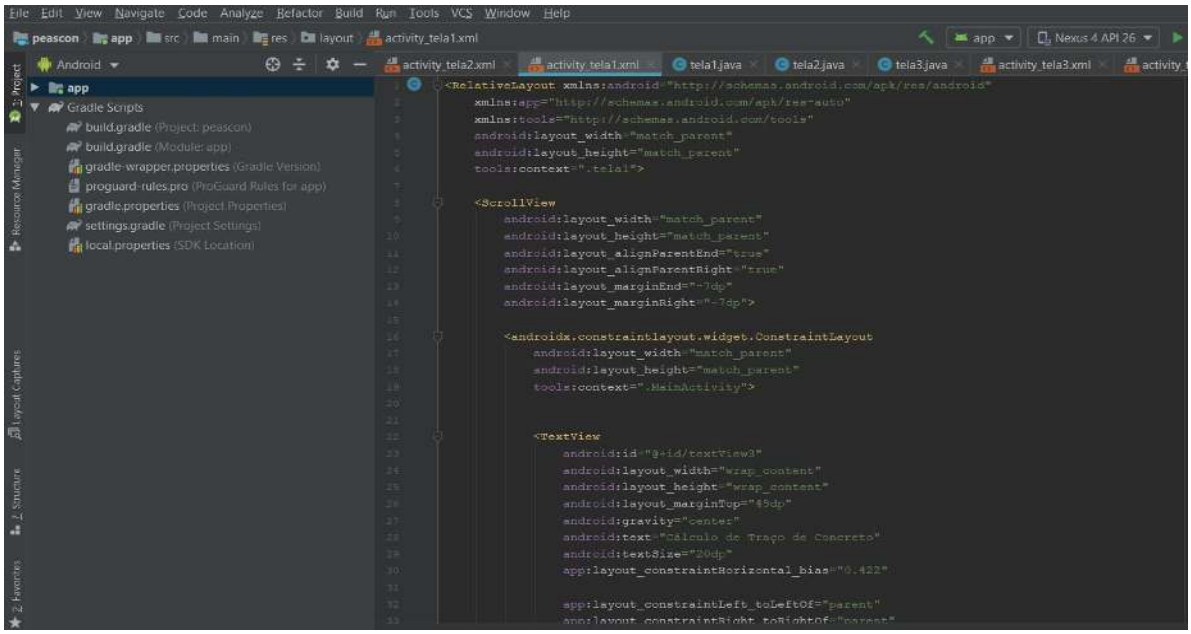
Figura 1 – Interface da página inicial do Android Studio



Fonte: O Autor, 2020.

Para codificar dos layouts do aplicativo que define a estrutura visual para a interface do usuário, foi utilizada a linguagem XML (FIG 2).

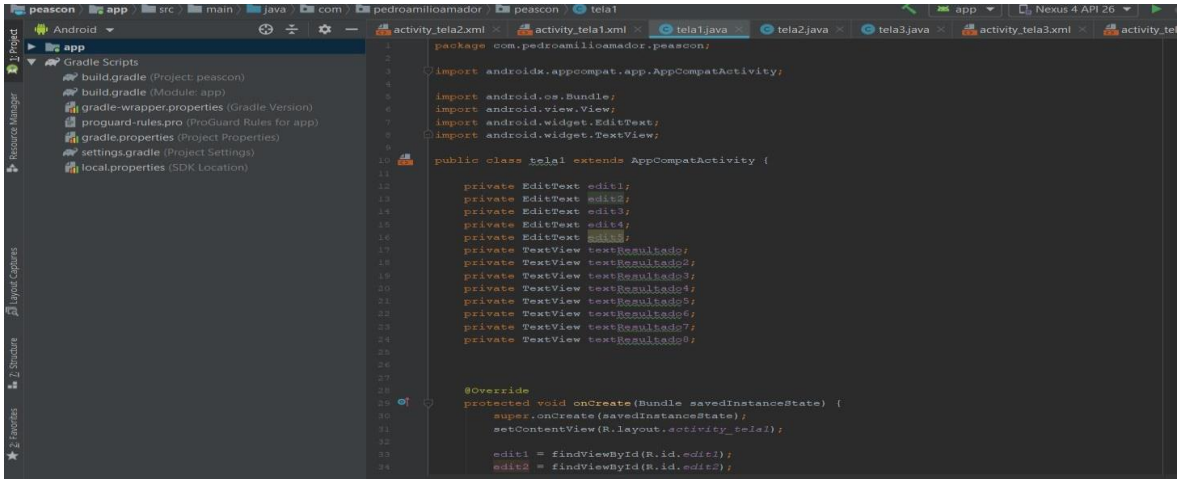
Figura 2 - Interface de escrita em XML



Fonte: O autor, 2020.

