



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – DECA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VICENTE VICTOR CABRAL LEITE

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O ACOMPANHAMENTO FÍSICO DE
OBRAS DE EDIFICAÇÕES

João Pessoa – PB

2022

VICENTE VICTOR CABRAL LEITE

**SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O ACOMPANHAMENTO FÍSICO DE
OBRAS DE EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal da Paraíba – PB, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Profº Dr. Francisco Jácome Sarmiento.

João Pessoa – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L533s Leite, Vicente Victor Cabral.

Solução computacional para o acompanhamento físico
de obras de edificações / Vicente Victor Cabral Leite.

- João Pessoa, 2022.

34 f. : il.

Orientação: Francisco Jácome Sarmento.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Programa. 2. Quantitativo de materiais. 3.
Verificação de serviços. I. Sarmento, Francisco Jácome.
II. Título.

UFPB/CT

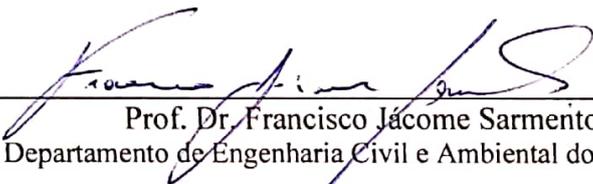
CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

VICENTE VICTOR CABRAL LEITE

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O ACOMPANHAMENTO FÍSICO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso em 05/12/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:



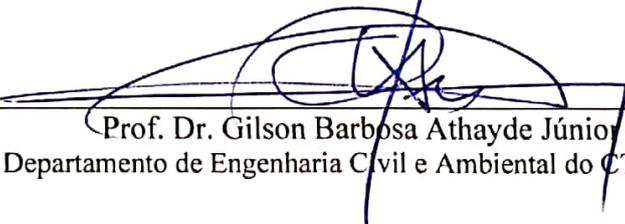
Prof. Dr. Francisco Jácome Sarmento
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.º Dr. Givanildo Alves de Azerêdo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.ª Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho à minha tia Aciza, que por mais que não esteja aqui, sei que gostaria muito de ver este dia chegar. Gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por estar concluindo mais este ciclo de minha vida, por ter me dado forças quando queria desistir e por sempre me guiar quando estava cego diante dos problemas da vida.

Aos meus pais, Buga e Lindalva, que sempre me guiaram no caminho da educação e me mostraram que a vida pode ser bem dura às vezes, mas que apesar de tudo, eu deveria continuar com a cabeça erguida e seguir em frente. Obrigado por não desistirem de mim e por não medirem esforços para um dia eu alcançar o sucesso. Devo tudo isso a vocês.

À minha tia Aciza, que apesar de não estar mais presente entre nós, foi a pessoa que mais me apoiou em relação aos meus estudos. Sempre ficava orgulhosa com todas as minhas conquistas acadêmicas e queria muito que ela estivesse aqui para presenciar este dia. O meu mais sincero obrigado vai para a senhora, minha segunda mãe.

Aos demais familiares, que sempre estiveram me apoiando e torcendo pelo meu sucesso.

A todos os meus amigos que estiveram presentes nessa minha jornada. Um agradecimento especial para Adriano, Almir, Clécya, Eduardo, Henrique, Sandra e Valquíria, por sempre estarem ao meu lado, me animando e dando forças para continuar. Amo todos vocês e agradeço de coração por existirem.

Aos professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, prestigiada instituição pública, por terem proporcionado tantos aprendizados ao longo desta caminhada. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Jácome Sarmento, pelo apoio e disponibilidade ao longo desse período para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Ao Prof.º Dr. Givanildo Alves de Azerêdo e ao Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior, que se dispuseram a participar da banca examinadora do trabalho de conclusão de curso.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os que, de alguma forma, colaboraram para com esse ciclo que hoje chega ao fim.

Obrigado a todos, de todo meu coração!

“Há uma forma de fazer isso melhor, encontre-a.”

(Thomas Edison)

RESUMO

Um canteiro de obra é um local repleto com as mais diversas tarefas que a construção civil pode oferecer, tarefas essas que podem variar entre a construção de uma sapata quadrada e a colagem de pastilhas cerâmicas em uma fachada. Cada fase merece a sua devida atenção, conferência e manejo de materiais adequados para que, ao final do processo, tudo saia conforme o planejado. Sendo assim, essa é a essência do controle físico de toda e qualquer obra de edificação. Diante do cenário apresentado, se faz necessário a criação constante de planilhas, textos ou demais formas para registrar o acompanhamento e conferência de cada um desses processos de construção, além de tornar-se necessário um método mais ágil para simplificar a realização de alguns cálculos fundamentais para que o processo possa ocorrer. Portanto, a criação de uma solução que possa acelerar tais processos e deixá-los arquivados para consultas posteriores acaba sendo viável nesta ocasião. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi automatizar o cálculo de alguns quantitativos de materiais e criar um modelo editável de planilha com gravação de dados para que se possa gerar simples relatórios que facilitam a inspeção de alguns serviços dentro de um canteiro de obra. O programa foi desenvolvido no aplicativo Visual Studio, utilizando a linguagem de programação Visual Basic. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos métodos para o cálculo volumétrico de algumas estruturas, além de uma pesquisa mais aprofundada na lógica computacional do Visual Basic. Em seguida, foi desenvolvida a interface do programa, bem como toda a sequência lógica de instruções, com posterior realização de testes a fim de verificar se os resultados obtidos e as automações estavam sendo realizadas corretamente. Por fim, foi desenvolvido um programa que permite o cálculo do volume de concreto, quantitativo de materiais e uma verificação de serviços desde a fundação até a fase de acabamentos externos, uma ferramenta propícia para acelerar o cálculo do total de materiais necessários em tais situações e o processo de avaliação de dados de checagem de obra em diversos tipos de canteiros.

Palavras-chave: Programa. Quantitativo de materiais. Verificação de serviços.

