

**A ENGENHARIA SIMULTÂNEA COMO MELHORIA DE PROBLEMAS
RELACIONADOS AO GERENCIAMENTO DE PROJETOS INEFICIENTE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**SIMULTANEOUS ENGINEERING AS IMPROVEMENT OF PROBLEMS RELATED
TO INEFFICIENT PROJECT MANAGEMENT IN CIVIL CONSTRUCTION**

Camila de Souza Castro Chaves*

Eduardo Nascimento de Oliveira **

Vitor Hugo Lagrimante Lopes***

Carolina Fonseca de Farias****

Ana Flávia Ramos Cruz*****

RESUMO

Observa-se no ramo da engenharia civil, a indevida importância para um gerenciamento de projetos eficaz. Devido a isto, há falhas nesse meio, principalmente, por motivos de atrasos nas atualizações de informações durante o planejamento e andamento das obras. Com isso, há uma necessidade de adquirir ferramentas e métodos para fazer diferença no mercado. A falta do gerenciamento leva ao enfretamento de grandes dificuldades em todo o projeto. O objetivo deste trabalho é listar os principais problemas relacionados ao ineficiente gerenciamento de projetos na construção civil e avaliar de que modo o uso das plataformas de modelo de informação da construção (BIM) pode auxiliar na redução e minimização de problemas e falhas nas construções vinculados ao gerenciamento de projetos no contexto da engenharia simultânea. Em seu referencial teórico, a pesquisa aborda temas relacionados ao processo de projeto tradicional e o projeto simultâneo e os benefícios de uma eficiente coordenação de projetos vinculada à engenharia simultânea. Para a coleta de dados, o presente trabalho adota uma pesquisa bibliográfica, na qual são identificados aos maiores problemas relacionados ao gerenciamento de projetos ineficiente e pesquisas que utilizaram a modelagem BIM para combater esses problemas. Buscou-se, ainda, realizar um estudo de caso para identificação de falhas na concepção inicial de projeto com potencial melhoria com a modelagem em BIM. Observou-se que o uso da plataforma BIM auxilia em um gerenciamento de projetos mais eficiente, uma vez que é capaz de minimizar falhas de projeto e oferecer projetos mais inteligentes, integrados e otimizados.

Palavras chave: Otimização. Redução de Custos. Diferencial.

ABSTRACT

It is observed in the field of civil engineering, the lack of importance for an effective project management. Because of this, there are flaws in this medium, mainly due to delays in updating information during the planning and progress of the works. With that, there is a need to acquire tools and methods to make a difference in the market. The lack of management leads to facing great difficulties throughout the project. The objective of this work is to list the main problems related to inefficient project management in civil construction and to evaluate how the use of construction information model (BIM) platforms can help in reducing and minimizing problems and failures in constructions linked to project management in the context of simultaneous engineering. In its theoretical framework, the research addresses topics related to the traditional design process and simultaneous design and the benefits of an efficient project coordination linked to simultaneous engineering. For data collection, the present work adopts a bibliographic research, in which the biggest problems related to inefficient project management are identified and researches that used BIM modeling to combat these problems. We also sought to carry out a case study to identify flaws in the initial design of the project with potential improvement with BIM modeling. It was observed that the use of the BIM platform helps in a more efficient project management, since it is able to minimize project failures and offer more intelligent, integrated and optimized projects.

Keywords: Optimization. Cost Reduction. Differential.

*Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – camilasouza98@gmail.com – Graduanda em Engenharia Civil

**Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases - edunascimento1905@gmail.com – Graduando em Engenharia Civil

***Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – [vitorhugolagrimante@hotmail.com](mailto: ritorhugolagrimante@hotmail.com) – Graduando em Engenharia Civil

****Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – prof.carolina.farias@doctum.edu.br – Orientadora do trabalho

*****Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – prof.ana.cruz@doctum.edu.br – Coorientadora do trabalho

1 Introdução

O gerenciamento de projetos tem sido um tema muito discutido no meio da construção civil. Observa-se a necessidade do aprimoramento no uso do tempo, para que as construções sejam efetuadas com o menor custo possível, diminuindo os desperdícios e evitando retrabalhos. Estas são preocupações frequentes de projetistas e construtores. Com isso, a constante busca por meios de aprimoramento, principalmente nas fases iniciais da concepção de um empreendimento se tornou um diferencial para os profissionais e empresas.

Antigamente o campo de atuação da construção civil era restrito as atividades de produção e desenvolvimento de edificações. Com a crescente disputa e concorrência no neste setor, as construtoras começaram a buscar estratégias para implementar atividades de gestão que permitam acompanhar as mudanças ao ambiente, agregando valor aos negócios atuais e inovando nos novos negócios (MEDEIROS, 2012).

As maiores dificuldades encontradas atualmente são as fases de criação do escopo do projeto, agilidade na fase de concepção e criação das fases preliminares, equipes capacitadas para a execução das diversas etapas do empreendimento e a conciliação de duas ou mais equipes de funções diferentes atuando em conjunto em um mesmo ambiente de trabalho. Porém, o aumento da competitividade no setor e o aumento da complexidade dos projetos vêm exigindo também das construtoras a adoção de melhores práticas de gestão, fazendo com que a área ganhe importância dentro das corporações (PACHECO *et al.*,2016).

