

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

VICTOR GRAVA LEAL

**APLICATIVO MOBILE PARA CÁLCULO DE
MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**

BAURU
2017

VICTOR GRAVA LEAL

**APLICATIVO MOBILE PARA CÁLCULO ESTIMADO
DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva.

BAURU
2017

Leal, Victor Grava

L435a

Aplicativo mobile para cálculo de materiais para construção civil / Victor Grava Leal. -- 2017.

71f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP

1. Construção civil. 2. Cálculo de materiais. 3. Aplicativo. 4. Mobile. I. Silva, Elvio Gilberto da. II. Título.

VICTOR GRAVA LEAL

**APLICATIVO MOBILE PARA O CÁLCULO ESTIMADO DE
MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva.

Bauru, 14 de novembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. M.e Renan Caldeira Menechelli
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Silas Evandro Nachif Fernandes
Universidade do Sagrado Coração

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha família, aos meus amigos e colegas e ao meu orientador.

Resumo

A correta utilização de materiais de construção contribui para o não desperdício do mesmo. O projeto tem como objetivo desenvolver um aplicativo mobile para auxiliar na interação do profissional da área de construção e pessoas leigas sobre o assunto, visando dar acesso a qualquer pessoa a calcular materiais de construção. Para o desenvolvimento do software foi utilizado a plataforma Java, através do Android Studio e a ferramenta de modelagem de banco de dados Astah Community. O software conta com cálculos específico para cada material utilizado, além de mostrar os valores mais aproximados para que não haja desperdício. A aplicação desenvolvida disponibiliza a geração de vários cálculos para que o indivíduo consiga fazer a construção de determinado propriedade.

Palavras-chave: Construção civil. Cálculo de materiais. Aplicativo. Mobile.

Abstract

The correct use of construction materials contributes to the non-waste of the same. The project aimed to develop a mobile application to assist in the interaction of professionals in the field of construction and lay people on the subject, in order to give access to anyone to calculate construction materials. For software development, the Java platform was used through Android Studio, the database modeling tool Astah Community. The software has specific calculations for each material used, as well as showing the approximate values, so that there is no waste. The developed application provides the generation of several calculations so that the individual can build a certain property.

Keywords: Civil construction. Calculation of materials. App. Mobile.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, fé, coragem e forças para guiar-me nesta trajetória realizando mais um sonho.

Agradeço a minha mãe Thelma Regina Grava, meus avós Reynaldo José Grava e Nilza Baracat Grava, aos demais familiares e amigos Caio Costanzo, Gabriel Godoy Ura, Fabio Pina, Pedro Campos, Lucas Boiani, Matheus Cerqueira, João Carlos Senger Gabriel, Fabrizio Turtelli, Gabriel Campos e Gabriel Taddei pela compreensão, paciência e apoio.

Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva pelas dicas, dedicação em passar todos os conhecimentos e apoio, ao coordenador e Prof. M.e Patrick Pedreira Silva pela compreensão e cooperação quando precisamos de conselhos e aos demais professores do curso de Ciência da Computação.

Agradeço aos meus amigos de curso, Dylan Martins Janine de Andrade, Filipe Rosa da Silva, Leonardo Roberto Gazziro e Camila Pellizon Floret e aos demais colegas, onde compartilhamos nesses quatro anos, inúmeras experiências, desafios, superações e risadas.

“Um modelo é uma simplificação da realidade”.
(BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas do processo de produção	18
Figura 2 – As perdas segundo seu controle	19
Figura 3 - As perdas segundo seu momento de incidência e sua origem	23
Figura 4 - Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem	24
Figura 5 – Camadas da engenharia de software.....	28
Figura 6 – Defeito x erro x falha	34
Figura 7 - Modelo V descrevendo o paralelismo entre as atividades de desenvolvimento e teste de software	38
Figura 8 – Redes móveis	44
Figura 9 – Tela inicial para seleção do material a ser calculado.	48
Figura 10 – Tela de cálculo de materiais.....	49
Figura 11 – Tela de resultado após cálculo.....	50
Figura 11 – Tela de cálculo de tintas.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
3.1.1 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	14
3.2 CONCEITO DE PERDAS	15
3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS	17
3.3.1 AS PERDAS SEGUNDO SEU CONTROLE	17
3.3.2 AS PERDAS SEGUNDO SUA NATUREZA.....	18
3.3.3 AS PERDAS SEGUNDO SUA ORIGEM	20
3.4 O PAPEL DOS ÍNDICES DE PERDAS.....	21
3.5 SOFTWARE.....	24
3.6 ENGENHARIA DE SOFTWARE	25
3.6.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS.....	27
3.6.2 MODELAGEM.....	27
3.7 TESTE DE SOFTWARE	31
3.7.1 NÍVEIS DE TESTE DE SOFTWARE	35
3.7.2 Técnicas de teste de software	36
3.8 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	38
3.8.1 JAVA.....	39
3.9 BANCO DE DADOS.....	40
3.10 DISPOSITIVOS MÓVEIS.....	41
3.11 ARQUITETURA DE SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	44
3.12 INTERFACE HUMANO COMPUTADOR	44
3.13 TRABALHOS CORRELATOS.....	45
4 METODOLOGIA.....	47
4.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE.....	48
4.1.1 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE.....	50
4.1.2 AMBIENTE DE TESTE DE SOFTWARE.....	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52

5.1 FUNCIONAMENTO	52
6 TRABALHOS FUTUROS	54
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

A evolução da civilização exigiu que fossem desenvolvidas tecnologias para atender as necessidades da humanidade. Dentre elas destacam-se às relacionadas ao setor da construção civil, que no passado permitiu a construção de grandes obras como as pirâmides, pontes, cidades, entre outros monumentos. Nas últimas décadas do século passado, o setor da construção civil sofreu um salto significativo no que se refere aos avanços tecnológicos conseguidos pelo homem, em função da inserção da informática na cadeia produtiva desse setor.

No Brasil, a inserção de ferramentas computacionais nas obras civis ocorreu há mais de 30 anos, quando foram desenvolvidos programas para cálculo rotineiros da engenharia. Nessa época, os computadores eram máquinas de grande porte que ocupavam salas imensas, e não raramente, necessitava-se de outra sala para centralizar a equipe de perfuradores de cartões dos programas de computação.

Nos últimos anos com a “popularização” dos microcomputadores pessoais, mais conhecidos como PCs (Personal Computers), o setor da construção civil foi um dos que sofreu grande transformação: desenvolveram-se programas computacionais para executar grande quantidade de cálculos complexos, ensaios virtuais de protótipos para avaliação de projetos, etc., e mais recentemente, as ferramentas computacionais permitiram melhorar o desempenho organizacional das empresas projetistas e das construtoras, inserindo aspectos da qualidade, como fidelidade das informações, confiabilidade dos dados, rapidez na comunicação, entre outros.

Na fase da concepção de uma obra civil existem alguns serviços distintos os quais envolvem diferentes profissionais de diversas áreas como cliente, projetistas e engenheiros (executores). A troca de informação com qualidade e rapidez por estes profissionais, visando atingir os objetivos, torna-se importantíssima. Esse envolvimento requer um relacionamento contínuo para as necessidades da construção, como adequar e/ou modificar os projetos já elaborados, e principalmente no gerenciamento e gestão do projeto. É comum nessa fase da construção a distribuição das equipes técnicas: no canteiro de obras; nos escritórios do projetista, da construtora e da empresa empreendedora. Com o advento da rede internet abriu-se grande oportunidade para melhorar a comunicação entre esses profissionais, e para viabilizar a interação entre eles desenvolveram-se programas computacionais com protocolo de comunicação. O uso desta nova ferramenta de comunicação se

deu em diferentes campos, sendo um deles o da Engenharia Civil que com a necessidade em aumentar a eficiência das empresas e dos profissionais, rapidamente, incorporou-a no dia-a-dia dos trabalhos da construção civil. É nesse contexto que se configura a proposta deste trabalho, o desenvolvimento de um aplicativo mobile para cálculo estimado de materiais para a construção civil com o objetivo de reduzir gastos e o desperdício de insumos.

No setor do mercado a competitividade entre as empresas é um fato que está obrigando uma reestruturação no modo gerencial das mesmas, o qual, frente a um mercado consumidor cada vez mais exigente quanto à qualidade, deve visar rapidez, preço, confiabilidade, flexibilidade e qualidade através do aumento da produtividade.

Segundo Lantelme (1994), no mundo inteiro, novas relações econômicas estabelecem uma maior competitividade entre as empresas. Assim, frente a um mercado cada vez mais exigente quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos pela indústria, crescem as atenções para com a melhoria do desempenho das empresas na área da construção civil, principalmente, quanto à qualidade e produtividade. O aumento da produtividade é hoje condição essencial para a sobrevivência de uma empresa nos mercados nacional e internacional.

Em particular, a Construção Civil carece de instrumentos próprios para a mensuração e avaliação da produtividade, que permitam discussões objetivas e favoreçam o aprimoramento dos processos construtivos. (Ibidem. p. 15).

Campos (1992) aponta como princípio básico para o se atingir qualidade e produtividade “falar, racionar e decidir com dados e com base em fatos”, ressaltando a necessidade de ‘tomar decisões em cima de dados e fatos concretos, e não com base na experiência, bom senso, intuição ou coragem’.

Diversos estudos sobre o gerenciamento da construção civil consideram a precariedade de planejamento e controle de custos, prazos e qualidade na construção civil como uma das causas da baixa eficiência e gerenciamento das empresas da construção civil, e apontam que isto decorre, em grande parte, das deficiências do processo, coleta de dados e retroalimentação de informações.

“Estas considerações vêm que a utilização de informações na tomada de decisão é praticamente inexistente nas empresas de construção civil.” (HARRIS; McCAFFER, 1997; SCOMAZZON, 1987; LEDBETTER et al., 1989; PICHI, 1993 citado por LANTELME, 1994, p. 15). Observam-se no setor da construção algumas

experiências na implantação de programas de racionalização, eliminação de desperdícios, melhoria de qualidade e produtividade, caracterizando-se por uma maior integração dos elementos do processo de produção, principalmente o humano, atuando nas diversas fases do processo produtivo, não somente na fase de produção. (PICCHI, 1993; FARAH, 1993); SOUZA; FORMOSO, 1992 citado por JUNIOR, 1996). No entanto, Farah (1993) ressalta que as mudanças implementadas não se dão de forma homogênea em todo o setor, variando segundo o segmento de mercado, o regime de construção adotado, e o perfil da empresa.

A facilidade de ter um software que faça os cálculos estimados de materiais de construção na palma da sua mão (através de um aparelho celular) faz com que a velocidade de resposta do responsável pelos cálculos para o cliente, seja realizada de maneira mais rápida e dinâmica. Além do que a utilização de dispositivos móveis nos meios de trabalhos esta cada vez mais sendo utilizada por empresas e profissionais de diversas áreas. Por isso, a proposta deste projeto é desenvolver um aplicativo mobile para cálculo estimado de materiais para a construção civil com o objetivo de reduzir gastos e o desperdício de insumos na construção civil.

2 OBJETIVOS

Nas seções seguintes será apresentado o objetivo geral e os específicos desta proposta.

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um aplicativo mobile para cálculo estimado de materiais para a construção civil com o objetivo de reduzir gastos e o desperdício de insumos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desenvolver uma pesquisa bibliográfica sobre materiais básicos da construção civil;
- b) Aprofundar-se no conhecimento específico do cálculo;
- c) Planejar o software e fazer a sua modelagem utilizando a Linguagem de Modelagem Unificada - UML;
- d) Fazer uma revisão bibliográfica e aprofundar conhecimentos sobre a arquitetura de um software para dispositivos móveis;
- e) Programar todas as variáveis necessárias que o cálculo utiliza, no sentido de deixar o cálculo e a estimativa com maior exatidão e confiabilidade.
- f) Desenvolver o programa em uma interface clara e de fácil utilização utilizando a linguagem de programação Java;
- g) Armazenar no banco de dados, em SQLite, o histórico de cálculos para utilizar-se com um indicador nos próximos trabalhos.
- h) Testar o software com estudantes e profissionais da área da construção civil.
- i) Promover a divulgação da experiência e resultados obtidos em eventos técnicos e científicos, publicações correlatas, e participar do Congresso Anual de Iniciação Científica e Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da USC.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é uma área muito conhecida por todos, ela tornou-se muito popular no Brasil pelo seu crescimento muito forte, por volta dos anos de 1970 (mil novecentos e setenta) e 1980 (mil novecentos e oitenta).

A construção é a execução de um projeto previamente elaborado, seja ele de qualquer segmento, seja ele civil, artístico, entre outros. A execução é responsável por todas as partes do processo desde a fundação, até seu acabamento, sempre tendo em vista o processo pré-elaborado e respeitando as normas e técnicas da construção. (MINISTERIO DA EDUCACAO, MEC, 2000).

O termo reforma é um termo que ouvimos muito ultimamente, ele é utilizado quando a pessoa quer fazer qualquer tipo de ampliação, inovação ou restauração, esse termo corresponde a uma pintura, a troca de um piso ou a ampliação de uma área do imóvel, seja ele em qualquer âmbito comercial, industrial ou residencial. (PELACANI, 2010).

Arquitetos e engenheiros civis atuam ativa e diretamente na construção civil, ambos, em colaboração com os demais profissionais, são responsáveis pela confecção das obras que estamos acostumados em ver, casas, prédios, pontes.

A maioria dos setores vem se automatizando para melhorar sua produtividade, diminuir custos e aperfeiçoar possíveis falhas, porém toda regra possui sua exceção e com a construção civil não é muito diferente disso. Um estudo realizado pelo MEC (Ministério da Educação), e publicado em 2010, demonstrou que essa área não vem apresentando um grau alto de automação e modernização de seus processos construtivos. (MINISTERIO DA EDUCACAO, MEC, 2000).