ABSTRACT

A construction site is a place filled with the most variable tasks that civil construction may offer. Such tasks can vary between the construction of a squared shallow foundation and the glueing process of ceramic tablets in a frontage. Each fase deserves it's due attention, like the process of checking and handling of adequate materials so that, at the end of the process, everything turns out as planned, thus, this is the essence of fisical control of any and all building work. Faced with this scenary, the constant criation of spreadsheets, scripts or other types of registration taking of the monitoring and checking of each of these processes of construction are required, and beyond that, a quicker method to simplify the execution of some fundamental calculations so that the process can take place. Therefore, the criation of a solution that may speed such processes up and arquite them to be consulted posteriorly ends up being viable in this occasion. In that regard, the goal of this project was to automate the calculation of some materials' quantity and create an editable template of a spreadsheet with data recording so that it can generate simple reportings that make the inspection of some services in the construction site easier. The program were developed in the application Visual Studio, using the Visual Basic programing language. Initially, a literature review about the volumetric calculation method of some structures was made, besides, a more profound reserch based on the Visual Basic computational logic. After that, the program interface was developed, as well as all of the logic sequence of instructions, with subsequent testing in order to verify if the results taken and the automations were being carried out correctly. Finally, a program that allows the calculation of the concrete volume, materials' quantity and service verification, form the foundation to the external finishing stage was developed, a propitious tool to speed up the total calculus of the necessary materials in such situations and the process of data rating and checking of work in many kinds of construction sites.

Keywords: Program. Quantity of materials. Service verification.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- INTERFACE DO VISUAL STUDIO.....	18
FIGURA 2- FERRAMENTAS DO VISUAL BASIC	19
FIGURA 3- DIVISÕES DE UMA SAPATA	22
FIGURA 4 - ESCADA MODELO U.....	24
FIGURA 5 - MODELO DE INTERFACE DE GERAÇÃO DE FVS'S	27
FIGURA 6 - INTERFACE INICIAL DO CONSTRUPLAN	28
FIGURA 7- INTERFACE – SAPATAS QUADRADAS.....	29
FIGURA 8: INTERFACE – VIGAS.....	29
FIGURA 9 - INTERFACE – PILARES	30
FIGURA 10 - INTERFACE – LAJES MACIÇAS DE CONCRETO ARMADO	30
FIGURA 11 - INTERFACE – ESCADAS TIPO U.....	31
FIGURA 12 - INTERFACE – ALVENARIAS	31
FIGURA 13 - INTERFACE – PISOS.....	32
FIGURA 14 - INTERFACE – FACHADAS	32
FIGURA 15 - INTERFACE – ESCADAS TIPO U COM APLICAÇÃO EXPERIMENTAL	33
FIGURA 16 - MENSAGEM DE ERRO APÓS DIGITAÇÃO DE VALOR ERRÔNEO.....	33
FIGURA 17 - INTERFACE – CONFERÊNCIA DE ESCADAS TIPO U.....	34
FIGURA 18 - INTERFACE – CONFERÊNCIA DE ESCADAS TIPO U.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - FVS de paredes feitas com tijolos cerâmicos	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas

FVS – Ficha de Verificação de Serviços

VB - Visual Basic

VS – Visual Studio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.3 METODOLOGIA	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 VISUAL STUDIO E VISUAL BASIC	18
2.2 FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS	19
2.3 QUANTITATIVO DE MATERIAIS	20
3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA	22
3.1 PRIMEIRA CLASSE – CÁLCULO DE QUANTITATIVOS.....	22
3.1.1 Volume de concreto em sapatas retangulares	22
3.1.2 Volume de concreto em vigas e pilares	23
3.1.3 Volume de concreto em escadas	24
3.1.4 Quantitativo de tijolos e peças cerâmicas	25
3.2 SEGUNDA CLASSE – CRIAÇÃO DE PLANILHAS.....	26
4. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

Canteiros de obras passam por diversas modificações ao longo da construção de seus empreendimentos, onde cada fase representa uma etapa do método construtivo que deve ser acompanhada em cada um dos seus detalhes para que o resultado final seja o esperado.

Esse acompanhamento é feito através de fichas de verificação de serviços (FVS), que são documentos utilizados em gestão de obras para verificar a qualidade e o cumprimento de normas técnicas dos serviços (Ribeiro, 2022). Tal documento visa tornar possível a melhor vistoria das etapas construtivas de uma edificação, tornando o resultado final mais seguro e confiável, além de poupar o tempo de quem as utiliza, pois, como todo documento, elas guardam informações que serão úteis posteriormente.

A problemática se encontra quando este tipo de arquivo é físico, ou seja, pode ser facilmente perdido ou extraviado, que, por consequência, trará mais trabalho para o colaborador que as manuseia, ou seja, este terá que refazer a conferência para obter o resultado anterior.

Além destas conferências, um canteiro de obra é repleto de cálculos para o controle de materiais e serviços que o compõem, sendo estes cálculos muitas vezes simples, mas que acabam demandando um certo tempo que poderia ser utilizado em outras tarefas, como por exemplo, a vistoria dos serviços que utilizam esses materiais.

Perante o exposto, encontra-se a necessidade de aprimorar essas técnicas e cálculos já implementados na construção civil, com o intuito de reduzir a carga de trabalho e aumentar a eficiência no canteiro de obras.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral a automatização do cálculo de quantitativos de alguns materiais comuns de serem usados em obras de edificações e geração, edição e gravação de fichas de verificação de serviços.

1.1.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- a) Desenvolver um programa de computador em Visual Basic que com a entrada de alguns dados pelo usuário seja capaz de apresentar o valor correto de uma determinada expressão que demonstra a quantidade necessária de material a ser utilizado.
- b) Desenvolver, dentro deste mesmo programa, uma planilha simples de controle de serviços que pode ser acessada, editada ou gravada.

1.2 JUSTIFICATIVA

Calcular o resultado para o volume de concreto de uma laje ou escada, bem como verificar se o quantitativo de tijolos para uma parede está correto são tarefas simples, mas muitas vezes de cunho tedioso, demandando mais tempo que o previsto para o colaborador conseguir realizar essas tarefas. Ademais, o controle dos serviços que envolvem esses materiais requer certa atenção com o manuseio dos dados, por exemplo, a verificação da ferragem de uma laje maciça, antes de ser concretada, é imprescindível. Logo, temos a necessidade de armazenar os dados com certa cautela, para posterior verificação.

A escolha do tema deste trabalho se deu tendo em vista a possibilidade de oferecer um serviço que automatize estas circunstâncias, visto que com um programa é possível agilizar o cálculo do volume de concreto de uma sapata quadrada, além de ser possível gerar uma planilha padrão para a sua verificação, onde é correto afirmar que os dados poderão ser salvos com uma maior garantia de segurança e rapidez para acessá-los.