Para escrever o código previsto em cada ação com usuário foi utilizada a linguagem de programação Java Development Kit (JDK) (FIG. 3), que é totalmente personalizada para plataforma Android que é disponibilizada no SDK são as iniciais para Software Development Kit, onde contém diversas ferramentas que são utilizadas pelo IDE (Interface de Desenvolvimento) Android Studio.

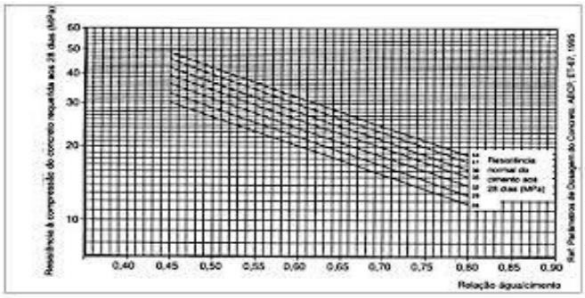
Figura 3 – Interface da escrita em JAVA



Fonte: O autor, 2020.

Para o desenvolvimento dos cálculos referente à funcionalidade do aplicativo, tomaram-se como referência as tabelas de Abrams (FIG 4):

Figura 4 – Gráfico curva de Abrams; Tabela MF; Tabela consumo de água.



Módulo de Finura da areia	Dimensão máxima característica do agregado graúdo $D_{máx}$ (mm)				
	9,5	19	25	32	38
1,8	0,645	0,77	0,795	0,82	0,845
2,0	0,625	0,75	0,775	0,8	0,825
2,2	0,605	0,73	0,755	0,78	0,805
2,4	0,585	0,71	0,735	0,76	0,785
2,6	0,565	0,69	0,715	0,74	0,765
2,8	0,545	0,67	0,695	0,72	0,745
3,0	0,525	0,65	0,675	0,7	0,725
3,2	0,505	0,63	0,655	0,68	0,705
3,4	0,485	0,61	0,635	0,66	0,685
3,6	0,465	0,59	0,615	0,64	0,665

Consumo de água aproximado (litros/m³)

Abatimento do trono de cone (mm)	Dimensão máxima característica do agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: Autor, 2020.

Depois de finalizado o Aplicativo, o mesmo é apresentado a seguir, juntamente com sua validação através dos cálculos.

4 Resultado e Discussão

4.1 O aplicativo *PEAS.Con: Visão geral

O aplicativo *PEAS.Con pode ser baixado através da Play Store. Está atualizado na versão 1.4 e possui 5,14 MB. Encontra-se registrado como um aplicativo para fins educacionais, para ensino de traços de concreto na área de Engenharia Civil.

A sua interface inicial (FIG.5) é simples e funcional, apresentado com clareza as opções de cálculo existente e as tabelas de referência.

Figura 5 – Interface inicial aplicativo *PEAS.Con

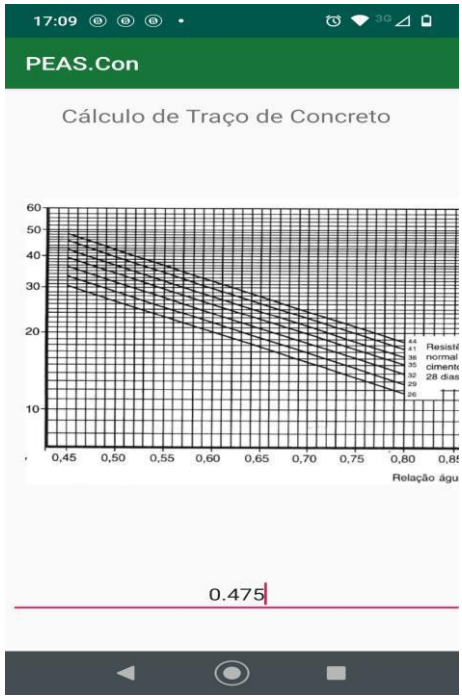


Fonte: autor, 2020

Exemplificando a utilização do app, toma-se de maneira hipotética que um engenheiro desejando finalizar uma das etapas de concretagem em sua obra, se depara com a necessidade de calcular um traço com a resistência de fck28= 34mpa, com abatimento de 90 □ 10mm e densidade máxima de 25mm.

Ao clicar na opção de cálculo de concreto método Abrams, é possível visualizar gráfico da Curva de Abrams com os fatores de relação água/cimento e campo para a inserção do fator escolhido, conforme a resistência indicada (FIG.6).

Figura 6 – Fator a/c – curva de Abrams



Fonte: O autor, 2020.

Logo após, conforme especificado a abatimento e a densidade máxima, de acordo com a tabela é possível preencher o valor do consumo de água aproximado (FIG 7).