3.1.1 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O setor da construção civil foi um dos principais fatores responsáveis pela crise norte americana, que eclodiu no fim de 2008. A recessão econômica mundial teve pouco impacto nos planos de infraestrutura de países que estavam em desenvolvimento como o Brasil. Pudemos notar esse fato pela continuidade dos programas de inclusão de moradia e desenvolvimento social realizado pelo governo,

entre esses projetos podemos citar: Minha Casa Minha Vida e o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento). (BNDES, 2013).

O principal efeito da crise que atingiu o Brasil foi à diminuição do acesso ao crédito privado, o que dificultou o financiamento de imóveis. Para combater essa diminuição de crédito, o país adotou várias medidas, entre elas a desoneração tributária de alguns materiais de construção, o que facilitou aos técnicos e responsáveis da área executarem e continuarem com seus projetos pré-estabelecidos.

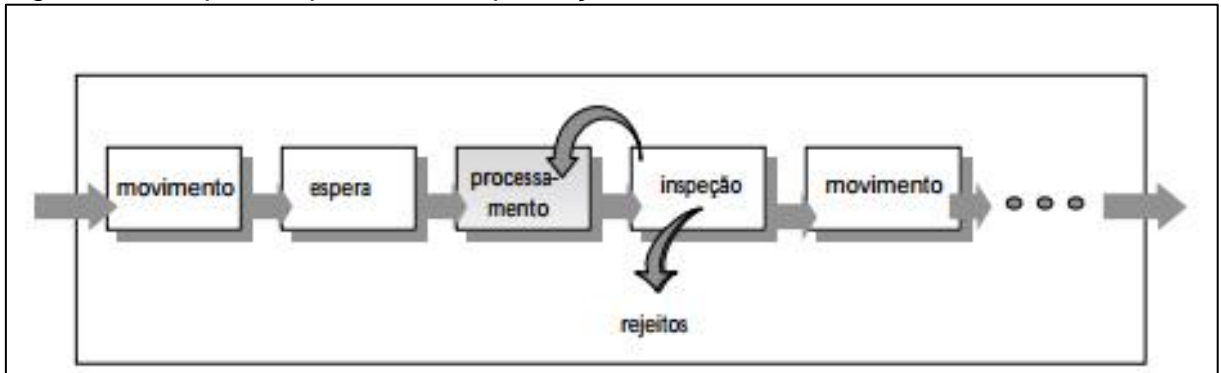
3.2 CONCEITO DE PERDAS

O conceito de perdas na construção civil é, com frequência, associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. Tais perdas são consequência de um processo de baixa qualidade, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente.

Para a melhor compreensão deste conceito, segundo Formoso et al. ([200?]) deve-se conhecer a natureza das atividades que compõem o processo de produção. Um processo pode ser entendido como um fluxo de materiais e informações desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera. Assim, as atividades componentes de um processo podem ser classificadas em duas principais categorias (Figura 1):

- (a) Atividades de conversão: envolvem o processamento dos materiais em produtos acabados.
- (b) Atividades de fluxo: relacionam-se às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais.

Figura 1 – Etapas do processo de produção



Fonte: Koskela (1992 citado por Formoso et al. ([200?]))

São as atividades de conversão que normalmente agregam valor ao produto, ou seja, transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes. Entretanto, nem toda a atividade de conversão agrega valor ao produto. Por exemplo, a necessidade de retrabalho indica que se executou uma atividade de conversão sem agregar valor.

As novas filosofias de produção indicam que a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo. (KOSKELA, 1992). Por exemplo, quando se desenvolve uma inovação tecnológica na construção deve-se eliminar ao máximo a necessidade de atividades de transporte, espera e inspeção de materiais. É óbvio que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. (FORMOSO et al., [200?]).

Existem diversas atividades que não agregam valor as quais são essenciais à eficiência global dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança. Na construção civil, a literatura internacional indica que as atividades que agregam valor correspondem, em média, a um terço do tempo total gasto pela mão de obra, podendo atingir valores da ordem de 55 a 60% apenas para algumas atividades específicas, como a execução de alvenaria. (FORMOSO et al., [200?]).

Mesmo na indústria da transformação, valores da ordem de 60% dos tempos gastos em atividades que agregam valor são considerados excepcionalmente altos. Em que pese a sua importância, as atividades de fluxo são frequentemente negligenciadas no processo de produção de edificações. Em geral, não são devidamente analisadas nas tarefas de orçamento e planejamento e nas iniciativas

de melhorias de processo. O esforço para melhoria do desempenho na construção civil deve considerar o conceito mais amplo de perdas, isto é, visar à minimização do dispêndio de quaisquer recursos que não agregam valor ao produto, sejam eles vinculados às atividades de conversão ou fluxo. (FORMOSO et al., [200?]).

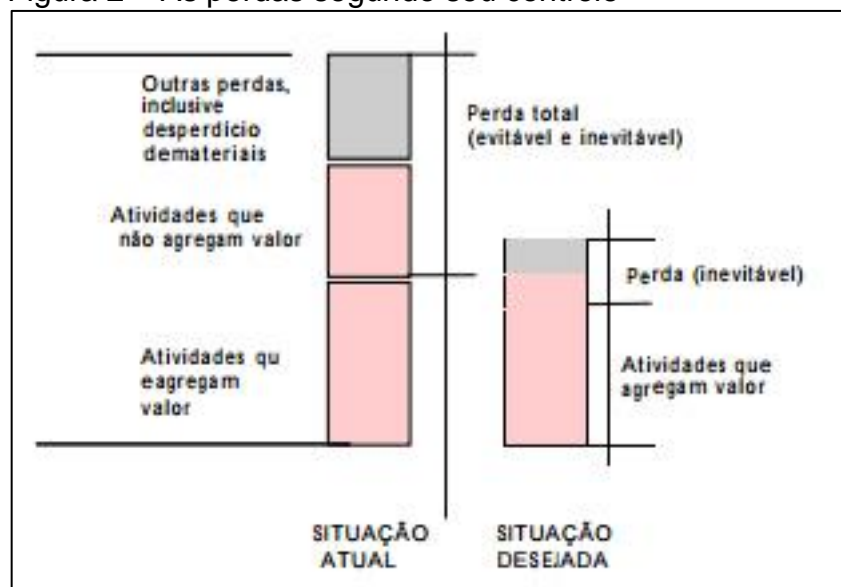
3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS

Para reduzir as perdas na construção é necessário conhecer sua natureza e identificar suas principais causas.

3.3.1 AS PERDAS SEGUNDO SEU CONTROLE

Tendo como objetivo identificar os insumos mais representativos em termos de construção civil, tem-se a definição de perdas: ato ou efeito de perder; diminuição; decréscimo. A Figura 2 compara duas situações de um mesmo processo. Na primeira, a perda total, que engloba as atividades que não agregam valor, é elevada. Na situação desejada, melhora-se a eficiência das atividades que agregam valor, elimina-se uma parcela das atividades que não agregam valor, e reduzem-se as demais perdas.

Figura 2 – As perdas segundo seu controle



Fonte: Formoso et al. ([200?]).

Formoso et al. ([200?]) destacam que pode-se admitir que existe um nível aceitável de perdas (perda inevitável) que só pode ser reduzido através de uma mudança significativa no patamar de desenvolvimento tecnológico e gerencial da empresa. Considerando este pressuposto, as perdas podem ser classificadas da seguinte forma:

- (a) Perdas inevitáveis (ou perda natural): correspondem a um nível aceitável de perdas, que é identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada. O nível de perdas considerado inevitável pode variar de empresa para empresa e mesmo de obra para obra, dentro de uma mesma empresa, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma.
- (b) Perdas evitáveis: ocorrem quando os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção. É consequência de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são empregados inadequadamente.

Não se pode afirmar que existe, para cada material, um percentual único de perdas que pode ser considerado inevitável para todo o setor. Existem diversos valores, os quais dependem do nível de desenvolvimento gerencial e tecnológico da empresa. A competitividade da empresa é alcançada na medida em que a organização persegue a redução de perdas continuamente.

3.3.2 AS PERDAS SEGUNDO SUA NATUREZA

A classificação adotada neste trabalho partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), adaptando-o para a construção civil. Nove categorias de perdas são identificadas:

- (a) Perdas por superprodução: refere-se às perdas que ocorrem devido à produção em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo: produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.

- (b) Perdas por substituição: decorrem da utilização de um material de valor ou características de desempenho superiores ao especificado, tais como: utilização de argamassa com traços de maior resistência que a especificada, utilização de tijolos maciços no lugar de blocos cerâmicos furados.
- (c) Perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto perdas de mão de obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.
- (d) Perdas por transporte: as perdas por transporte estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente, como, por exemplo: tempo excessivo despendido em transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho, quebra de materiais devido ao seu duplo manuseio ou ao uso de equipamento de transporte inadequado.
- (e) Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. São exemplos deste tipo de perdas: quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações; quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos.
- (f) Perdas nos estoques: estão associadas à existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na orçamentação, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição dos mesmos. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital, como por exemplo: custo financeiro dos estoques,

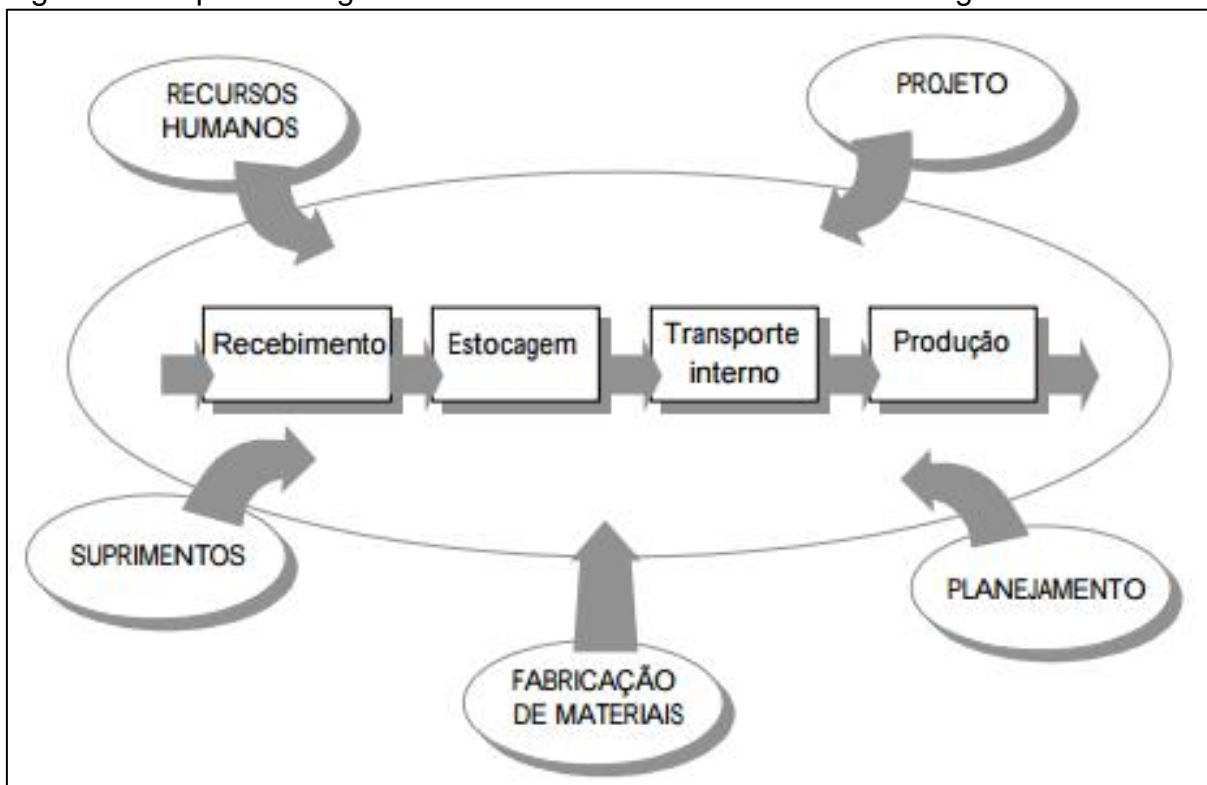
deterioração do cimento devido ao armazenamento em contato com o solo e ou em pilhas muito altas.

- (g) Perdas no movimento: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc. São exemplos deste tipo de perda: tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma sequência adequada de atividades; esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
- (h) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo; da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo: falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
- (i) Outras: existem ainda tipos de perdas de natureza diferente dos anteriores, tais como roubo, vandalismo, acidentes, etc.

3.3.3 AS PERDAS SEGUNDO SUA ORIGEM

As perdas mencionadas em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Contudo, sua origem pode estar tanto no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projeto, suprimentos e planejamento (Figura 3).

Figura 3 - As perdas segundo seu momento de incidência e sua origem



Fonte: Formoso et al. ([200?]).

A Figura 4 ilustra um conjunto de exemplos de perdas, indicando a sua natureza, origem e momento de incidência.

3.4 O PAPEL DOS ÍNDICES DE PERDAS

Os índices de perdas cumprem um importante papel de indicadores de desempenho dos processos produtivos e, como tal, podem ser empregados para diferentes finalidades. A utilização mais comum dada aos índices de perdas de materiais na construção civil tem sido apenas chamar a atenção para o baixo desempenho global do setor construção em termos de qualidade e produtividade.

Entretanto, Formoso et al. ([200?]) destacam que esta não é a principal função dos indicadores de desempenho. Existem outras finalidades, mais construtivas, que possibilitam aos mesmos contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento do setor.