Desta forma, a linguagem de programação utilizada neste trabalho foi o Visual Basic (VB), integrante do Visual Studio (VS), que é o ambiente para desenvolvimento de aplicativos da Microsoft. Além da potencialidade para o alcance dos objetivos, essa escolha se deu devido a já haver, por parte do autor, uma base de conhecimentos da ferramenta, uma vez que o seu funcionamento já havia sido abordado durante a graduação, na disciplina de Programação Aplicada à Engenharia Ambiental, ministrada pelo Prof. Dr. Francisco Jácome Sarmento, orientador deste trabalho.

De forma geral, diante dessas necessidades simples, porém viáveis para aumentar a rapidez e segurança de dados no método construtivo de edificações, optou-se por escrever uma sequência lógica de instruções na linguagem VB para obtenção desses resultados de forma imediata e segura, oferecendo subsídios para a tomada de decisões na área.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho busca descrever as etapas executadas para a criação de um programa computacional capaz de gerar planilhas de FVS e calcular a quantidade de materiais em diversas situações para várias etapas de uma obra de edificação, sendo elas:

- a) Definição da linguagem de programação a ser utilizada para elaboração do programa;
- b) Realização de estudos preliminares sobre a linguagem;
- c) Escrita e depuração do programa;
- d) Manual de utilização e aplicação em caso real;
- e) Conclusões.

A primeira etapa consistiu em definir uma linguagem de programação para que se procedesse a geração das FVS's e os cálculos de quantitativo de materias; objetivos principais deste trabalho. Diante da eficiência em problemas que envolvem repetição e automação, a linguagem escolhida foi o *Visual Basic* (VB), integrante do *Visual Studio* (VS), conforme colocado no item 1.2 deste trabalho.

A segunda etapa consistiu em um estudo mais aprimorado sobre a linguagem escolhida, já que esta, por ter uma gama de possibilidades para a definição de uma instrução, mereceu um estudo mais refinado para melhor satisfazer o proposto.

A próxima etapa consistiu em desenvolver a interface, escrever o código, e depurar o programa, de forma a proporcionar resultados rápidos e confiáveis e atingir o objetivo principal com excelência.

Executado o programa, foram realizados alguns testes para fim de conferência, de forma que foram calculados, manualmente, alguns quantitativos de materias e gerações de planilhas. Logo após, as mesmas condições eram inseridas no programa para verificar a coerência numérica dos resultados (obtenção dos valores de forma imediata). Em todos os

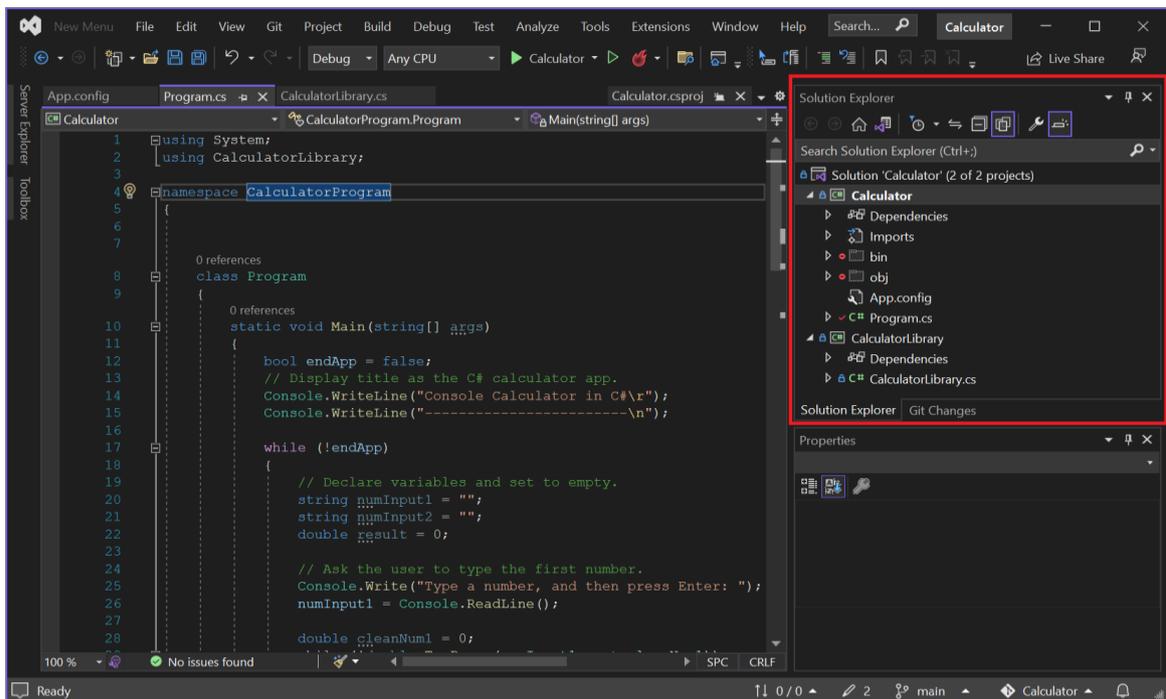
testes postos em prática, os resultados coincidiram. A importância desses testes consistiu em se ter assegurado que os resultados obtidos por meio do programa estivessem corretos. Ainda na quarta etapa, foi produzido um manual de utilização, de forma a facilitar o entendimento da entrada de dados e obtenção dos resultados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VISUAL STUDIO E VISUAL BASIC

O *Microsoft Visual Studio* é um ambiente de desenvolvimento integrado da *Microsoft* para desenvolvimento de software especialmente dedicado ao *.NET Framework* e às linguagens *Visual Basic*, *C*, *C++*, *C#* e *F#* (VISUAL STUDIO, 2022). Abaixo temos um exemplo de como é a interface de inicialização deste ambiente (Figura 1).