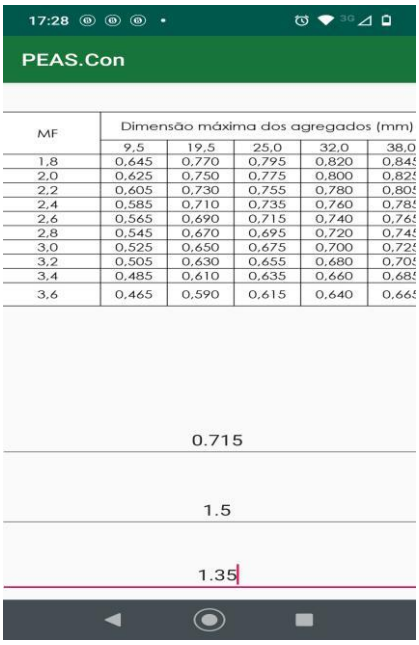
Figura 7 – Consumo de água



Fonte: O autor, 2020.

Definido o modo de finura do agregado (MF) em 2,6, a dimensão máxima dos agregados para o consumo de brita, conforme a tabela é de 0,715. A densidade compactada do agregado graúdo é 1,5 e a densidade normal do agregado graúdo é 1,35 (FIG. 8)

Tabela 8 – Dimensão Máxima dos agregados



Fonte: O autor, 2020.

Definidos os números é possível apresentar o cálculo do traço final para o tipo de concretagem que foi especificado (FIG.9).

Figura 9 – Resultado traço final



Fonte: O autor, 2020.

Conclusão

A engenharia civil evoluiu em todo o seu contexto, exigindo novos aprimoramentos para que a qualidade da construção acompanhasse as modificações naturais da sociedade moderna. As inovações da tecnologia impactaram de forma relevante na engenharia, com aplicação de ferramentas e recursos capazes de disseminar informações com rapidez e precisão.O aplicativo *PEAS.Con ao apresentar uma solução de cálculo para uma etapa da obra que necessita de agilidade e confiabilidade, demonstra que pode auxiliar efetivamente na execução dos serviços,

evitando perda de tempo, obtendo valores realistas e seguros, contribuído assim para a qualidade do processo construtiva.

A utilização de um aplicativo nestes moldes pode contribuir de maneira significativa para trabalhos na região local que envolva construções com apelo popular, pois se tratando de cálculos exatos de consumo, a economia dos materiais se torna um fator importante. Com o avanço frequente da tecnologia, exige a busca por novos equipamentos e ferramentas na área da engenharia, fator que corrobora para uma constante necessidade de atualização de novas pesquisas, seja para aprimorar as funcionalidades do aplicativo *PEAS.Con, ou mesmo para criar outros aplicativos com funções que promovam melhorias e eficácia para o processo construtivo.

Referências

ADDIS, B. **Edificação**: 3000 anos de projeto, engenharia e arquitetura. Ed 1. Porto Alegre:
Bookman, 2009. 640p

AGOSTINHO, Marcia. **Introdução à engenharia** / Marcia Agostinho, Dirceu Amorelli, Simone Ramalho. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Lexikon, 2015. 136 p.: il.; 28 cm. Inclui bibliografia ISBN 9788583000204 1. Engenharia – História. I. Amorelli, Dirceu. II. Ramalho, Simone. III. Título.

ALMEIDA, Mauricio Barcellos. Uma introdução ao XML, sua utilização na Internet e alguns conceitos complementares. **Ci. Inf**., Brasília, v. 31, n. 2, p. 5-13, maio/ago. 2002. Disponível em http://www.scielo.com.br. Acesso em 25 de junho de 2020.

BAZZO, Walter Antóni. **Introdução à engenharia:** conceitos, ferramentas e comportamentos / Walter António Bazzo, Luiz Teixeira do Vale Pereira. - Florianópolis: Ed.

da UFSC, 2006. Disponível em https://engeducs.files.wordpress.com/. Acesso em 15 de junho de 2020.

CARVALHO, R. C. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:**
segundo a NBR 6118:2014. 4 ed. São Carlos: Ed. ESFCar, 2015, 415p.

COUTO, José Antônio Santos et al. O concreto como material de construção. Cadernos de
Graduação - **Ciências Exatas e Tecnológicas** | Sergipe | v. 1 | n.17 | p. 49-58 | out. 2013.
Disponível em http://www.periodicos.set.edu.br. Acesso em 15 de junho de 2020.

CRESPO, C.C; RUSCHEL, R.C. **Ferramentas BIM:** um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. III Encontro de Tecnologia de informação e comunicação na construção civil. Porto Alegre, 2007.