Figura 4 - Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem

NATUREZA	EXEMPLO	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle
Substituição	Utilização de tijolos à vista em paredes a serem rebocadas	Produção	Suprimentos: falta do material em canteiro por falha na programação de compras
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de material	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras
Transporte	Duplo manuseio	Recebimento, Transporte, Produção	Gerência da obra: falha no planejamento de locais de estocagem
Processamento	Necessidade de refazer uma parede por não atender aos requisitos de controle (nível e prumo)	Produção	Planejamento: falhas no sistemas de controle Recursos Humanos: falta de treinamento dos operários
Estoques	Deterioração do cimento estocado	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias de entre postos de trabalho no andar	Produção	Gerência da obra: falta de planejamento das seqüência de atividades
Elaboração de produtos defeituosos	Desníveis na estrutura	Produção, Inspeção	Projeto: falhas no sistema de fôrmas utilizado

Fonte: Formoso et al. ([200?]).

Ainda segundo o autor, um indicador pode ter a função de visibilidade, ou seja, demonstrar o desempenho atual de uma organização, indicando seus pontos fortes ou fracos ou chamando a atenção para suas disfunções. Este tipo de avaliação permite estabelecer prioridades em programas de melhoria da qualidade, indicando os setores da empresa nos quais intervenções são mais importantes ou viáveis.

A segunda função de um indicador é o controle de um processo em relação a um padrão estabelecido. A partir da elaboração de um planejamento, o monitoramento de um indicador ao longo do tempo permite avaliar o desempenho do

processo, identificando desvios e corrigindo a tempo as causas dos mesmos. (FORMOSO et al. ([200?])).

O autor enfatiza que um indicador é um instrumento indispensável para o estabelecimento de metas ao longo de um processo de melhoria contínua, componente indispensável de um programa para melhoria da qualidade. Este tipo de medição visa a identificar as oportunidades de melhorias e verificar o impacto de intervenções no processo.

Por fim, os indicadores de desempenho cumprem um papel fundamental na motivação das pessoas envolvidas no processo. Sempre que uma melhoria está sendo implantada é importante que um ou mais indicadores de desempenho associados à mesma sejam monitorados e sua evolução amplamente divulgada na organização. Neste sentido, um projeto de melhoria visando à redução de perdas de materiais poderia inclusive ser empregado como um instrumento de marketing interno para um programa da qualidade. (FORMOSO et al. ([200?])).

Em conformidade com o autor citado, a incidência de perdas deve ser monitorada através de diversos indicadores, os quais podem ou não ser relacionados aos desperdícios de materiais. Entre os diversos indicadores de perdas na construção civil, podem ser citados como exemplos os seguintes:

- (a) percentual de material adquirido em relação à quantidade teoricamente necessária;
- (b) espessura média de revestimentos de argamassa;
- (c) tempo de rotação de estoques;
- (d) percentual de tempos improdutivo em relação ao tempo total;
- (e) horas-homem gastas em retrabalho em relação ao consumo total, etc.

Cada processo, em geral, necessita de um ou mais indicadores para ter o seu desempenho avaliado.

Quando se mede um indicador de perdas é necessário ter valores de referência ou benchmarks para avaliar o desempenho em relação a outras perdas. Neste sentido, ao se divulgar um indicador de perdas, deve-se explicitar claramente o seu significado, isto é, o conceito adotado e o método de cálculo e os critérios de medição utilizados. É também necessário identificar as causas reais (não as

aparentes) dos problemas que resultam em perdas, de forma a atuar de forma corretiva.

3.5 SOFTWARE

O conceito mais geral de software compreende todo o conjunto de programas, procedimentos, dados e documentação associados a um sistema de computador, e não somente ao programa em si. (PFLEEGER, 2007).

Software pode ser entendido como uma sequência de instruções para serem interpretadas, seja ela para executar tarefas específicas ou não. Ele também pode ser definido como um programa responsável pelo funcionamento de um computador ou determinada rede de computadores.

Em um computador, o software pode ser classificado como a parte lógica que tem como principal função fornecer instruções para o hardware. Hardware é toda e qualquer parte física que constitui um computador, por exemplo, memória, CPU e dispositivos de entrada e saída (mouse, teclado, monitor, entre outros) são considerados como hardware. (PRESSMAN, 2011).

O software de computador é um produto que profissionais da área de tecnologia desenvolvem, e esses profissionais são responsáveis por dar suporte a longo prazo para esse sistema. O software é mais um elemento do sistema lógico do que físico, de modo geral, consiste em instruções que, quando executadas, satisfaçam o esperado, tendo as funções, características e desempenho desejado. (PRESSMAN, 2011).

De acordo com Oliveira (2010), os softwares podem ser divididos em dois grandes grupos ou tipos: software de sistema e software de aplicação. Existem também outras categorias de software como: software embutido ou embarcado, software como serviço. Porém os principais e mais importantes para o funcionamento do computador serão abordados a seguir:

- a) Software de Sistema: são aqueles programas utilizados para dar funcionamento ao sistema, como por exemplo: linguagens de programação, compiladores, sistema operacional.
- b) Software aplicativo: São os programas utilizados para execução de tarefas específicas, como por exemplo, os navegadores de internet - Google Chrome, Firefox e Internet Explorer.

- c) Software de programação: são softwares usados para criar outros programas, a partir de uma linguagem de programação, como Java, PHP, Pascal, C+, C++, entre outras;
- d) Software de tutorial: são programas que auxiliam o usuário de outro programa, ou ensina a fazer algo sobre determinado assunto;
- e) Software de jogos: são softwares usados para o lazer, com vários tipos de recursos;
- f) Software aberto: É qualquer dos softwares acima, que tenha o código fonte disponível para qualquer pessoa.

3.6 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Os softwares se fazem presentes nas mais diversas áreas de atuação da humanidade, e a busca por esses programas é a cada dia maior, e por sua vez, os usuários desses softwares buscam funcionalidades específicas e sugerem diversas modificações, de forma que ao criá-lo ou modificá-lo, uma vasta gama de pedidos dos mais variados tipos é feita, e nem sempre eles são compatíveis entre si, e em geral não costumam retratar a verdadeira raiz do problema a ser resolvido, dessa forma é de grande importância estudar, analisar e compreender os problemas e pedidos antes de desenvolver uma solução de software. (PRESSMAN et al., 2011).

Os requisitos para a construção de um software tornam-se cada vez mais complexos, enquanto que as empresas, órgãos e organizações precisam a cada dia mais dele para se manterem “vivos” no mercado se considerarmos a grande quantidade de informações necessárias para manter a competitividade, e ao mesmo tempo tomar decisões mais sábias nos devidos momentos. Com isso a necessidade de modificações no software para se adequar ao cenário atual faz-se necessária, e, portanto, além do software ter de atender a todas as necessidades dos usuários fornecendo todas as informações necessárias, ele precisa ser passível de manutenção. (PRESSMAN et al., 2011).

Com todas essas exigências para construir e manter um software surge à engenharia de software, a qual se torna muito importante para o sucesso dos projetos. Pressman (2011) define a engenharia de software como sendo

[...] o estabelecimento e o emprego de sólidos princípios de engenharia de modo a obter software de maneira econômica, que seja confiável e funcione de forma eficiente em máquinas reais. (PRESSMAN, 2009, p.39).

Apesar da definição apresentada por Fritz Bauer (PRESSMAN, 2009) na conferência sobre engenharia de software, muitos aspectos não são citados, como a qualidade, satisfação do cliente e tempo de entrega. Assim como qualquer engenharia, o principal fundamento da engenharia de software deve ser a qualidade, e essa qualidade é obtida a partir das camadas que podem ser visualizadas na Figura 5, conforme destacam Pressman et al. (2011).

Figura 5 – Camadas da engenharia de software



Fonte: Pressman (2011, p. 39).

A seguir serão apresentadas as definições de cada camada ilustrada na Figura 2 em conformidade com Pressman et al. (2011).

A base da engenharia de software é o foco na qualidade, o aprimoramento contínuo dos processos leva a uma cultura que preza pela qualidade do software.

A camada de processos é de extrema importância para a engenharia de software, pois é ela que possibilita desenvolver softwares de forma racional e dentro do prazo. Por sua vez, também define a metodologia que será utilizada para entrega efetiva do software, controle do projeto e produção de produtos derivados como modelos, dados, manuais, relatórios e etc.

Os métodos da engenharia constituem a parte técnica do desenvolvimento de software, como o levantamento de requisitos, modelagem de projeto, construção do software, testes e etc.

As ferramentas auxiliam os métodos e processos, facilitando sua execução e melhorando a qualidade de sua execução.

3.6.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Ainda, segundo o autor (Pressman), o levantamento de requisitos é uma parte do processo de desenvolvimento de software que consiste em conversar com o cliente, a fim de definir quais serão as funções que o sistema deve executar, e como elas devem ser executadas, compreendendo o objetivo do projeto.

A etapa do levantamento de requisitos é de extrema importância devido a ter grande participação no sucesso do projeto. É preciso saber tudo o que o cliente precisará para atendê-lo da maneira mais adequada, portanto, quando essa etapa é realizada com qualidade muitos problemas futuros são evitados, como por exemplo, a necessidade de reconstrução de um módulo do software porque o problema do cliente não foi entendido em sua totalidade, ou foi entendido de forma incorreta.

A grande complexidade dessa etapa fica por conta do cliente não possuir conhecimento técnico, dessa forma o profissional que executa esta etapa tem que atentar-se muito, e levantar a maior quantidade de informações possíveis, para assim “traduzir” as reais necessidades do cliente/usuário, e como elas devem ser projetadas para atenderem em sua totalidade, e conseqüentemente garantir a satisfação do usuário final.

3.6.2 MODELAGEM

A modelagem é uma técnica amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento humano. Para a construção de uma casa, prédio, avião, carro, levantamento/elucidação de requisitos, e muitas outras coisas são criados modelos, esse modelo nada mais é que uma simplificação da realidade. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON et al., 2005).

Os modelos podem ser das mais variadas formas, ou seja, apresentando o nível de detalhamento desejado para o momento, e isso possibilita ao profissional que fará a construção do software ter uma visão geral do mesmo, possibilitando a previsão de falhas, reaproveitamento de código, simplificação de código e varias outras vantagens. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON et al., 2005).

Para os autores, os modelos são construídos para compreendermos melhor o sistema que será projetado/desenvolvido. Os autores ainda destacam que, a partir da modelagem é possível se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Os modelos ajudam a visualizar o sistema como ele é ou como desejamos que ele seja;
- b) os modelos permitem especificar a estrutura ou o comportamento de um sistema;
- c) os modelos proporcionam um guia para a construção do sistema;
- d) os modelos documentam as decisões tomadas.

Como pode ser observado, os modelos podem ser criados para as mais diversas funções, dentre as quais: construção da interface do software, camada de dados, sequência de ações e outros. Essas medidas levam um projeto a ter maiores chances de sucesso, e por isso serão adotadas para o desenvolvimento desta proposta.

3.6.2.1 UML

Na área de Engenharia de Software, a Linguagem de Modelagem Unificada (do inglês, **UML** - *Unified Modeling Language*) é uma linguagem de modelagem que permite representar um sistema de forma padronizada. A seguir serão apresentados o histórico e a definição da UML.

3.6.2.1.1 HISTÓRICO

Desde o começo dos primeiros conceitos sobre orientação a objetos, diversos métodos de modelagem de software foram apresentados, chegaram a incrível marca de mais de 50 no período de 1989 a 1994. Porém nenhum conseguiu uma grande fama e sucesso. (MELO, 2004).

Ainda segundo o autor, com o passar do tempo e sem nenhum método ainda se tornado um grande método de sucesso, pairava e acirrada a competição entre eles. No começo dos anos 1990, os métodos que mais se destacavam no mercado eram: Booch'93, OMT-2, OOSE. Cada método tinha seu ponto forte, porém nenhum dos três tinha algo que satisfizesse a necessidade de todos. Então os três criadores dos métodos que despontavam no mercado decidiram unir forças para criar um método único, dando fim à “guerra dos métodos”.

Melo (2004) ainda completa, que em outubro de 1994, James Rumbaugh deixou a General Electric e se juntou a Grady Booch na Rational Software, e finalmente em outubro de 1995 lançaram publicamente o rascunho de seu “Método Unificado”, como foi chamado na época. Em junho de 1996 os criadores então lançaram uma nova versão de seu método, que passou a se chamar UML – Unified Modeling Language.

3.6.2.1.2 DEFINIÇÃO DA UML

A UML (*Unified Modeling Language*) ou Linguagem de Modelagem Unificada é uma linguagem destinada a visualizar, especificar, construir e documentar sistemas complexos. Podemos dizer que o UML é uma linguagem visual, pois a partir dos modelos gerados é feita a construção do código do programa. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON et al., 2005).

A UML consiste em uma parte do desenvolvimento de software, a qual faz parte na modelagem, pois é através dela que podemos criar diversos modelos para as mais diversas funções de um software, como por exemplo, a interação do ser humano com a interface, o modelo de dados, as funções que o software deve desempenhar, as telas que interligam os módulos e etc. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON et al., 2005).

A UML é utilizada tanto na construção de sistemas simples até os mais complexos, dentre os quais podemos citar: telecomunicações, serviços bancários, venda e varejo, científicos, entre outros. Entretanto a UML não fica restrita só a modelagem de software, ela permite modelar sistemas como fluxos de trabalho, a estrutura e o comportamento de um sistema de saúde e seu projeto de hardware, etc. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON et al., 2005).