Figura 1- Interface do Visual Studio



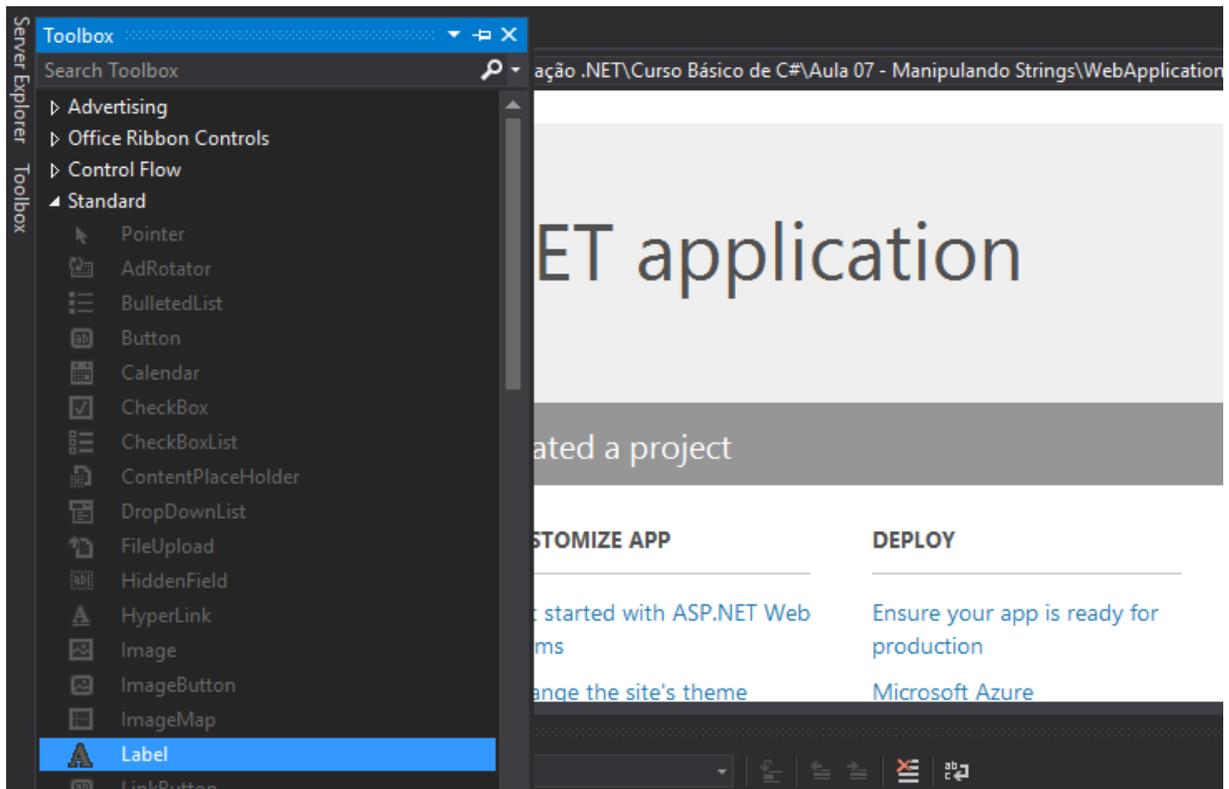
Fonte: Microsoft (2022)

A linguagem utilizada no *Visual Studio* foi o *Visual Basic* que essencialmente é:

uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida pela Microsoft. Também chamada de VB, ela facilita a criação de aplicativos e combina funções e comandos BASIC com controles visuais, além de fornecer uma interface gráfica de usuário GUI (Graphical User Interface), que permite ao desenvolvedor arrastar e soltar objetos no programa, além de escrever manualmente o código (NORMAS ABNT, 2016).

Ou seja, o VB, por ser uma linguagem orientada a objeto, faz uso de ferramentas gráficas que podem ser programáveis para apresentar a função desejada, como mostrado na Figura 2.

Figura 2- Ferramentas do Visual Basic



Fonte: Leo Antunes (2015)

Com estes recursos, fica viável a criação de um programa com a interface de um formulário do Windows, ou seja, a criação de um aplicativo semelhante aos aplicativos que são instalados no sistema operacional Windows.

2.2 FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

As fichas de verificação de serviços ou FVS, são documentos necessários para muitos processos formais. As FVS's podem ser consideradas um formulário de controle de qualidade, isso porque são acompanhadas de verificações na etapa do serviço executado.

Assim, ajudam a identificar falhas e trazer mais segurança ao resultado. Portanto, essa deveria ser uma exigência das empresas prestadoras de serviços para garantir a excelência no que fazem.

Esta documentação pode ser preenchida pelo próprio técnico ou pelo responsável pela vistoria. Como o formulário deve ser acessível a todos os funcionários, ele deve ser feito de maneira simples e de fácil identificação.

Uma FVS pode ser aplicada para a conferências de paredes de tijolos cerâmicos, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1: FVS de paredes feitas com tijolos cerâmicos

LOCAL DA CONFERÊNCIA	LOCAÇÃO	DIMENSÕES DAS PAREDES	NÍVEL	PRUMO	OBSERVAÇÕES
APTO 01					
APTO 02					
APTO 03					
APTO 04					
APTO 05					
APTO 06					
APTO 07					
APTO 08					
APTO 09					
APTO 10					

Fonte: Autor (2022)

De forma bem simples, é possível identificar se a alvenaria de um determinado apartamento está no prumo correto, bem como se as suas dimensões estão adequadas ao que foi definido em projeto, e assim por diante.

No trabalho em questão foram feitas 14 FVS, onde estão inclusas:

- Conferência de alvenarias;
- Conferências de cerâmicas;
- Conferências de chapiscos (internos e externos);
- Conferência de contrapisos;
- Conferência de escadas;
- Conferências de fundações;
- Conferência de lajes maciças;
- Conferência de pastilhas cerâmicas;
- Conferência de pilares;
- Conferência de rebocos (internos e externos);
- Conferência de Sapatas;
- Conferência de Vigas.

2.3 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

O quantitativo de materiais é o levantamento dos materiais de construção que serão utilizados durante as etapas de execução da obra, que são definidas de acordo com o projeto

executivo. Para que o quantitativo seja feito de forma correta, é necessário que todos os projetos da construção estejam bem definidos e detalhados.

Erros no quantitativo podem gerar grandes distorções na previsão de custo da obra, além de fazer com que o estudo de viabilidade, cronograma físico-financeiro e orçamento de obra apresentem resultados que não condizem com a realidade do projeto.

Os quantitativos são realizados de acordo com os projetos disponíveis. É impossível definir, por exemplo, a quantidade de areia, argamassa, brita e aço que será utilizada na estrutura se não existir um projeto estrutural, sendo possível apenas fazer estimativas (CARVALHO. M, 2022).