A pesquisa foi dividida em três etapas, sendo o referencial teórico sobre o que é o gerenciamento de projetos e a aplicação do gerenciamento de projetos no contexto da construção civil, com suas fases de aplicação e que são abordados conceitos da Engenharia Simultânea e do projeto simultâneo. Posteriormente os resultados dos principais problemas vinculados ao gerenciamento de projetos ineficiente, baseados em pesquisa bibliográfica. E por fim, um estudo de caso para avaliar a eficiência do uso da modelagem BIM na concepção das edificações, quando comparado ao projeto tradicional, desenvolvido em plataforma 2D.

Este trabalho tem como o objetivo principal expor a necessidade de um gerenciamento de projeto eficiente juntamente com a engenharia simultânea para que haja cada vez menos erros nas partes iniciais de um empreendimento , principalmente

na parte de projetos , que é uma área de grande responsabilidade por parte dos profissionais responsáveis pela criação da edificação sendo feito através de pesquisas bibliográficas juntamente com um estudo de caso específico, de um projeto feito por parte dos autores deste estudo.

Com isso, para que se obtenha os requisitos necessários para a compreensão deste trabalho, foi utilizado alguns objetivos específicos nas etapas de pesquisa, sendo estes a realização de pesquisas para o aprofundamento dos conhecimentos para o tema abordado, a avaliação do projeto específico deste trabalho na plataforma 2D (Autocad), a avaliação da fase de estruturação deste mesmo projeto na plataforma 3D (Revit), juntamente com o comparativo entre as duas plataformas para o desenvolvimento de melhorias para que o projeto compatibilizado, tenha a sintonia da parte arquitetônica e a estrutural, evitando o retrabalho e com isto, um menor custo para a obra, sucessivamente, o sucesso do projeto.

2 Referencial Teórico

2.1 O Gerenciamento de Projetos

É possível encontrar algumas tecnologias e guias para ajudar no gerenciamento de projetos, e uma deles é o guia PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*, que consiste em um guia reconhecido para trabalhar com o gerenciamento de projetos. Nele referencia-se sobre o PMI (*Project Management Institute*) com referências básicas de projeto (BOMFIN *et al.*, 2012).

O objetivo do PMBOK é:

Identificar o subconjunto do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos que é amplamente reconhecido como boa prática. “Identificar” significa fornecer uma visão geral, e não uma descrição completa. “Amplamente reconhecido” significa que o conhecimento e as práticas descritas são aplicáveis à maioria dos projetos na maior parte do tempo e que existe consenso geral em relação ao seu valor e sua utilidade. “Boa prática” significa que existe acordo geral de que a aplicação correta dessas habilidades, ferramentas e técnicas pode aumentar as chances de sucesso em uma ampla série de projetos diferentes (Valle *et al.*, 2007, p. 38).

Segundo o *Project Management Institute* (2000 *apud* Noro *et al.*, 2011), essa organização visa operar na área de projetos, orientando e normatizando esse quesito, pois o projeto precisa ter um começo e um fim bem elaborado, de modo que, pessoas

são direcionadas para alcançar os objetivos, mantendo os critérios de qualidade, prazo e custo.

É destacado por Rabechini *et al.* (2002) o significado de projeto:

“Uma organização de pessoas dedicadas que visam atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações ou empreendimentos únicos de altos riscos e devem ser completados numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo, todos os projetos necessitam de seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas.”

Em um projeto, existem também falhas nas entregas e em suas variadas funções, um exemplo disso é ter elementos construtivos repetidos presentes no mesmo, que ao final de um projeto, com essas falhas, ele não deixa de ser o projeto inicial. Porém, com o passar do tempo e com as informações sendo mais visíveis, esse mesmo projeto pode ter uma melhoria constante, com mais detalhamentos e informações. (BOMFIN *et al.*, 2012).

Segundo Bomfin *et al.* (2012) na década de 60 foi quando começou o gerenciamento de projetos, porém ele só foi aprovado pela sociedade na década de 90, pois era o tempo da globalização, no qual as empresas estavam obtendo uma elevada competitividade. O gerenciamento de projetos nesse tempo foi usado de várias formas, com termos diferentes, porém com um mesmo entendimento.

A partir do momento em que as empresas começaram a ver os resultados do gerenciamento de projetos, como custos sendo otimizados mais diretamente, entre outros pontos positivos, observa-se um maior número de resultados com sucesso (Kerzner, 2006, *apud* Noro *et al.*, 2011).

O sucesso é composto pela finalização de um cronograma, como prazo, custo e qualidade. Com isso um projeto com sucesso consiste em possuir fases como conceito, objetivos, qualidade na conclusão, tempo e custo, sendo avaliados e administrado. É importante também, conhecer os maiores erros e falhas que acontecem nesse meio, para que não seja repetido outras vezes. Alguns desses erros que podem acontecer são prazos não concluídos, custos elevados demais fora do limite desejável e o andamento da execução e a falta de qualidade necessária. Conhecendo tudo isso, as empresas podem se atualizar e investir em treinamentos e técnicas para os profissionais, assim, será obtido um projeto e planejamento de sucesso (Kelling, 2002 *apud* Noro *et al.*, 2011).