3.6.2.1.3 DIAGRAMAS DA UML

O diagrama nada mais é do que a representação gráfica de um conjunto de elementos, na maioria das vezes representadas como gráficos através de vértices (itens) e arcos (relacionamentos). Eles são desenhados para permitir uma visualização do sistema sob perspectivas diferentes, dessa maneira um diagrama constitui uma projeção de determinado sistema (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Na teoria, um diagrama pode conter qualquer combinação de itens e relacionamentos. Na prática, porém, aparecera um pequeno número de combinações comuns, que são consistentes com as cinco visões úteis da arquitetura de um sistema complexo de software. (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006, p. 26).

De acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (2006), os diagramas que compõem a UML são:

- a) Diagrama de Classe: Exibe um conjunto de classes, interfaces e colaborações, assim como seus relacionamentos. É o diagrama mais utilizado e mais importante da UML e serve como apoio para a maioria dos outros diagramas.
- b) Diagrama de Objetos: É diretamente associado ao diagrama de classe. Exibe o conjunto de objetos e seus relacionamentos em um momento da execução do software.
- c) Diagrama de Componentes: Diagrama diretamente relacionado à linguagem de programação que será utilizada para desenvolver um sistema modelado. São importantes para criar grandes sistemas a partir de partes menores.
- d) Diagrama de Casos de Uso: Exibe um conjunto de casos de uso, atores e relacionamentos, sendo usado principalmente nas fases iniciais, no levantamento e análise de requisitos do sistema. Utiliza de uma imagem simples para que os usuários possam ter uma ideia de como o sistema irá se comportar.
- e) Diagrama de Sequência: Diagrama que tem como principal objetivo sequenciar a ordem em que as mensagens serão trocadas e exibidas entre os objetos envolvidos no processo. Exibe uma visão dinâmica do sistema.
- f) Diagrama de Comunicações: Muito similar ao diagrama de sequência, sua diferença é a ênfase esta na organização estrutural dos objetos ou dos papéis que recebem e enviam as mensagens.
- g) Diagrama de Gráficos de Estado: Acompanha as mudanças sofridas por um objeto dentro de um determinado processo.

- h) Diagrama de Atividades: Descreve os passos que devem ser seguidos para a conclusão de determinada atividade, dando ênfase ao controle desse processo.
- i) Diagrama de Implantação: Determina a necessidade de hardware do sistema, os protocolos, todos os componentes físicos necessários, tanto para a implantação, quanto para a execução dos componentes do sistema.
- j) Diagrama de Pacote: Mostra os subsistemas englobados por um sistema, determinando suas características e as partes que o compõem. Pode associar-se a outros diagramas ou trabalhar de forma independente.
- k) Diagrama de Temporização: Responsável por descrever as mudanças no estado ou nas instancias por um determinado tempo. Usado para demonstrar as mudanças de estado de um objeto em resposta aos eventos externos.
- l) Diagrama de Visão Geral da Interação: É uma variação do diagrama de atividades, porém esse fornece uma visão ampla de um sistema ou um processo de negócios.

3.7 TESTE DE SOFTWARE

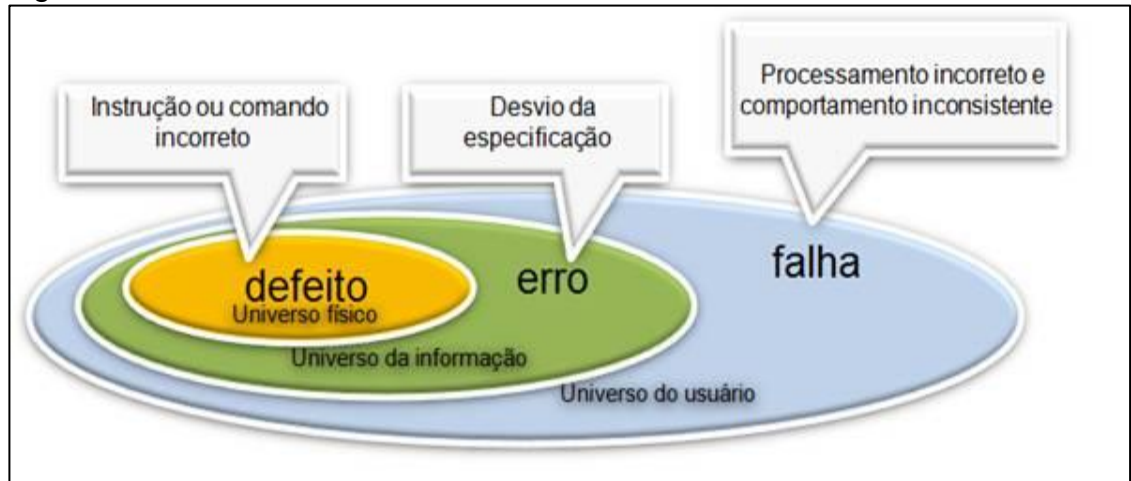
Antes de iniciarmos uma discussão sobre teste de software precisamos esclarecer alguns conceitos relacionados a essa atividade. Inicialmente, precisamos conhecer a diferença entre Defeitos, Erros e Falhas. As definições que iremos usar aqui seguem a terminologia padrão para Engenharia de Software do IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – (IEEE 610, 1990 citado por Claudio ([201-])).

Defeito é um ato inconsistente cometido por um indivíduo ao tentar entender uma determinada informação, resolver um problema ou utilizar um método ou uma ferramenta. Por exemplo, uma instrução ou comando incorreto. (CONCEITOS..., c2015).

Erro é uma manifestação concreta de um defeito num artefato de software. Diferença entre o valor obtido e o valor esperado, ou seja, qualquer estado intermediário incorreto ou resultado inesperado na execução de um programa constitui um erro. (CONCEITOS..., c2015).

Falha é o comportamento operacional do software diferente do esperado pelo usuário. Uma falha pode ter sido causada por diversos erros e alguns erros podem nunca causar uma falha. A Figura 6 expressa a diferença entre esses conceitos.

Figura 6 – Defeito x erro x falha.



Fonte: Claudio ([201-]).

Como pode ser observado na Figura 6, defeitos fazem parte do universo físico (a aplicação propriamente dita) e são causados por pessoas, por exemplo, através do mal uso de uma tecnologia, podendo ocasionar a manifestação de erros em um produto, ou seja, a construção de um software de forma diferente ao que foi especificado (universo de informação). Por fim, os erros geram falhas, que são comportamentos inesperados em um software, que afetam diretamente o usuário final da aplicação (universo do usuário), e podem inviabilizar a utilização de um software.

Segundo Claudio ([201-]), teste de software é o processo de execução de um produto para determinar se ele atingiu suas especificações e funcionou corretamente no ambiente para o qual foi projetado, ao mesmo tempo em que faz parte de todo o processo de engenharia de software. O seu objetivo é revelar falhas em um produto, para que as causas dessas falhas sejam identificadas e possam ser corrigidas pela equipe de desenvolvimento antes da entrega final. Por conta dessa característica das atividades de teste, dizemos que sua natureza é “destrutiva”, e não “construtiva”, pois visa ao aumento da confiança de um produto através da exposição de seus problemas, porém antes de sua entrega ao usuário final.

Ainda segundo o autor, o conceito de teste de software pode ser compreendido através de uma visão intuitiva ou mesmo de uma maneira formal. Existem atualmente várias definições para esse conceito. De uma forma simples, testar um software significa verificar através de uma execução controlada se o seu comportamento ocorre de acordo com o especificado. O objetivo principal desta tarefa é revelar o número máximo de falhas dispendo do mínimo de esforço, ou seja, mostrar aos que desenvolvem se os resultados estão ou não de acordo com os padrões estabelecidos.

Para Pressman et al. (2011), o processo de testes visa encontrar falhas no sistema para corrigi-las antes de distribuir o sistema, ou de atualizar o software com novos recursos, portanto o sistema deve ser projetado e implementado pensando na facilidade da realização dos testes. Por sua vez os testes devem ser feitos levando em consideração certas características para que nada seja deixado para trás.

Em conformidade com o autor, o conceito de testabilidade consiste em se medir o quão simples é o ato de testar um software. As características apresentadas seguir caracterizam um software a ser testável:

- a) Operabilidade: um sistema projetado e implementado tendo em mente a qualidade, terá poucas falhas quando os testes forem realizados.
- b) Observabilidade: quando é possível ver com clareza as entradas, saídas e variáveis do sistema fica mais fácil de detectar possíveis falhas.
- c) Controlabilidade: entradas geram saídas específicas, e para cada tipo de saída existirá um tipo de entrada específica. Se o engenheiro puder controlar essas entradas ficará mais fácil realizar os testes.
- d) Decomponibilidade: o sistema é construído a partir de módulos e pode ser testado em partes.
- e) Simplicidade: Quanto mais simples um sistema for, atingindo o objetivo, mais simples serão os testes.
- f) Estabilidade: Quanto menos alterações o software tiver, menos testes precisarão ser feitos.
- g) Compreensibilidade: Quanto mais informações estiverem disponíveis para o entendimento do software, mais eficazes serão os testes, isso inclui manuais organizados, detalhados e especificados.

A atividade de teste é composta por alguns elementos essenciais que auxiliam na formalização desta atividade, os quais serão apresentados a seguir.

- a) **Caso de Teste:** descreve uma condição particular a ser testada e é composto por valores de entrada, restrições para a sua execução e um resultado ou comportamento esperado. (CRAIG; JASKIEL, 2002).
- b) **Procedimento de Teste:** é uma descrição dos passos necessários para executar um caso (ou um grupo de casos) de teste. (CRAIG; JASKIEL, 2002).
- c) **Critério de Teste:** serve para selecionar e avaliar casos de teste de forma a aumentar as possibilidades de provocar falhas ou, quando isso não ocorre, estabelecer um nível elevado de confiança na correção do produto. (ROCHA et al., 2001). Os critérios de teste podem ser utilizados como:
 - a. **Critério de Cobertura dos Testes:** permite a identificação de partes do programa que devem ser executadas para garantir a qualidade do software e indicar quando o mesmo foi suficientemente testado. (RAPPS; WEYUKER, 1982). Ou seja, determinar o percentual de elementos necessários por um critério de teste que foram executados pelo conjunto de casos de teste.
 - b. **Critério de Adequação de Casos de Teste:** Quando, a partir de um conjunto de casos de teste T qualquer, ele é utilizado para verificar se T satisfaz os requisitos de teste estabelecidos pelo critério. Ou seja, este critério avalia se os casos de teste definidos são suficientes ou não para avaliação de um produto ou uma função. (ROCHA et al., 2001).
 - c. **Critério de Geração de Casos de Teste:** quando o critério é utilizado para gerar um conjunto de casos de teste T adequado para um produto ou função, ou seja, este critério define as regras e diretrizes para geração dos casos de teste de um produto que esteja de acordo com o critério de adequação definido anteriormente. (ROCHA et al., 2001).

3.7.1 NÍVEIS DE TESTE DE SOFTWARE

O planejamento dos testes deve ocorrer em diferentes níveis e em paralelo ao desenvolvimento do software (Figura 4). Segundo Rocha et al. (2001) definimos que os principais níveis de teste de software são:

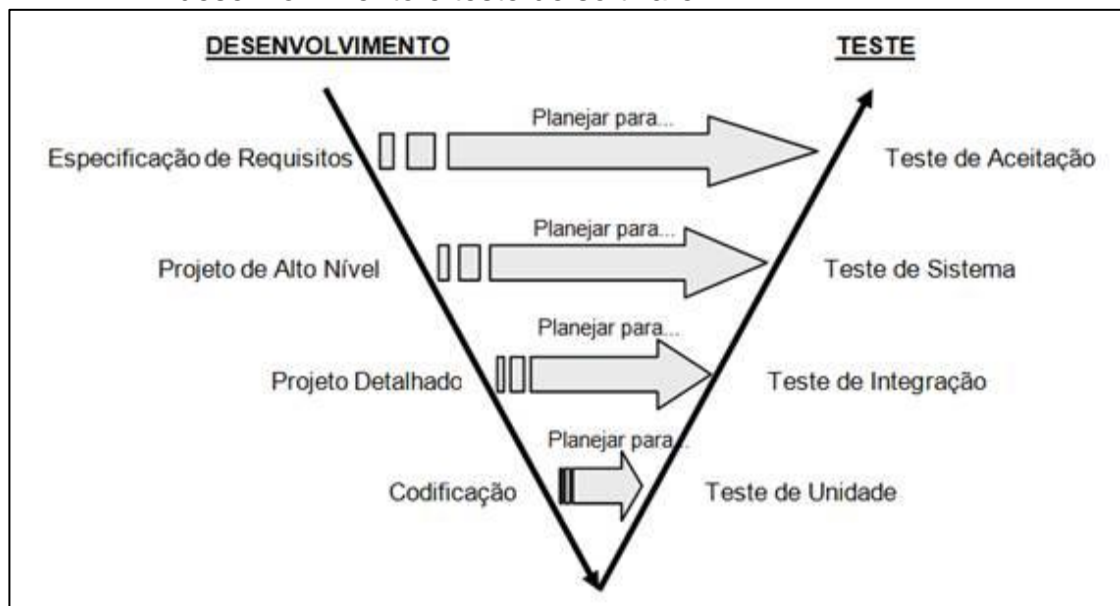
- a) Teste de Unidade: também conhecido como teste unitário. Tem por objetivo explorar a menor unidade do projeto, procurando provocar falhas ocasionadas por defeitos de lógica e de implementação em cada módulo, separadamente. O universo alvo desse tipo de teste são os métodos dos objetos ou mesmo pequenos trechos de código.
- b) Teste de Integração: visa provocar falhas associadas às interfaces entre os módulos quando esses são integrados para construir a estrutura do software que foi estabelecida na fase de projeto.
- c) Teste de Sistema: avalia o software em busca de falhas por meio da utilização do mesmo, como se fosse um usuário final. Dessa maneira, os testes são executados nos mesmos ambientes, com as mesmas condições e com os mesmos dados de entrada que um usuário utilizaria no seu dia-a-dia de manipulação do software. Verifica se o produto satisfaz seus requisitos.
- d) Teste de Aceitação: são realizados geralmente por um restrito grupo de usuários finais do sistema. Esses simulam operações de rotina do sistema de modo a verificar se seu comportamento está de acordo com o solicitado.
- e) Teste de Regressão: Teste de regressão não corresponde a um nível de teste, mas é uma estratégia importante para redução de “efeitos colaterais”. Consiste em se aplicar, a cada nova versão do software ou a cada ciclo, todos os testes que já foram aplicados nas versões ou ciclos de teste anteriores do sistema. Pode ser aplicado em qualquer nível de teste.