Este trabalho também conta com o levantamento de alguns materiais e recursos que são utilizados como matéria-prima para a criação dos serviços verificados nas FVS's. Por exemplo, em uma laje maciça necessita-se saber a quantidade de concreto que ela vai receber, considerando a taxa de desperdício que vem sendo notada.

Desta forma, os quantitativos que foram levantados para o aplicativo são:

- Quantitativo de concreto para sapatas, pilares, vigas, lajes e escadas;
- Quantitativo de tijolos para alvenaria;
- Quantitativo cerâmico para pisos, paredes e fachadas.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Para o desenvolvimento do programa, foi necessário dividi-lo em duas classes diferentes, sendo a primeira voltada para os cálculos básicos com intuito de levantar os quantitativos e a segunda classe sendo um espaço destinado a uma leitura de planilhas pré-estabelecidas pelo autor, a fim do usuário conseguir editar e atualizar as FVS's conforme ditado na planilha, além de conseguir salvar os dados para serem lidos posteriormente.

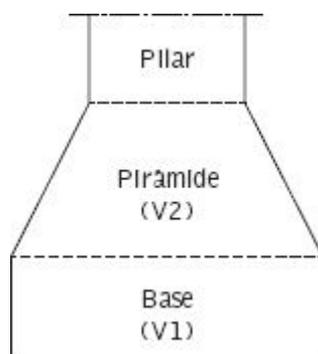
3.1 PRIMEIRA CLASSE – CÁLCULO DE QUANTITATIVOS

Como foi mencionado anteriormente, esta classe engloba todos os cálculos de quantitativos criados, citados no item 2.3 deste trabalho e que envolvem equações simples que são solucionadas instantaneamente pelo aplicativo, após inserção dos dados pelo usuário.

3.1.1 Volume de concreto em sapatas retangulares

Para a obtenção do volume de concreto de uma sapata quadrada ou retangular, deve-se ter ideia das dimensões impostas em projeto para a sapata em questão. Dito isso, as dimensões utilizadas como referência para a inserção de dados são as mostradas na figura 3:

Figura 3- Divisões de uma sapata



Fonte: Romário Ferreira (2011)

Considerando a sapata com dois volumes distintos, um tronco de pirâmide e um cuboide, temos que:

$$V1 = A1 * C1 * L1 \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

$V1$ é o volume do cuboide, em m^3 ;

$A1$ é a altura do cuboide, em m;

$C1$ é o comprimento do cuboide, em m; e,
 $L1$ é a largura do cuboide, em m.

$$V2 = \frac{A2}{3} * (C1 * L1 + C2 * L2 + \sqrt{C1 * L1 * C2 * L2}) \quad (\text{Equação 02})$$

Onde:

$V2$ é o volume do tronco de pirâmide, em m³;

$A2$ é a altura do tronco de pirâmide em m;

$C1$ é o comprimento do cuboide, em m;

$L1$ é a largura do cuboide, em m;

$C2$ é o comprimento da base superior do tronco de pirâmide, em m; e

$L2$ é a largura da base superior do tronco de pirâmide, em m.

Ao somarmos $V1 + V2$ se obtém um valor teórico para o volume de concreto que a sapata pode receber. Porém, na construção civil, trabalhar com o fator desperdício é essencial, que para o concreto gira em torno de 10% a 13%. Por consequência, foi adicionado uma taxa de desperdício ao cálculo, que ao ser multiplicada pelo volume final, fará com que o resultado obtido da quantidade de volume de concreto que a sapata necessita seja mais aproximado do valor que esta realmente irá demandar para ser realizada.

3.1.2 Volume de concreto em vigas e pilares

Para se obter o volume de concreto de pilares e vigas retangulares, essencialmente multiplicamos as suas dimensões, já que na construção civil, não é tão usual ter pilares ou vigas que mudam a área de suas seções em um mesmo plano, ou seja, em um pavimento, não é comum ver um pilar diminuindo ou aumentando a sua seção, ele permanece com as dimensões de projeto, por exemplo, o mesmo vale para as vigas.

Disto isso, foi utilizado a seguinte equação:

$$V_{PV} = A * C * L \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

V_{PV} é o volume do pilar ou da viga, em m^3 ;

A é a altura do pilar ou da viga, em m;

CI é o comprimento do pilar ou da viga, em m; e,

LI é a largura do pilar ou da viga, em m.

Novamente a taxa de desperdício deve ser inserida, para se ter uma ideia mais aproximada do real volume de concreto que a peça analisada deve possuir.

3.1.3 Volume de concreto em escadas

O cálculo do volume para as escadas é ligeiramente mais complexo e foi reduzido para escadas tipo U (figura 4), que são as mais comuns de serem vistas em obras de edificações.

Figura 4 - Escada modelo U



Fonte: D'Petros (2009)

Para a realização do cálculo do volume de concreto de uma escada tipo U, deve-se atentar que os degraus possuem uma pequena laje abaixo deles e que a escada é composta por um patamar. Dito isto, temos:

$$V_E = \left(\frac{Q * E * L}{2} \right) + (CL * LL * AL) + (CP * LP * AP) \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

V_E é o volume da escada, em m³;

Q é a quantidade de degraus;

E é o tamanho do espelho do degrau, em m;

L é a largura do degrau, em m;

CL é o comprimento da laje do degrau, em m;

LL é a largura da laje do degrau, em m;

AL é a altura da laje do degrau, em m;

CP é o comprimento da laje do patamar, em m;

LP é a largura da laje do patamar, em m; e,

AP é a altura da laje do patamar, em m.

Mais uma vez, a taxa de desperdício deve ser multiplicada ao final do resultado para se obter o valor mais aproximado de concreto a ser utilizado.

3.1.4 Quantitativo de tijolos e peças cerâmicas

Este levantamento se torna diferente dos demais, pois as peças cerâmicas vêm em caixas ou unidades, o que torna mais viável utilizar a área de peças que vem em uma caixa ou da face do bloco para se ter um levantamento quantitativo do que deve ser utilizado. Mediante o exposto, temos uma equação geral válida para as duas situações, mostrada a seguir:

$$Qc = Ac/ac \quad (\text{Equação 05})$$

Onde:

Qc é a quantidade de material que se deseja saber;

Ac é a área onde será aplicado o material, e;

ac é a área total da face ou das faces do material a ser aplicado.