DE LUCA, Marcelo Alexandre Siqueira et al. A Engenharia no contexto Social: Evolução e Desenvolvimento. **Gest. Tecnol. Inov**. Vol. 2 n. 1, 2018 Janeiro – Abril. Disponível em http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n4/Artigo1-n4-A-Engenharia-no-contexto-Social.pdf. Acesso em 18 de junho de 2020.

LONGO, Luís Filipe. **Desenvolvimento de um aplicativo de análise de estruturas reticuladas planas em plataforma Android**/ Luís Filipe Longo. – Florianópolis, 2015- 256
p.: il. (algumas color.); 30 cm.
Orientador: Rafael Holdorf Lopez Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/157041.
Acesso em 05 de junho de 2020.

NEVES, L. R. F.; MOURA, R. M. **O avanço de ferramentas tecnológicas e sua utilização no ensino e desenvolvimento de projetos.** Argentina: Egrafia, 2017.

PEREIRA, Aline Raquel. **Análise do uso das novas tecnologias na construção civil.**
Disponível https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_aline_revisado_1.pdf.
Acesso em 10 de junho de 2020.

PERES, Camila Abrahão. **Estudo do grau de modernização e mecanização nas obras de construção civil** – estudo de caso – cidade de Lorena / Camila Abrahão Peres – Guaratinguetá: [s.n], 2015. 60 f.: il. Bibliografia: f. 54 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em https://repositorio.unesp.br/handle/11449/139152.

QUEIRÓZ, Rudney C. **Introdução á engenharia civil:** noções sobre a história, importância, principais áreas, atribuições e responsabilidades da profissão (livro eletrônico), São Paulo: Blucher, 2019. Disponível em https://books.google.com. Acesso em 05 de junho de 2020.

RAVARA, Pedro Belo. **A consolidação de uma prática: do edifício fabril em betão armado nos EUA aos modelos europeus de modernidade**. 2008. Tese (Doutorado em Arquitectura) – Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008. Disponível em https://books.google.com. Acesso em 05 de junho de 2020.

REMY, F. **Novo perfil do engenheiro civil e os canteiros de obra**. 2011. Artigo publicado
no blog do engenheiro Fabio Remy. Disponível em:
http://engenheirofabioremy.blogspot.com/2011/06/novo-perfil-do-engenheiro-de-civil.html. Acessado em: 25 junho de 2020.

ROCHA, Ana Júlia Ferreira et al. **Engenharia, origens e evolução.** XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2007. Disponível em http://www.abenge.org.br/. Acesso em 05 de junho de 2020.

SABBAG, Paulo Yazigi. **Espirais do conhecimento:** ativando indivíduos, grupos e
organizações. São Paulo: Saraiva, 2007.

SANTOS, Roberto Eustáquio. **A armação do concreto armado no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia.** 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-84KQ4X. Acesso em 20 de junho de 2020.

SOARES, Marco Aurélio. **Aplicativo móvel para academia** [manuscrito] : estudo de
tecnologias e desenvolvimento. / Marco Aurélio Soares. - 2016. 70 f.: il. Orientador: Prof. Cristiano Santos Botelho Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto
Federal de Minas Gerais, Campus Sabará. Disponível em https://www.ifmg.edu.br/sabara/biblioteca/trabalhos-de-conclusao-de-curso/tcc-. Acesso em 20 de junho de 2020.

SOUZA, Flávia Ribeiro et al. O uso do software Revit na construção civil. **Anais VIII SIMPAC** – Volume 8, nº 1, Viçosa-MG, Jan-dez – 2016. Disponível em

https://academico.univicosa.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/714
.
Acesso em 20 de junho de 2020.

SILVA, Alisson Souza da. **Utilização do Software AutoCAD como Instrumento Didático para a Formação Acadêmica no Ensino de Engenharia**. VII Congresso brasileiro de engenharia da produção. Ponta Grossa, Brasil, 06 a 08 de dezembro de 2017. www.aprepro.org.br. Acesso em 25 de junho de 2020.

TUTIKIAN, Bernardo F; HELENE, Paulo. Dosagem de concretos de cimento Portland. **Concreto: Ciência e tecnologia**, 2011. Disponível em https://www.phd.eng.br. Acesso em 10 de junho de 2020.

CATULÉ, Pablo Fernandes et al. Estudo de verificação da viabilidade de captação e uso de água da chuva no município de Teófilo Otoni-MG. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 11, p. e6711438-e6711438, 2018.

GOMES, Jarbas Herinson Dias et al. Análise Comparativa Do Sistema Construtivo De Alvenaria Convencional E Sistema Construtivo De Alvenaria Estrutural Em Uma Casa Térrea Em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 2018.

SIQUEIRA, Rodrigo Alves et al. Análise Comparativa Entre O Concreto Usinado E O Concreto Produzido No Canteiro De Obra. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 20