Dessa forma, em conformidade com a Figura 7, o planejamento e projeto dos testes devem ocorrer de cima para baixo, ou seja:

1. Inicialmente é planejado o teste de aceitação a partir do documento de requisitos;

2. após isso é planejado o teste de sistema a partir do projeto de alto nível do software;
3. em seguida ocorre o planejamento dos testes de integração a partir o projeto detalhado;
4. e por fim, o planejamento dos testes a partir da codificação.

Figura 7 - Modelo V descrevendo o paralelismo entre as atividades de desenvolvimento e teste de software



Fonte: (Craig e Jaskiel, 2002).

3.7.2 Técnicas de teste de software

Atualmente existem muitas maneiras de se testar um software. Mesmo assim, existem as técnicas que sempre foram muito utilizadas em sistemas desenvolvidos sobre linguagens estruturadas que ainda hoje têm grande valia para os sistemas orientados a objeto. Apesar dos paradigmas de desenvolvimento serem diferentes, o objetivo principal destas técnicas continua a ser o mesmo: encontrar falhas no software.

De acordo com Claudio ([201-]), as técnicas de teste são classificadas de acordo com a origem das informações utilizadas para estabelecer os requisitos de teste. Elas contemplam diferentes perspectivas do software, e impõe-se a necessidade de se estabelecer uma estratégia de teste que contemple as vantagens e os aspectos complementares dessas técnicas. As técnicas existentes são: técnica funcional, estrutural e baseada em erros.

Outras técnicas de teste que podem e devem ser utilizadas de acordo com necessidades de negócio ou restrições tecnológicas são: teste de desempenho, teste de usabilidade, teste de carga, teste de stress, teste de confiabilidade e teste de recuperação.

3.7.2.1 TÉCNICA FUNCIONAL

O teste funcional é conhecido também como teste caixa preta pelo fato de tratar o software como uma caixa cujo conteúdo é desconhecido e da qual é possível visualizar os dados externos, ou seja, os dados fornecidos na entrada e os dados da saída. Nessa técnica ainda são verificadas as funções do sistema sem se preocupar com os detalhes da implementação. (BARBOSA, 2004).

O teste funcional envolve dois passos principais: identificar as funções que o software deve realizar e criar casos de teste capazes de checar se essas funções estão sendo realizadas pelo software.

Um dos problemas relacionado aos critérios funcionais é que muitas vezes a especificação do programa é feita de modo descritivo e não formal. Dessa maneira, os requisitos de teste derivados de tais especificações são também, de certa forma, imprecisos e informais. Como consequência, tem-se dificuldade em automatizar a aplicação de tais critérios, que ficam, em geral, restritos à aplicação manual. (BARBOSA; MALDONADO; VICENZI. 2004, p. 7).

4.7.2.2 TÉCNICA ESTRUTURAL

Essa técnica apresenta uma série de limitações e desvantagens decorrentes das restrições características das atividades de teste de programas. Esses aspectos introduzem problemas relacionados à automatização do processo de validação de softwares. (BARBOSA, 2004).

Independente de todas essas limitações e desvantagens que essa técnica possui, ela é vista como um complemento a técnica funcional, e as informações obtidas através dessa aplicação têm sido consideradas relevantes para as atividades de manutenção, depuração e confiabilidade de software. (BARBOSA, 2004).

Esse critério de teste estrutural baseia-se em diferentes tipos de conceitos e componentes de programas para determinar os requisitos de testes. Os critérios de teste estrutural são classificados em:

- a) Fluxo de Controle
- b) Fluxo de Dados
- c) Complexidade

4.7.2.3 TÉCNICA BASEADA EM ERROS

Essa técnica utiliza-se de informações sobre os tipos de erros mais frequentes no processo de desenvolvimento de software para derivar os requisitos de teste. A ênfase dessa técnica está nos erros que o programador ou projetista pode cometer durante o desenvolvimento e nas abordagens que podem ser usadas para detectar a sua ocorrência (BARBOSA, 2004).

Esse teste utiliza-se de dois critérios principais que se concentram em erros. São eles:

- a) Semeadura de Erros: esse critério determina quantas falhas inseridas foram encontradas. Se Z falhas das N foram encontradas, em seguida, deve-se assumir que Z/N das falhas reais foram encontradas. Esse critério motiva desenvolvedores e testadores a encontrarem os erros, sabendo sempre que há algo para encontrar, que por sua vez não são suas próprias falhas, mas sim falhas que foram implantadas para serem encontradas.
- b) Análise de Mutantes: esse critério surgiu na década de 70, ele possui um forte relacionamento com um método clássico de detecção de erros lógicos em circuitos digitais, o modelo de teste de falha única. Utiliza um conjunto de programas modificados (mutantes) obtidos a partir de determinado programa para avaliar o quanto um conjunto de casos de teste é adequado para o teste.

3.8 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Linguagem de programação é um método padronizado para comunicar instruções para o computador. Ela possui um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador. A linguagem ainda permite com que o programador especifique precisamente sobre quais dados o computador vai atuar, como esses dados serão armazenados ou transmitidos e quais ações devem ser tomadas sob determinadas circunstâncias. (TUCKER; NOONAN, 2008).

3.8.1 JAVA

Através de um projeto denominado Green Project, a Sun Microsystem, em 1991, foi o berço da linguagem orientada a objetos, os mentores e desenvolvedores dessa linguagem foram Patrick Naughton, Mike Sheridan e James Gosling.

Desenvolvida pela SUN Microsystem na década de 90, JAVA é uma linguagem de programação orientada a objetos. Diferente das outras linguagens conhecidas, ela é capaz de ser executada em qualquer máquina ou dispositivo que consiga executar uma máquina virtual JAVA. (CLARO; SOBRAL, 2008).

A linguagem Java obteve sucesso em cumprir os requisitos de sua especificação, mas apesar de sua eficiência não conseguiu sucesso comercial. Com o avanço e popularização da internet, pesquisadores da Sun perceberam que aquele seria um nicho ideal para aplicar a recém criada linguagem de programação. (INDRUSIAK, 1996).

A partir desse ponto, seus desenvolvedores adaptaram o código java para que pudesse ser utilizado em microcomputadores conectados a uma rede de internet, mais especificadamente ao ambiente World Wide Web (WWW). (INDRUSIAK, 1996).

A linguagem ainda permitiu a criação de programas batizados de applets, esses programas trafegam e trocam dados através da internet além de se utilizarem da interface gráfica em um navegador de internet. Os desenvolvedores da linguagem implementaram ainda o primeiro browser compatível com a linguagem, o HotJava, que fazia a interface entre as aplicações Java e o sistema operacional dos computadores. (INDRUSIAK, 1996).

Segundo Sobral (2008), atualmente, a linguagem Java é uma das mais utilizadas, e é responsável por grandes avanços da computação mundial, como:

- a) Acesso remoto a bancos de dados
- b) Comércio eletrônico no WWW
- c) Interatividade em páginas WWW
- d) Interatividade em ambientes de Realidade Virtual distribuídos
- e) Gerência de Documentos
- f) Integração entre dados e forma de visualização
- g) Ensino à distância
- h) Jogos e entretenimento

Nos dias de hoje é difícil falar em linguagens de programação e não falar de Java, além de ela ser uma linguagem simples e de fácil entendimento ou aprendizado, ela é atualmente uma das linguagens mais utilizadas no mundo, por permitir o desenvolvimento de aplicações para diversos dispositivos e com seu código fonte aberto. (CLARO; SOBRAL, 2008).

3.9 BANCO DE DADOS

Um sistema de banco de dados é de forma simplificada apenas um sistema computadorizado de manutenção de registros. O banco de dados, por si só, pode ser considerado como equivalente eletrônico de um armário de arquivamento, ou seja, ele é um repositório ou recipiente para uma coleção de arquivos de dados computadorizados. (DATE, 2004).

Os usuários de um sistema podem realizar (solicitar que o sistema realize) diversas operações envolvendo tais arquivos, como por exemplo:

- a) Acrescentar novos arquivos ao banco de dados
- b) Inserir dados em arquivos existentes
- c) Buscar dados de arquivos existentes
- d) Excluir dados de arquivos existentes
- e) Alterar dados de arquivos existentes

Para gerenciar um banco de dados é utilizada uma linguagem específica, a mais conhecida atualmente é a linguagem SQL (Structured Query Language). Para

criar um banco de dados não é preciso aprender a linguagem SQL, existem programas que criam uma interface gráfica, gerando um código em SQL automaticamente. (DATE, 2004).

Vários autores, entre eles Date (2004) e Duarte (2006), afirmam que o termo banco de dados tem duas aplicações distintas. Alguns falam que banco de dados é o mesmo que SGBD, (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), ou seja, um programa para gerenciar dados, outros falam que o banco é a linguagem SQL, não apenas sua parte gerencial.

3.10 DISPOSITIVOS MÓVEIS

Originalmente os celulares surgiram como dispositivos para conversação por voz. Os primeiros modelos tinham apenas essa função e de uma maneira muito simples, ele simulava um telefone, porém tinha a facilidade de poder ser utilizado em qualquer lugar, sem aquela restrição que um telefone comum possuía.

Os dispositivos móveis vêm crescendo desde os anos 90. Atrelado a esse crescimento as tecnologias para esses dispositivos estão em constante desenvolvimento. A popularização desses dispositivos é o que mais tem contribuído para o acesso de informações, aplicações e serviços para qualquer usuário. (NAKAMURA, 2003).

Nota-se também, uma grande evolução e popularização de dispositivos computacionais móveis, tais como celular, PDAs (Personal Digital Assistants) e laptops, que nos traz a estimativa de que em poucos anos milhares de pessoas espalhadas pelo mundo terão um desses tipos de dispositivos com a capacidade de comunicação com as redes fixas tradicionais e com outros computadores móveis. Esse ambiente propicia a criação do conceito de computação móvel. (NAKAMURA, 2003, p. 16).

Porém, com o avanço da tecnologia celular, esses dispositivos adquiriram outras funções, como a capacidade de processamento e comunicação através de sua integração da rede de dados do celular, principalmente a internet. (NAKAMURA, 2003).

A Figura 8 ilustra o avanço das redes de internet móvel e suas principais características.

Figura 8 – Redes móveis

Geração	1G	2G	2,xG	3G	4G
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão de Dados Analógica (AMPS); - Taxas de 9600bps 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão digital de dados (TDMA, CDMA e GSM); - Taxas de 9600bps a 14400bps; - Surgimento de aplicações WAP. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilização de aplicações pré-3G. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evolução CDMA e GSM; - Taxas de até 2Mbps; - Surgimento de aplicações multimídia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevação das taxas de transmissão de dados; - Tecnologias e aplicações ainda em discussão.

Fonte: Nakamura (2003).

Um sistema de comunicação móvel tem como característica a possibilidade de movimento relativo entre as partes como, por exemplo, a comunicação entre o telefone celular e a estação base na telefonia celular. Sistemas móveis usam a tecnologia sem fio para possibilitar uma comunicação transparente enquanto o usuário se desloca. (ROMEIRO, 2005, p. 23).

Segundo Nakamura (2003), a computação móvel pode ser representada como um novo paradigma computacional, que permite que os usuários desse ambiente tenham acesso a serviços independente de sua localização.

Para ser caracterizado como um dispositivo para computação móvel, ele deve ter a capacidade de realizar processamento, trocar informações via rede e ter a mobilidade, ou seja, a capacidade de ser transportado facilmente pelo o usuário. Dessa maneira é importante que o dispositivo tenha tamanho reduzido e não tenha a necessidade de cabos conectados para obter todas as suas funcionalidades.

Ainda para o autor citado, os equipamentos desse tipo devem ter as seguintes características: ser bem menor que as estações de trabalho que costumamos usar, geralmente manipulados no colo ou na palma das mãos; possuir uma bateria, para evitar a necessidade de conexões à rede elétrica através de cabos que limitariam muito a mobilidade; e ter acesso a dados através de tecnologias de redes sem fio, pelo mesmo motivo da característica citada anteriormente.

Diante da possibilidade de acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento, pode-se imaginar um leque enorme de possibilidades de novas aplicações e serviços para computação móvel. (NAKAMURA, 2003).

A oportunidade de desenvolvimento de novos aplicativos para dispositivos móveis serve cada vez mais como uma maneira de impulsionar seu crescimento, e também contribui para a evolução das tecnologias disponíveis para esses dispositivos.

Os aplicativos disponíveis tanto para PC, quanto para dispositivos móveis, apresentam hoje inúmeras possibilidades de utilização, seja em contexto educativo, formativo, constituindo a imaginação o limite de sua utilização pelo usuário. (MOURA, 2008).

Por se tratar de ferramentas gratuitas e de fácil utilização as suas potencialidades são grandes quando usadas convenientemente. A combinação dos telefones móveis, das tecnologias de informação e comunicação e de uma pedagogia adequada podem ser um grande auxílio no processo de ensino e aprendizado. (MOURA, 2008).