Como citado anteriormente, o concreto necessitava de uma taxa de desperdício aplicada na fórmula para se obter um resultado mais aproximado da quantidade de concreto gasto na peça a ser concretada. O mesmo vale para pisos cerâmicos, pastilhas cerâmicas e blocos cerâmicos, já que há muitas avariadas no transporte e manuseio desse material, logo, uma taxa de desperdício também deve ser aplicada ao final da fórmula para se obter um resultado mais conciso. Geralmente esse valor varia entre 5% e 8%.

3.2 SEGUNDA CLASSE – CRIAÇÃO DE PLANILHAS

A criação de planilhas é um fator crucial para a geração de uma FVS. A maioria das fichas possui formato de planilha e geralmente assim é.

Sendo assim, o aplicativo deste trabalho tem como um dos objetivos gerar uma planilha padrão, que ao ser criada, pode ser acessada pelo usuário, onde este pode editá-la e posteriormente salvar os dados editados. Vale ressaltar que ao ser aberta novamente, a planilha conservará a última edição realizada, criando assim, um ciclo mais seguro de informações, além de diminuir o uso de papel para criar novas FVS's.

Abaixo, na figura 5, há um modelo de como é a interface desta configuração.

Figura 5 - Modelo de interface de geração de FVS's

The screenshot shows a software window titled 'Vigas' with a menu bar containing 'Volume de Concreto' and 'Conferência de Vigas'. The main area displays a table titled 'PLANILHA DE CONFERÊNCIA DE VIGAS' with the following columns: LOCAL DA CONFERÊNCIA, LOCAÇÃO, NIVEL, DIMENSÕES DA VIGA, ARMADURA, ESTRIBOS, ESPAÇAMENTOS, and OBSERV. The table contains rows labeled V1 through V9. Below the table, there are two buttons: 'Abrir Planilha' and 'Salvar Planilha'.

	LOCAL DA CONFERÊNCIA	LOCAÇÃO	NIVEL	DIMENSÕES DA VIGA	ARMADURA	ESTRIBOS	ESPAÇAMENTOS	OBSERV
▶	V1							
	V2							
	V3							
	V4							
	V5							
	V6							
	V7							
	V8							
	V9							

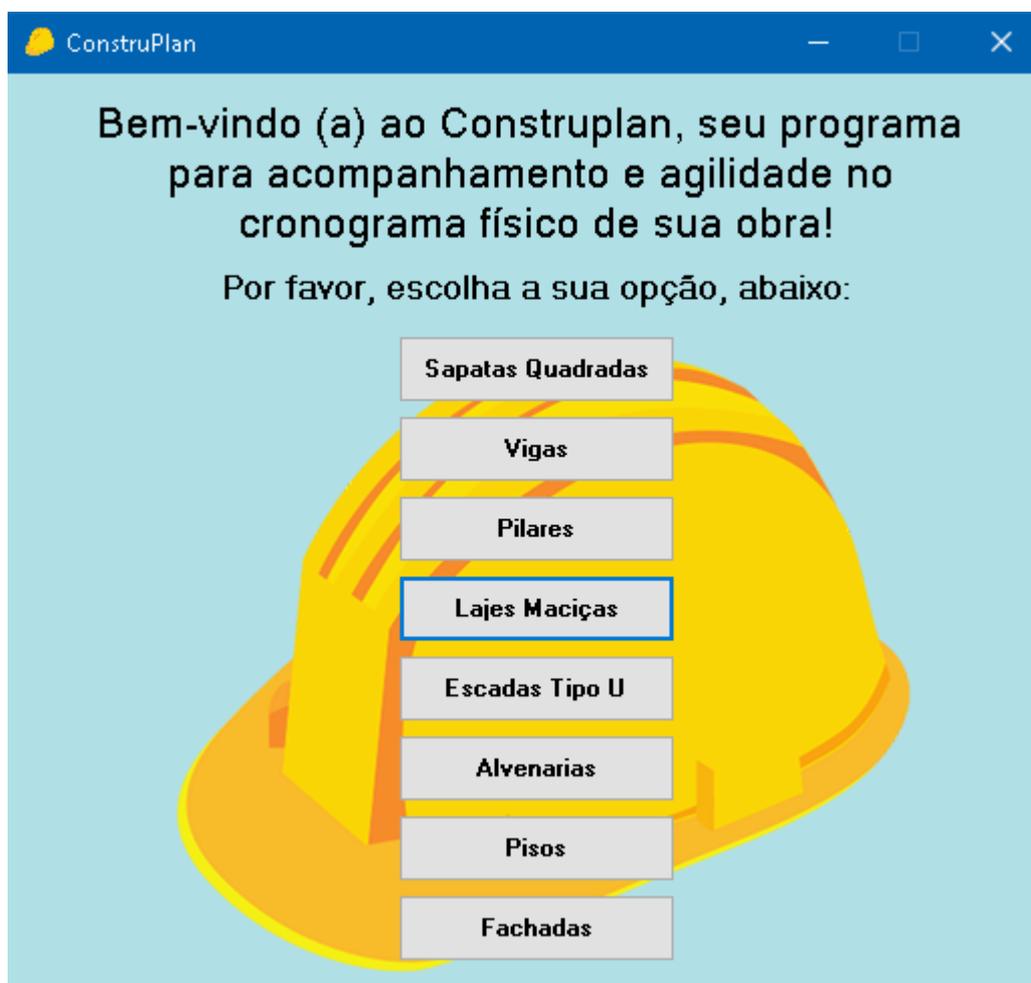
Fonte: Autor (2022)

Outro detalhe importante a ser citado é o fato de o aplicativo gerar e salvar as planilhas utilizando o sistema de arquivos do *Microsoft Office Excel*, a maior base atual para a geração de planilhas, o que torna, para o usuário, um uso muito mais prático, podendo, posteriormente, editar a planilha no próprio Excel, caso deseje.

4. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA

O programa em questão se chama Construplan e ao ser acessado o usuário irá se deparar com a tela apresentada na figura 6:

Figura 6 - Interface inicial do Construplan



Fonte: Autor (2022)

Ao selecionar um dos tópicos apresentados, uma nova janela será aberta apresentando as opções relacionadas ao tópico desejado. Da figura 7 à figura 14, mostra-se a interface de cada uma dessas janelas com suas opções:

Figura 7- Interface – Sapatas Quadradas

Dimensões da Base (m)

Largura:

Comprimento:

Altura:

Taxa de Desperdício (%)

Desperdício:

Dimensões do Cuscuz (m)

Largura da Base Inferior:

Comprimento da Base Inferior:

Largura da Base Superior:

Comprimento da Base Superior:

Altura do Cuscuz:

CALCULAR

Resultado (m³):

CUSCUZ
BASE

Fonte: Autor (2022)

Figura 8: Interface – Vigas

Dimensões da Viga (m)

Largura:

Comprimento:

Altura:

Taxa de Desperdício (%)

Desperdício:

CALCULAR

Resultado (m³):

Fonte: Autor (2022)

Figura 9 - Interface – Pilares

Pilares

Volume de Concreto Conferência de Pilares

Dimensões do Pilar (m)

Largura:

Comprimento:

Altura:

Taxa de Desperdício (%)

Desperdício:

CALCULAR

Resultado (m³):



Fonte: Autor (2022)

Figura 10 - Interface – Lajes Maciças de Concreto Armado

Lajes Maciças de Concreto Armado

Volume de Concreto Conferência de Lajes

Dimensões da Laje

Área da Laje (m²):

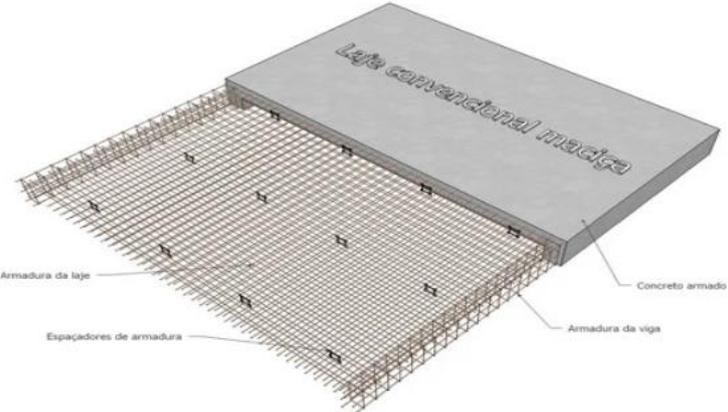
Altura (m):

Taxa de Desperdício (%)

Desperdício:

CALCULAR

Resultado (m³):



Fonte: Autor (2022)

Figura 11 - Interface – Escadas Tipo U

Escadas Tipo U

Volume de Concreto da Escada Conferência da Escada

Dimensões dos Degraus(m)

Quantidade de Degraus:

Espelho:

Largura do Degrau:

Comprimento do Degrau:

Comprimento da Laje:

Espessura da Laje:

Largura da Laje:

Dimensões do Patamar (m)

Largura do Patamar:

Comprimento do Patamar:

Altura do Patamar:

Taxa de Desperdício (%)

Desperdício:

Resultado (m³):

CALCULAR

Fonte: Autor (2022)

Figura 12 - Interface – Alvenarias

Alvenarias

Quantidade de Tijolos por Laje Conferência de Alvenaria Conferência de Chapisco Conferência de Reboco Quantidade de Cerâmicas por Apartamento Conferência de Cerâmicas

Dimensões das Paredes (m)

Comprimento dos Vãos:

Altura dos Vãos:

Área da Face do Tijolo (m²):

Taxa de Desperdício (%)

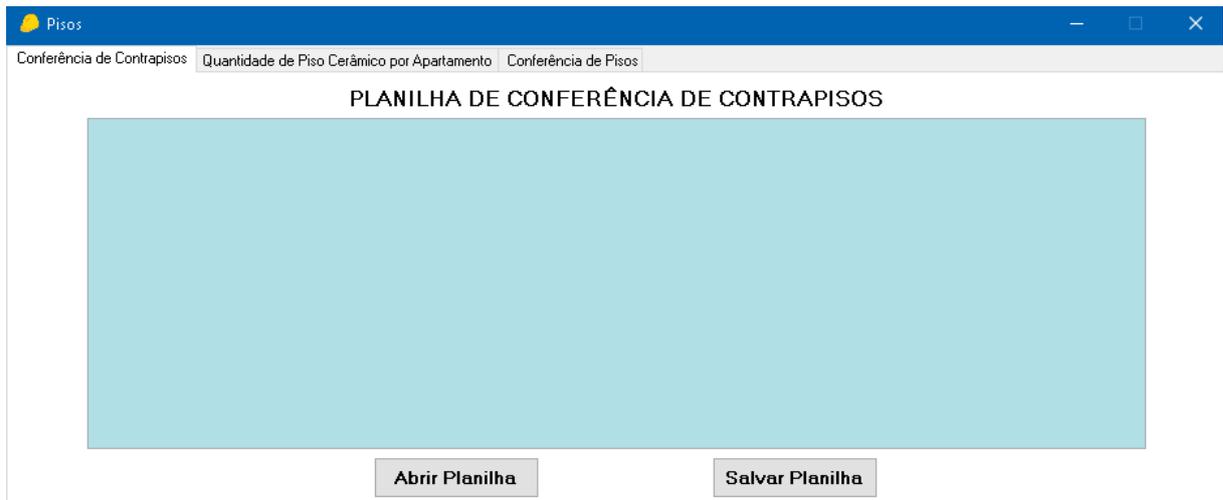
Desperdício:

CALCULAR

Resultado:

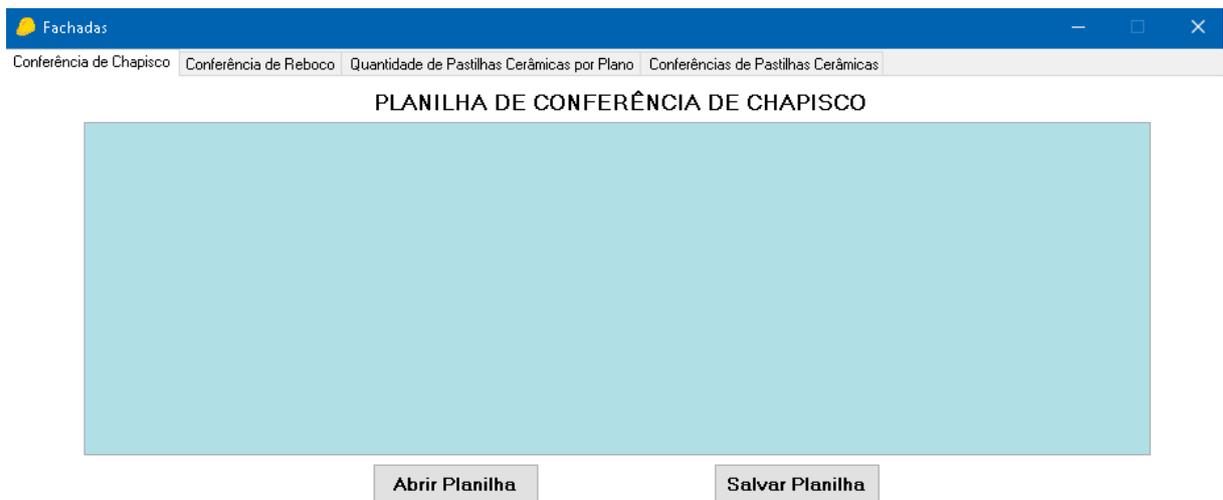
Fonte: Autor (2022)