Com essas constantes evoluções os dispositivos móveis passaram a ter sistemas operacionais, os mais conhecidos e mais utilizados nos dias de hoje são: Android (sistema operacional presente na maioria dos smartphones presentes no mercado), iOS (sistema operacional presente em todos os dispositivos móveis – celular, ipod, tablets - da marca Apple) e Windows Phone (sistema presente em dispositivos da marca Nokia).

Mesmo contendo algumas diferenças, seu funcionamento é o mesmo para os três casos. Esses sistemas são responsáveis por gerenciar os recursos, ou seja, definir qual a prioridade de determinadas funcionalidades como processador, memória, entre outros. Ele também é responsável por gerar a interface - da mesma forma que ocorre no computador - essa interface faz a interação do usuário com a máquina, nesse caso, com o dispositivo móvel.

Durante o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, deve-se explorar ao máximo o fator da mobilidade dentro de limites que implicam na utilização equilibrada dos recursos disponíveis, sempre ciente das expectativas a serem atingidas para plena satisfação dos usuários finais. Porém, para que se obtenha êxito nestas circunstâncias, a escolha de uma boa plataforma de desenvolvimento é imprescindível. (OLIVEIRA; MEDINA, 2007, p. 4).

3.11 ARQUITETURA DE SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

A arquitetura de software para dispositivos móveis consiste em aplicações elaboradas para serem executadas no ambiente do dispositivo móvel nativo. Essas arquiteturas devem respeitar as regras de cada ambiente se considerando os diversos dispositivos existentes no mercado atualmente, como Android, IOS, Windows Phone, entre outros. Executando nativamente, a aplicação consegue acessar todos os recursos que a estrutura concede, como por exemplo: GPS, câmera, acelerômetro, lista de contatos entre outros, Consequentemente seguindo essa estrutura nativa, abre-se um leque muito grande e vasto de possibilidades para aplicações (BUDEL; MOLOSSI, 2011).

3.12 INTERFACE HUMANO COMPUTADOR

O termo interface humano computador surgiu na segunda metade dos anos 80, como uma forma de descrever um novo campo que surgia na computação, um campo que não estava somente interessado no design da interface de sistemas computacionais, o seu interesse principal passa a ser a demanda do público. (GUEDES, 2009).

Rocha (2003 citado por GUEDES, 2003) define IHC como a área preocupada com design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, e, também conta com o estudo dos principais fenômenos subjacentes a eles.

Entre todos os elementos que garantem uma boa interface em computação, podemos destacar as ferramentas funcionais que são capazes de melhorar a segurança, a usabilidade e a utilidade dos sistemas computacionais. As interfaces para usuários humanos são produtos de trabalhos interdisciplinares, e agregam profissionais de diferentes áreas. (GUEDES, 2009).

Batista (2003) chama a atenção para a denominação de interface amigável e interface agradável. Ela designa a interface capaz de disponibilizar estímulos visuais, seja através de cores, formas, fontes, textura e outros elementos, seja de forma harmônica e equilibrada, visando sempre não saturar a visão nem sobrecarregar a capacidade de assimilação dos sujeitos diante do crescente fluxo informal.

Um dos paradoxos das tecnologias de informação e comunicação é que, se, a princípio, são implantadas e implementadas para tornar as tarefas mais simples e agradáveis, cada inovação tecnológica pode adicionar certa complexidade em seu emprego e, às vezes, frustrações nas configurações dos equipamentos que os usuários finais dispõem. (GUEDES, 2009, p 26).

Segundo Silva (2016), a metodologia da interação humano computador já está desenvolvida, entretanto o projeto de interfaces com o usuário está muito longe de tornar simples a comunicação com as máquinas.

Algumas mudanças podem ser perturbadoras, e em alguns casos até desastrosas, com frequência os usuários tem que lidar com algumas frustrações, medo e falha quando esses se deparam com design excessivamente complexo, com uma terminologia incompreensível e caótica.

Segundo Guedes (2003), um exemplo muito claro disso é o caso da versão 2007 do Word, conhecido como “Word Vista”, em que algumas funcionalidades foram adicionadas, a interface da versão anterior modificada, mas sua aceitação junto aos usuários é muito baixa em comparação a versão modificada.

Silva (2016) destaca que a interface é o componente (software) responsável por mapear as ações do usuário em solicitações de processamento ao sistema (aplicação), bem como apresentar os resultados produzidos pelo mesmo.

3.13 TRABALHOS CORRELATOS

Em uma breve pesquisa, foram encontrados alguns trabalhos que possuem o mesmo foco em relação ao desenvolvimento de um software para a área da engenharia civil, porém a maioria dos trabalhos encontrados foram voltados para a parte de gestão de projetos.

Os trabalhos correlatos encontrados e analisados são citados a seguir:

- a) “Ferramentas computacionais voltadas à gestão de projetos na construção civil.”: Uma pesquisa tecnológica para analisar o uso de ferramentas computacionais no ramo da engenharia civil. Escrito por Adriano Olga de Souza Bertencello em 2006, esse trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo para demonstrar a utilidade das ferramentas computacionais voltadas para a gestão de projetos no

campo da engenharia civil. Essa pesquisa utilizou-se de um software específico para demonstrar as vantagens de sua utilização na gestão de projetos, as melhorias nos procedimentos diários em uma obra civil e as dificuldades e limitações do software utilizado em seu estudo de caso.

- b) “Desenvolvimento de um software para o controle de obras na construção civil.”: Uma pesquisa e desenvolvimento de um software para a requisição e controle de materiais feitos por clientes. Com a expansão da construção civil foi identificada a necessidade de ferramentas que possibilitem a automatização de processos e gerenciamento de um grande volume de informações. Esse desenvolvimento baseou-se no levantamento de requisitos junto a uma empresa da construção civil e desenvolvimento de um software para gerenciar o controle de obras em pequenas áreas.
- c) “Softwares para engenharia civil.”: Uma pesquisa e estudo sobre os softwares voltados para aplicação na engenharia civil brasileira têm como objetivo principal servir como um banco de dados, contendo as principais ferramentas eletrônicas. Desenvolvido por Luiz Ricardo de Matos em 2009, o trabalho não envolve o desenvolvimento de um software para engenharia civil, apenas pesquisar e catalogar os sistemas já existentes voltados para a área da engenharia e construção civil.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas, a primeira trata-se da pesquisa e estudo dos materiais de aspecto teórico, já a segunda parte, consiste na realização prática do material estudado para a conclusão do projeto.

Inicialmente a pesquisa de conteúdo teórico, contou com pesquisas realizadas através de livros, artigos científicos e trabalhos realizados na área de construção na engenharia civil. Ele também contou com uma pesquisa sobre trabalhos feitos sobre desenvolvimento de softwares. Toda essa pesquisa desenvolvida proporcionou uma base de conhecimento para maior definição e entendimento do problema proposto.

Uma pesquisa exploratória tende a ser bastante maleável, porque leva em consideração vários aspectos relativos referente à situação estudada. As pesquisas acadêmicas, pelo menos inicialmente, abordam esse caráter exploratório, pois inicialmente é pouco provável que o investigador obtenha uma definição exata do contexto a estudar. (GIL, 2010).

O levantamento bibliográfico é de grande importância e fundamental para o problema de pesquisa. Entretanto somente o levantamento não é suficiente, é preciso fazer uma reflexão crítica dos assuntos e autores em suas opiniões, e dessa maneira fundamentar melhor o trabalho. Outro ponto que pode ser citado de extrema importância é discussão com o orientador e outras pessoas experientes (GIL, 2010).

As perdas foram classificadas no presente trabalho de acordo com a possibilidade de serem controladas, sua natureza e sua origem. Os critérios de classificação adotados foram adaptados dos estudos de Shingo (1981) e Skoyles (1987) para a construção civil brasileira.

A linguagem selecionada para o desenvolvimento do trabalho foi à linguagem de programação Java.

Após todo esse levantamento, análise e pesquisa para adquirir todos os conhecimentos e as informações necessárias para execução do trabalho, será iniciada a fase de modelagem UML dos processos. A linguagem UML foi escolhida por ser padrão para a modelagem orientada a objetos. O sistema utilizará da interface gráfica da modelagem UML os Diagramas de Classe, Caso de Uso e de Atividade, pelo fato desses diagramas exporem todos os processos de forma detalhada e de fácil compreensão das atividades envolvidas.

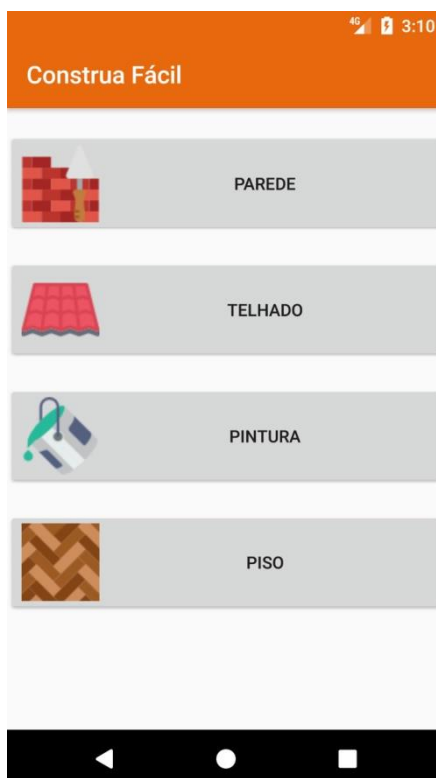
4.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

A segunda etapa, responsável pelo desenvolvimento será realizado na linguagem Java, linguagem de fácil acesso, orientada a objetos, interativa com o usuário e bastante utilizada no mercado. O sistema utilizará paralelamente uma conexão com banco de dados, que é o responsável por armazenar todas as informações geradas pelo software.

Através da plataforma, banco de dados e a interface do software, o sistema realizará o cálculo de materiais para auxiliar o usuário na hora de construir ou reformar uma determinada área. O sistema contará com um filtro por onde poderá ser pesquisado o que deseja ser construído para que possa ser efetuado o cálculo e retornada à quantidade de materiais necessária para determinada requisição.

Para fazer o cálculo dos materiais, o aplicativo iniciou-se da seguinte maneira, como mostrado na figura 9.

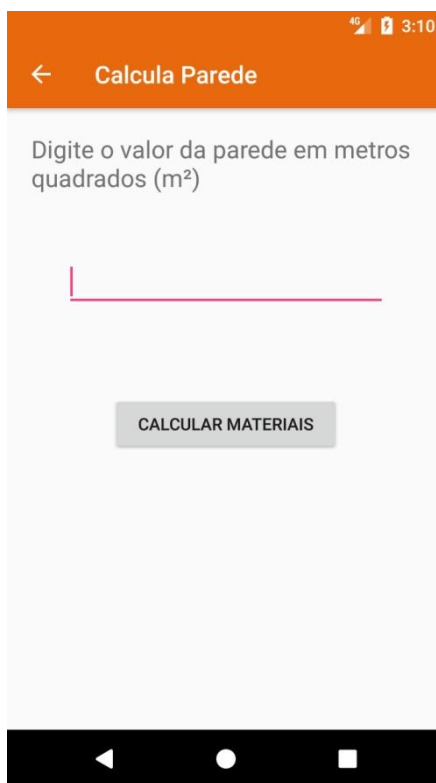
Figura 9 – Tela inicial para seleção do material a ser calculado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 9 mostra o menu com os materiais disponíveis para realização do cálculo em determinada área.

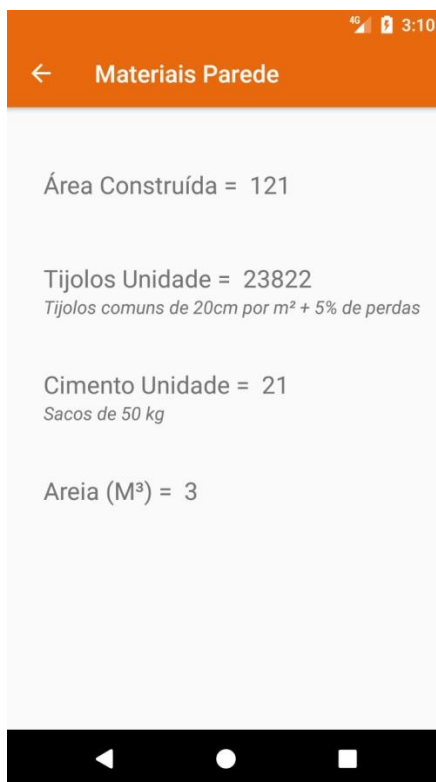
Figura 10 – Tela de cálculo de materiais.

A screenshot of a mobile application interface. At the top, there is an orange header bar with a white back arrow on the left and the text 'Calcula Parede' in white. Below the header, the main area is white and contains the text 'Digite o valor da parede em metros quadrados (m²)'. Underneath this text is a horizontal text input field with a red border. Below the input field is a grey button with the text 'CALCULAR MATERIAIS' in black. At the bottom of the screen, there is a black navigation bar with three white icons: a triangle pointing left, a circle, and a square.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na situação inicial foi utilizado o cálculo para “Parede”, no qual foi indicado uma área de 121 metros quadrados. Ao clicar no botão “Calcular Materiais” o valor aplicativo calcula todos os materiais necessários para determinada quantidade. Os cálculos são realizados e a aplicação retorna os valores conforme a figura 11.

Figura 11 – Tela de resultado após cálculo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na figura 11, os materiais (tijolos, areia e cimento) localizados no grupo de “Parede” são mostrados conforme a área solicitada pelo usuário.

4.1.1 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Para o desenvolvimento do sistema foi necessária a instalação e configuração da ferramenta Android Studio e suas plataformas adicionais para geração da interface.

Outra ferramenta necessária foi à construção e configuração de uma máquina que tenha como função ser o servidor, ativando suas extensões para que as tabelas embutidas no servidor possam ser manipuladas assim como os registros no banco de dados. Já para o armazenamento em dispositivos móveis, a plataforma escolhida e que ficará responsável por esse gerenciamento é a SQL Lite. Sua versão Lite é

mais leve, porém com as mesmas funcionalidades, dessa maneira ela contribuirá para o melhor desempenho do software para celulares.

A ferramenta utilizada para a modelagem UML foi o Astah Community, ele foi escolhido por ser um software gratuito, com uma interface simples e de fácil entendimento, além de dar suporte a vários tipos de diagramas.

Após todas essas configurações citadas anteriormente, o passo final desse processo é a configuração de IP e de portas no servidor para que o acesso externo ao software ocorra sem nenhuma complicação.

4.1.2 AMBIENTE DE TESTE DE SOFTWARE

A partir do processo de criação estimasse um desenvolvimento inicial, esse gerará uma versão de testes do tipo caixa preta, funcional e de interface, que serão utilizados pelo autor deste trabalho. Os principais objetivos desses testes são:

- a) Testar os valores de entradas e saídas
- b) Testar todas as funcionalidades propostas
- c) Testar as regras de negócio expostas na documentação
- d) Verificar a interface
- e) Verificar se o software atendera da melhor forma possível o usuário

Essa sequência de testes é muito importante e visa estabelecer melhorias e também delimitar o andamento do desenvolvimento inicial, com o intuito de minimizar a quantidade de falhas que podem ocorrer. Essas verificações permitem com que a interface, os cálculos e todos os processos sejam aprimorados antes de estar finalizado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

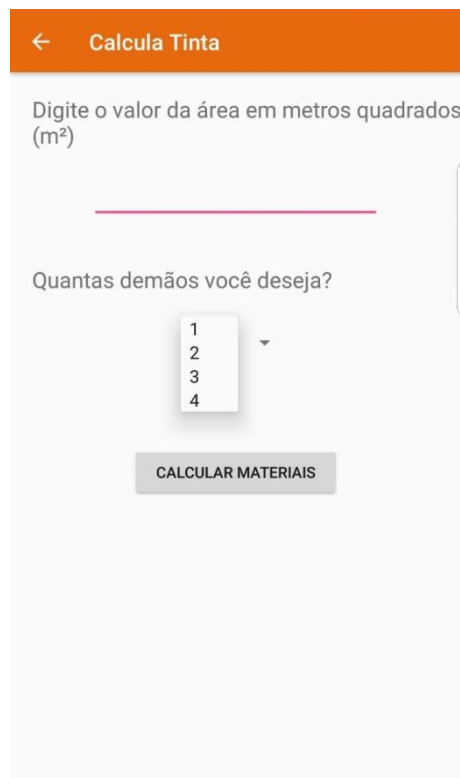
A seguir serão apresentados os resultados e discussões desta pesquisa.

5.1 FUNCIONAMENTO

Ao abrir o sistema Construa Fácil o usuário se depara com uma tela inicial do sistema, no qual se encontram quatro opções, detalhadas a seguir e que também podem ser observadas na figura 9.

- a) Parede: onde é realizado o cálculo dos materiais necessários para a construção de uma parede
- b) Telhado: onde é possível realizar o cálculo das telhas.
- c) Pintura: onde é calculada a quantidade de tinta a ser utilizada, assim como o numero de demãos que o usuário deseja.
- d) Piso: onde é possível inserir o tamanho do piso e calcular a quantidade de pisos necessários para cobrir determinada área.

Figura 12 – Tela de cálculo de tintas.



The screenshot shows a mobile application interface titled "Calcula Tinta". At the top, there is an orange header bar with a back arrow and the text "Calcula Tinta". Below the header, the text "Digite o valor da área em metros quadrados (m²)" is displayed above a horizontal input field. Underneath the input field, the text "Quantas demãos você deseja?" is shown above a dropdown menu. The dropdown menu is open, displaying the numbers 1, 2, 3, and 4. At the bottom of the screen, there is a grey button labeled "CALCULAR MATERIAIS".

Fonte: Elaborada pelo autor.

O software tem como principal função os cálculos básicos para a construção ou reforma de determinada área. Ele pode ser utilizado por uma pessoa leiga, uma pessoa que tem um pouco de curiosidade sobre construção, quanto por profissionais da área como uma forma de facilitar na hora de fazer o cálculo desses tipos de materiais.

6 TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros podem ser abordados outras perspectivas do tema, como:

- a) Gerar um relatório para visualizar os resultados;
- b) Implementar o uso de multiplataformas;
- c) Gerar relatórios que possam gerar um orçamento baseado no preço médio dos produtos;
- d) Criar uma área de login para que o usuário consiga visualizar os últimos cálculos e orçamentos realizados;
- e) Adicionar novos materiais para serem calculados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da proposta inicial do projeto, conclui-se que o sistema Construa Fácil conseguiu atender grande parte dos requisitos e os objetivos supracitados, no qual disponibiliza uma interface limpa e clara, além de uma navegação interativa com fácil acesso, facilitando assim a usabilidade dos usuários.

O sistema atende de ótima maneira profissional da construção civil e áreas relacionadas. Executando varias tarefas como o cálculo de materiais, o que torna a interação com o cliente, mais confiável.

O software demonstra a interligação das áreas de informática e engenharia civil, mostrando como um mundo esta ligado ao outro, e como ambos podem se interagir de maneira positiva em vários aspectos, sendo valido para todos os setores.

Portanto o Construa Fácil, se classifica em um software facilitador de grande importância nesse ciclo profissional de engenharia.

REFERÊNCIAS

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: guia do usuário**. São Paulo: Elsevier Editora Ltda., 2005.

BRITO, F. PINHO, B; ALOÍSIO, T. D. A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1920-2010. Dezembro, 2012. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20464.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2016.

CBIC. A Produtividade da Construção Civil brasileira. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/constciv.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

CLARO, D. B.; SOBRAL, J. B. M. **PROGRAMAÇÃO EM JAVA**. Copyleft Pearson Education. Florianópolis, SC. Disponível em:<<http://homes.dcc.ufba.br/~dclaro/download/Programando%20em%20Java.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2016.

CLAUDIO, A. Introdução a teste de software. **DEVMEDIA**, Rio de Janeiro, 201-. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software-introducao-a-teste-de-software/8035>>. Acesso em: 26 maio 2016.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V. **Critérios para desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho vinculados aos objetivos estratégicos de empresas da construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002. Curitiba. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR19_0110.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CRAIG, R. D., JASKIEL, S. P. **Systematic Software Testing**. Boston: Artech House Publishers, 2002.

DATE, C. J.. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2004.

DUARTE, E. M. **SQL e Programação de Banco de Dados**. Disponível em: <<http://www.criarweb.com/artigos/667.php>>. Acesso em: 30 maio. 2016.

FERNANDES, G. G. **Interface Humano computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**. Teresina: Editora Gráfica da UFPI, 2008.

FIGUEIREDO, C. M. S.; NAKAMURA, E. **Computação móvel: novas oportunidades e novos desafios**. Amazonas: T&C Amazônia, 2003.

FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V.; CESARE, C. M. de; SOIBELMAN, L. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf>>. Acesso em: 29 de mar. 2016.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INDUSIAK, LEANDRO SOARES. **Linguagem Java**. 1996. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~arfs/introjava.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2016.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA, CIFE, 1992. Technical Report 72.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação profissional: referencias curriculares nacionais na educação profissional de nível técnico**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/constciv.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

OLIVEIRA, L. R.; MEDINA, R. D. **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação**. 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/4aLeandro.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

PELACANI, VALMIR LUIZ. **Responsabilidade na Construção Civil**. Curitiba: CREA-PR, 2010.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. São Paulo: ARTMED, 2006.

RAPPS, S.; WEYUKER, E.J. **Data Flow analysis techniques for test data selection** In: International Conference on Software Engineering, p. 272-278, Tokio, Sep. 1982.

Resíduos da construção civil e o estado de São Paulo. SINDUSCON. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2012/09/residuos_construcao_civil_sp.pdf> Acesso em: 11 mar. 2016.

ROCHA, A. R. C. et al. **Qualidade de software: teoria e prática**. São Paulo: Prentice Hall, 2001.

ROMEIRO, B. G. B. A. **Desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis na plataforma J2ME**. Recife, Maio 2005. Disponível em: <<http://tcc.ecomp.poli.br/BrunaRomeiro.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2016.

SHINGO, S. A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Toquio, Japan Management Association, 1981.

SKOYLES, E.F.; SKOYLES, J.R. Waste prevention on site. London, Mitchell, 1987.

TUCKER, ALLEN B.; NOONAN, ROBERT E.. **Linguagem de programação: princípios e paradigmas**. São Paulo: AMGH Editora Ltda., 2010.

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MOBILE PARA CÁLCULO DE MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Victor Grava Leal

victorgrava@hotmail.com

Ciências da Computação – Professor Dr. Elvio Gilberto da Silva

Resumo

A correta utilização de materiais de construção contribui para o não desperdício do mesmo. O projeto teve como objetivo desenvolver um aplicativo mobile para auxiliar na interação do profissional da área de construção e pessoas leigas sobre o assunto, visando dar acesso a qualquer pessoa a calcular materiais de construção. Para o desenvolvimento do software foi utilizado a plataforma Java, através do Android Studio, a ferramenta de modelagem de banco de dados Astah Community. O software conta com cálculos específico para cada material utilizado, além de mostrar os valores mais aproximados para que não haja desperdício. A aplicação desenvolvida disponibiliza a geração de vários cálculos para que o indivíduo consiga fazer a construção de determinado propriedade.

Palavras-chave: Construção civil. Cálculo de materiais. Software. Mobile.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da civilização exigiu que fossem desenvolvidas tecnologias para atender as necessidades da humanidade. Dentre elas destacam-se às relacionadas ao setor da construção civil, que no passado permitiu a construção de grandes obras como as pirâmides, pontes, cidades, entre outros monumentos. Nas últimas décadas do século passado, o setor da construção civil sofreu um salto significativo no que se refere aos avanços tecnológicos conseguidos pelo homem, em função da inserção da informática na cadeia produtiva desse setor.

No Brasil, a inserção de ferramentas computacionais nas obras civis ocorreu há mais de 30 anos, quando foram desenvolvidos programas para cálculo rotineiros da engenharia. Nessa época, os computadores eram máquinas de grande porte que ocupavam salas imensas, e não raramente, necessitava-se de outra sala para centralizar a equipe de perfuradores de cartões dos programas de computação.

Na fase da concepção de uma obra civil existem alguns serviços distintos os quais envolvem diferentes profissionais de diversas áreas como cliente, projetistas e engenheiros (executores). A troca de informação com qualidade e rapidez por estes profissionais, visando atingir os objetivos, torna-se importantíssima. Esse envolvimento requer um relacionamento contínuo para as necessidades da construção, como adequar e/ou modificar os projetos já elaborados, e principalmente no gerenciamento e gestão do projeto. É comum nessa fase da construção a distribuição das equipes técnicas: no canteiro de obras; nos escritórios do projetista, da construtora e da empresa empreendedora. Com o advento da rede internet abriu-se grande oportunidade para melhorar a comunicação entre esses profissionais, e para viabilizar a interação entre eles desenvolveram-se programas computacionais com protocolo de comunicação. O uso desta nova ferramenta de comunicação se deu em diferentes campos, sendo um deles o da Engenharia Civil que com a necessidade em aumentar a eficiência das empresas e dos profissionais, rapidamente, incorporou-a no dia-a-dia dos trabalhos da construção civil. É nesse contexto que se configura a proposta deste trabalho, o desenvolvimento de um aplicativo mobile para cálculo estimado de materiais para a construção civil com o objetivo de reduzir gastos e o desperdício de insumos.

“Estas considerações vêm que a utilização de informações na tomada de decisão é praticamente inexistente nas empresas de construção civil.” (HARRIS; McCAFFER, 1997; SCOMAZZON, 1987; LEDBETTER et al., 1989; PICHI, 1993 citado por LANTELME, 1994, p. 15). Observam-se no setor da construção algumas experiências na implantação de programas de racionalização, eliminação de desperdícios, melhoria de qualidade e produtividade, caracterizando-se por uma maior integração dos elementos do processo de produção, principalmente o humano, atuando nas diversas fases do processo produtivo, não somente na fase de produção. (PICCHI, 1993; FARAH, 1993); SOUZA; FORMOSO, 1992 citado por

JUNIOR, 1996). No entanto, Farah (1993) ressalta que as mudanças implementadas não se dão de forma homogênea em todo o setor, variando segundo o segmento de mercado, o regime de construção adotado, e o perfil da empresa.

A facilidade de ter um software que faça os cálculos estimados de materiais de construção na palma da sua mão (através de um aparelho celular) faz com que a velocidade de resposta do responsável pelos cálculos para o cliente, seja realizada de maneira mais rápida e dinâmica. Além do que a utilização de dispositivos móveis nos meios de trabalhos esta cada vez mais sendo utilizada por empresas e profissionais de diversas áreas. Por isso, a proposta deste projeto é desenvolver um aplicativo mobile para cálculo estimado de materiais para a construção civil com o objetivo de reduzir gastos e o desperdício de insumos na construção civil.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é uma área muito conhecida por todos, ela tornou-se muito popular no Brasil pelo seu crescimento muito forte, por volta dos anos de 1970 (mil novecentos e setenta) e 1980 (mil novecentos e oitenta).

A construção é a execução de um projeto previamente elaborado, seja ele de qualquer segmento, seja ele civil, artístico, entre outros. A execução é responsável por todas as partes do processo desde a fundação, até seu acabamento, sempre tendo em vista o processo pré-elaborado e respeitando as normas e técnicas da construção. (MINISTERIO DA EDUCACAO, MEC, 2000).