Figura 13 - Interface – Pisos



Fonte: Autor (2022)

Figura 14 - Interface – Fachadas



Fonte: Autor (2022)

Ao inserir os valores pedidos em cada uma das caixas de texto, o programa retornará o resultado esperado, assim como lhe foi solicitado, de maneira instantânea e precisa, assim como mostra a figura 15:

Figura 15 - Interface – Escadas Tipo U com aplicação experimental

The screenshot shows the 'Escadas Tipo U' application window. It has two tabs: 'Volume de Concreto da Escada' and 'Conferência da Escada'. The interface is divided into several sections:

- Dimensões dos Degraus (m):**
 - Quantidade de Degraus: 18
 - Espelho: 0,15
 - Largura do Degrau: 1
 - Comprimento do Degrau: 0,5
 - Comprimento da Laje: 5,3
 - Espessura da Laje: 0,05
 - Largura da Laje: 1
- Dimensões do Patamar (m):**
 - Largura do Patamar: 1
 - Comprimento do Patamar: 2
 - Altura do Patamar: 0,2
- Taxa de Desperdício (%):**
 - Desperdício: 2
- Resultado (m³):** 1,37
- Diagrama:** A technical drawing of a U-shaped staircase with dimensions labeled: 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, 1,1, 1,10, 1,09, 1,0, 0,9, 0,8.
- Botão:** 'CALCULAR'

Fonte: Autor (2022)

Além disso, caso o usuário não insira nenhum valor ou insira valor negativo, o programa retorna uma caixa de mensagem, avisando que algum valor está inválido. A figura 16 exemplifica isso melhor:

Figura 16 - Mensagem de erro após digitação de valor errôneo

This screenshot shows the same software interface as Figure 15, but with an error message. The 'Largura do Degrau' field now contains the value '-1'. A dialog box titled 'Windows:App1' is overlaid on the interface, displaying a yellow warning triangle icon and the text 'Valor Inválido'. The 'OK' button is visible at the bottom of the dialog box. The rest of the interface, including the input fields and the 'CALCULAR' button, remains the same as in Figure 15.

Fonte: Autor (2022)

Por fim, como mostrado anteriormente, o programa também gera FVS's para serem editadas, como mostra na figura 17 e a figura 18 e ao final, após serem salvas, o programa indica que as alterações foram realizadas com sucesso.

Figura 17 - Interface – Conferência de escadas tipo U



Fonte: Autor (2022)

Figura 18 - Interface – Conferência de escadas tipo U



Fonte: Autor (2022)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa ConstruPlan foi desenvolvido visando oferecer facilidade aos técnicos e estagiários na hora da conferência e criação de relatórios, bem como a rapidez no cálculo de alguns processos durante a fase construtiva de uma edificação.

Com a elaboração do programa, foi possível o aprofundamento em temas como programação, cronograma físico em obras de edificações, cálculos de quantitativos de materiais e desenvolvimento de planilhas em *Excel*.

O programa permite calcular o quantitativo de diversos tipos de materiais e estruturas, bem com a criação eficiente de planilhas simples que podem ser alimentadas com dados usuais em fichas de verificação de serviços.

Apesar de constantes revisões durante o desenvolvimento do programa, e testes para comprovar a eficiência dos resultados obtidos, é possível que ao longo de sua utilização erros sejam descobertos. Destaca-se que essa ferramenta está em constante desenvolvimento e que críticas e sugestões serão de grande importância para seu aprimoramento.

O presente trabalho abre caminho para que órgãos públicos e empresas do ramo da construção civil possam introduzir uma ferramenta de análise de alternativas capaz de acelerar o processo de verificação e quantificação em algumas obras.

Por fim, fica como sugestão para trabalhos futuros o aperfeiçoamento do programa através da inserção de um cronograma financeiro, bem como outros tipos de estruturas para o cálculo de seus quantitativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Citação direta - Normas ABNT. Disponível em: <https://normas-abnt.espm.br/index.php?title=Cita%C3%A7%C3%A3o_direta>. Acesso em: 17 out. 2022.

Criando e abrindo um novo form - Curso Programação Completo C# Visual Studio - Aula 63. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7Vhl6GDNU7k&t=388s>>. Acesso em: 1 nov. 2022.

Instrução GoTo no Excel VBA - o que é e como usar. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9h-Lnfm9faw&t=102s>>. Acesso em: 1 nov. 2022.

Quantitativo de Materiais, o que é e por que fazer? | CarLuc. Disponível em: <<https://carluc.com.br/projeto-executivo/quantitativo-de-materiais/#:~:text=Materiais%20C3%A9%20importante%3F->>. Acesso em: 1 nov. 2022.

RIBEIRO, M. Ficha de Verificação de Serviço: o que é e para que serve nas obras? Disponível em: <<https://maiscontroleerp.com.br/ficha-de-verificacao-de-servico/>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SARMENTO, F. J. Engenharia Civil e Ambiental: Uma abordagem computacional. Ed. 1. São Paulo. 2020.

Tratamento de Erros no VBA (On Error GoTo). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b5hNcNAWYJg&t=1414s>>. Acesso em: 1 nov. 2022.

VB.net, Função e Sub - Visual Basic. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BvUS7Qow6kU&t=487s>>. Acesso em: 1 nov. 2022.

Visual Basic - saiba o que é e para que ele serve. Disponível em: <<https://www.digitalhouse.com/br/blog/visual-basic/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.