O termo reforma é um termo que ouvimos muito ultimamente, ele é utilizado quando a pessoa quer fazer qualquer tipo de ampliação, inovação ou restauração, esse termo corresponde a uma pintura, a troca de um piso ou a ampliação de uma área do imóvel, seja ele em qualquer âmbito comercial, industrial ou residencial. (PELACANI, 2010).

Arquitetos e engenheiros civis atuam ativa e diretamente na construção civil, ambos, em colaboração com os demais profissionais, são responsáveis pela confecção das obras que estamos acostumados em ver, casas, prédios, pontes.

A maioria dos setores vem se automatizando para melhorar sua produtividade, diminuir custos e aperfeiçoar possíveis falhas, porém toda regra possui sua exceção e com a construção civil não é muito diferente disso. Um estudo

realizado pelo MEC (Ministério da Educação), e publicado em 2010, demonstrou que essa área não vem apresentando um grau alto de automação e modernização de seus processos construtivos. (MINISTERIO DA EDUCACAO, MEC, 2000).

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O setor da construção civil foi um dos principais fatores responsáveis pela crise norte americana, que eclodiu no fim de 2008. A recessão econômica mundial teve pouco impacto nos planos de infraestrutura de países que estavam em desenvolvimento como o Brasil. Pudemos notar esse fato pela continuidade dos programas de inclusão de moradia e desenvolvimento social realizado pelo governo, entre esses projetos podemos citar: Minha Casa Minha Vida e o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento). (BNDES, 2013).

O principal efeito da crise que foi sentido no Brasil foi à diminuição do acesso ao crédito privado, o que dificultou o financiamento de imóveis. Para combater essa diminuição de crédito, o país adotou várias medidas, entre elas a desoneração tributária de alguns materiais de construção, o que facilitou aos técnicos e responsáveis da área executarem e continuarem com seus projetos pré-estabelecidos.

3 PERDAS

Para a melhor compreensão deste conceito, segundo Formoso et al. ([200?]) deve-se conhecer a natureza das atividades que compõem o processo de produção. Um processo pode ser entendido como um fluxo de materiais e informações desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera.

Na construção civil, a literatura internacional indica que as atividades que agregam valor correspondem, em média, a um terço do tempo total gasto pela mão de obra, podendo atingir valores da ordem de 55 a 60% apenas para algumas atividades específicas, como a execução de alvenaria.

Mesmo na indústria da transformação, valores da ordem de 60% dos tempos gastos em atividades que agregam valor são considerados excepcionalmente altos.

Em que pese a sua importância, as atividades de fluxo são frequentemente negligenciadas no processo de produção de edificações. Em geral, não são devidamente analisadas nas tarefas de orçamento e planejamento e nas iniciativas de melhorias de processo. O esforço para melhoria do desempenho na construção civil deve considerar o conceito mais amplo de perdas, isto é, visar à minimização do dispêndio de quaisquer recursos que não agregam valor ao produto, sejam eles vinculados às atividades de conversão ou fluxo.

3.1 AS PERDAS SEGUNDO SEU CONTROLE

Formoso et al. ([200?]) destaca que pode-se admitir que existe um nível aceitável de perdas (perda inevitável) que só pode ser reduzido através de uma mudança significativa no patamar de desenvolvimento tecnológico e gerencial da empresa. Considerando este pressuposto, as perdas podem ser classificadas da seguinte forma:

- (c) Perdas inevitáveis (ou perda natural): correspondem a um nível aceitável de perdas, que é identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada. O nível de perdas considerado inevitável pode variar de empresa para empresa e mesmo de obra para obra, dentro de uma mesma empresa, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma.
- (d) Perdas evitáveis: ocorrem quando os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção. É consequência de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são empregados inadequadamente.

Não se pode afirmar que existe, para cada material, um percentual único de perdas que pode ser considerado inevitável para todo o setor. Existem diversos valores, os quais dependem do nível de desenvolvimento gerencial e tecnológico da empresa. A competitividade da empresa é alcançada na medida em que a organização persegue a redução de perdas continuamente.

3.2 AS PERDAS SEGUNDO SUA NATUREZA

A classificação adotada neste trabalho partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), adaptando-o para a construção civil. Nove categorias de perdas são identificadas:

- (j) Perdas por superprodução: refere-se às perdas que ocorrem devido à produção em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo: produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.
- (k) Perdas por substituição: decorrem da utilização de um material de valor ou características de desempenho superiores ao especificado, tais como: utilização de argamassa com traços de maior resistência que a especificada, utilização de tijolos maciços no lugar de blocos cerâmicos furados.
- (l) Perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto perdas de mão de obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.
- (m) Perdas por transporte: as perdas por transporte estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente, como, por exemplo: tempo excessivo despendido em transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho, quebra de materiais devido ao seu duplo manuseio ou ao uso de equipamento de transporte inadequado.
- (n) Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. São exemplos deste tipo de perdas: quebra de

paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações; quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos.

- (o) Perdas nos estoques: estão associadas à existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na orçamentação, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição dos mesmos. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital, como por exemplo: custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento devido ao armazenamento em contato com o solo e ou em pilhas muito altas.
- (p) Perdas no movimento: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc. São exemplos deste tipo de perda: tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma sequência adequada de atividades; esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
- (q) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo; da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo: falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
- (r) Outras: existem ainda tipos de perdas de natureza diferente dos anteriores, tais como roubo, vandalismo, acidentes, etc.

3.3 AS PERDAS SEGUNDO SUA ORIGEM

As perdas mencionadas em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Contudo, sua origem pode estar tanto no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projeto, suprimentos e planejamento.

4 SOFTWARE

O conceito mais geral de software compreende todo o conjunto de programas, procedimentos, dados e documentação associados a um sistema de computador, e não somente ao programa em si. (PFLEEGER, 2007).

Software pode ser entendido como uma sequência de instruções para serem interpretadas, seja ela para executar tarefas específicas ou não. Ele também pode ser definido como um programa responsável pelo funcionamento de um computador ou determinada rede de computadores.

4.1 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Os softwares se fazem presentes nas mais diversas áreas de atuação da humanidade, e a busca por esses programas é a cada dia maior, e por sua vez, os usuários desses softwares buscam funcionalidades específicas e sugerem diversas modificações, de forma que ao criá-lo ou modificá-lo, uma vasta gama de pedidos dos mais variados tipos é feita, e nem sempre eles são compatíveis entre si, e em geral não costumam retratar a verdadeira raiz do problema a ser resolvido, dessa forma é de grande importância estudar, analisar e compreender os problemas e pedidos antes de desenvolver uma solução de software. (PRESSMAN et al., 2011).

5 METODOLOGIA

Inicialmente a pesquisa de conteúdo teórico, contou com pesquisas realizadas através de livros, artigos científicos e trabalhos realizados na área de construção na engenharia civil. Ele também contou com uma pesquisa sobre trabalhos feitos sobre desenvolvimento de softwares. Toda essa pesquisa desenvolvida proporcionou uma base de conhecimento para maior definição e entendimento do problema proposto.

Uma pesquisa exploratória tende a ser bastante maleável, porque leva em consideração vários aspectos relativos referente à situação estudada. As pesquisas acadêmicas, pelo menos inicialmente, abordam esse caráter exploratório, pois inicialmente é pouco provável que o investigador obtenha uma definição exata do contexto a estudar. (GIL, 2010).

Após todo esse levantamento, análise e pesquisa para adquirir todos os conhecimentos e as informações necessárias para execução do trabalho foi iniciada a fase de modelagem UML dos processos. A linguagem UML foi escolhida por ser padrão para a modelagem orientada a objetos. O sistema utilizará da interface gráfica da modelagem UML os Diagramas de Classe, Caso de Uso e de Atividade, pelo fato desses diagramas exporem todos os processos de forma detalhada e de fácil compreensão das atividades envolvidas.

5.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

A segunda etapa, responsável pelo desenvolvimento foi realizado na plataforma Java, linguagem de fácil acesso, orientada a objetos, interativa com o usuário e bastante utilizada no mercado. O sistema utilizará paralelamente uma conexão com banco de dados, que é o responsável por armazenar todas as informações geradas pelo software.

Através da plataforma, banco de dados e a interface do software, o sistema realizará o cálculo de materiais para auxiliar o usuário na hora de construir ou reformar uma determinada área. O sistema contará com um filtro por onde poderá ser pesquisado o que deseja ser construído para que possa ser efetuado o cálculo e retornada à quantidade de materiais necessária para determinada requisição.

5.2 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Para o desenvolvimento do sistema foi necessário à instalação e configuração da ferramenta Android Studio e suas plataformas adicionais para geração da interface.

Outra ferramenta necessária será a construção e configuração de uma máquina que tenha como função ser o servidor, nela será instalado e configurado o

SQLSERVER 2013, ativando suas extensões para que as tabelas embutidas no servidor possam ser manipuladas assim como os registros no banco de dados. Já para o armazenamento em dispositivos móveis, a plataforma escolhida e que ficará responsável por esse gerenciamento é a SQL Lite. Sua versão Lite é mais leve, porém com as mesmas funcionalidades, dessa maneira ela contribuirá para o melhor desempenho do software para celulares.

A ferramenta utilizada para a modelagem UML será o Astah Community, ele foi escolhido por ser um software gratuito, com uma interface simples e de fácil entendimento, além de dar suporte a vários tipos de diagramas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados e discussões desta pesquisa.

6.1 FUNCIONAMENTO

Ao abrir o sistema Construa Fácil o usuário se depara com uma tela inicial do sistema, no qual se encontram quatro opções, detalhadas a seguir:

- e) Parede: onde é realizado o cálculo dos materiais necessários para a construção de uma parede
- f) Telhado: onde é possível realizar o cálculo das telhas.
- g) Pintura: onde é calculada a quantidade de tinta a ser utilizada, assim como o numero de demãos que o usuário deseja.
- h) Piso: onde é possível inserir o tamanho do piso e calcular a quantidade de pisos necessários para cobrir determinada área.

Figura 1 – Tela inicial para seleção do material a ser calculado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O software tem como principal função os cálculos básicos para a construção ou reforma de determinada área. Ele pode ser utilizado por uma pessoa leiga, uma pessoa que tem um pouco de curiosidade sobre construção, quanto por profissionais da área como uma forma de facilitar na hora de fazer o cálculo desses tipos de materiais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da proposta inicial do projeto, conclui-se que o sistema Construa Fácil conseguiu atender grande parte dos requisitos e os objetivos supracitados, no qual disponibiliza uma interface limpa e clara, além de uma navegação interativa com fácil acesso, facilitando assim a usabilidade dos usuários.

O sistema atende de ótima maneira profissional da construção civil e áreas relacionadas. Executando varias tarefas como o cálculo de materiais, o que torna a interação com o cliente, mais confiável.

O software demonstra a interligação das áreas de informática e engenharia civil, mostrando como um mundo esta ligado ao outro, e como ambos podem se

interagir de maneira positiva em vários aspectos, sendo válido para todos os setores.

Portanto o Construa Fácil, se classifica em um software facilitador de grande importância nesse ciclo profissional de engenharia.

REFERÊNCIAS

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: guia do usuário**. São Paulo: Elsevier Editora Ltda., 2005.

BRITO, F. PINHO, B; ALOÍSIO, T. D. A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1920-2010. Dezembro, 2012. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20464.pdf>>. Acesso em: 5 de abr. de 2016.

CBIC. A Produtividade da Construção Civil brasileira. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/constciv.pdf>>. Acesso em: 19 de mar. de 2016.

CLARO, D. B.; SOBRAL, J. B. M. **PROGRAMAÇÃO EM JAVA**. Copyleft Pearson Education. Florianópolis, SC. Disponível em: <<http://homes.dcc.ufba.br/~dclaro/download/Programando%20em%20Java.pdf>>. Acesso em: 29 de maio de 2016.

CLAUDIO, A. Introdução a teste de software. **DEV MEDIA**, Rio de Janeiro, 201-. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software-introducao-a-teste-de-software/8035>>. Acesso em: 26 maio. 2016.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V. **Critérios para desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho vinculados aos objetivos estratégicos de empresas da construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002. Curitiba. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR19_0110.pdf>. Acesso em: 10 de mar. de 2016.

CRAIG, R. D., JASKIEL, S. P. **Systematic Software Testing**. Boston: Artech House Publishers, 2002.

FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V.; CESARE, C. M. de; SOIBELMAN, L. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf>>. Acesso em: 29 de mar. de 2016.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INDUSIAK, LEANDRO SOARES. **Linguagem Java**. 1996. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~arfs/introjava.pdf>>. Acesso em: 29 de maio de 2016.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA, CIFE, 1992. Technical Report 72.

OLIVEIRA, L. R.; MEDINA, R. D. **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação**. 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/4aLeandro.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2016.

PELACANI, VALMIR LUIZ. **Responsabilidade na Construção Civil**. Curitiba: CREA-PR, 2010.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. São Paulo: ARTMED, 2006.

Resíduos da construção civil e o estado de São Paulo. SINDUSCON. São Paulo, 2012. Disponível em:

<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2012/09/residuos_construcao_civil_sp.pdf>

Acesso em: 11 de mar. de 2016.

SHINGO, S. A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Toquio, Japan Management Association, 1981.

SKOYLES, E.F.; SKOYLES, J.R. Waste prevention on site. London, Mitchell, 1987.

TUCKER, ALLEN B.; NOONAN, ROBERT E.. **Linguagem de programação:** princípios e paradigmas. São Paulo: AMGH Editora Ltda., 2010.