As etapas de um projeto, segundo Menezes (2001 *apud* Noro *et al.*, 2011) são:

- i) **Conceitual:** é a formação de tudo que está sendo proposto para criar uma ideia, inicia-se pelo nascimento da mesma até quando é aceita a proposta para a etapa de execução;
- ii) **Planejamento:** é a formação de toda a estrutura com detalhes de um projeto já aprovado, visando também a área operacional;
- iii) **Execução:** é a etapa com maior prazo, desenvolve os serviços propostos desde da etapa conceitual, tendo também a parte de prazos e orçamentos, podendo ter mudanças durante a etapa;
- iiii) **Final:** é a conclusão de todo o projeto, no qual pode ser encontrado algumas falhas que foram ocorridas durante as outras etapas.

2.2 O Gerenciamento de Projetos na Construção Civil

Tendo em vista o conceito e entendimento de um projeto, percebe-se que uma construção pode, também, ser entendida como projeto, segundo o conceito apresentado pelo guia PMBOK e por Rabechini *et al.* (2002). Existem, na construção de um empreendimento, prazos de início e fim, objetiva-se obter um produto final e necessita-se recursos para sua obtenção.

O processo de projeto do empreendimento envolve desde sua concepção e planejamento, até a fase de execução de obra e entrega desta, quando a edificação entrará em uso.

Segundo Melhado (1994 apud Monteiro *et al.* 2017), a ligação de projeto e planejamento apresenta grandes falhas, assim como outras ligações, projetos e fabricantes, distribuidores, materiais da obra e também na execução da mesma. Com isso, entende-se que para ter uma construção com um bom planejamento e com o seu andamento conforme o cronograma, deve-se dar uma importância maior para a etapa de elaboração de projetos, tendo uma coordenação dos processos otimizados. Para auxiliar tudo isso, utilizar a tecnologia é o grande canal para a interação de todas essas etapas de uma obra.

A construção civil tem avançado muito com o uso da tecnologia, visando por sistemas de excelente qualidade com um menor custo. Assim, é visível a necessidade de um bom planejamento para a obtenção de um produto final com qualidade e desempenho.

Para um bom planejamento de um empreendimento, devem ser consideradas as diferentes etapas que envolvem sua concepção e execução (MONTEIRO *et al.*, 2017).

A conclusão de cada etapa pode ser interferida por inúmeros motivos na fase de concepção, como problemas de compatibilização de projetos, inadequada coordenação de projetos, falta de comunicação entre equipes técnicas. Na fase de execução são inúmeros fatores intervenientes no bom andamento de cada etapa, como clima, geologia, topografia, falta de materiais e equipamentos, falhas de execução dos serviços, equipes técnicas não qualificadas, entre outros (MONTEIRO *et al.*, 2017).

Para a compreensão do gerenciamento de projetos na construção civil, vale destacar dois conceitos fundamentais: o processo de projeto tradicional e o processo de projeto simultâneo.

2.2.1 Processo de Projeto Tradicional

O processo de projeto tradicional envolve as compatibilizações de projetos desenvolvidas na fase de concepção dos empreendimentos ao longo dos últimos anos na construção civil.

Segundo Picchi (1993), a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor os variados projetos com a função de identificar os conflitos, bem como programar reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, com o objetivo de resolver interferências que tenham sido detectadas.

Segundo Monteiro *et al.*, (2017) existem vários métodos para se realizar as compatibilizações. O método mais fácil é com a sobreposição dos desenhos, através de desenhos do CAD 2D ou manualmente. Essa é a forma mais utilizada na prática, mas pode ocorrer algumas incoerências ao analisar todos os projetos de uma obra juntos.

Um exemplo simples sobre isso, quando se trata de projetos residências ou edifícios é quando o projeto arquitetônico e o estrutural não são feitos pela mesma pessoa ou empresa, por este método de sobreposição pelo CAD 2D, fica difícil a visualização da edificação completa como um todo, dificultando assim o aprimoramento entre os dois, para que a edificação não possua problemas futuros.

A Figura 1 apresenta um esquema simples de todos os projetos necessários pra que tenha um projeto executivo completo.

Figura 1 - Compatibilizaçã de projetos



Fonte: Lanzetta, 2015.

Na compatibilização, os projetos de diferentes especialidades são superpostos para verificar as interferências entre eles, e os problemas são evidenciados para que a coordenação possa agir sobre eles e solucioná-los.

Entretanto, o que ocorre muitas vezes é a ineficiente coordenação de projetos associada à atuação sequencial e não integrada dos agentes envolvidos no processo de projeto, o que leva à geração de falhas e retrabalhos com a adoção do processo de projeto tradicional.

Nesse sentido, o conceito de projeto simultâneo surgiu a fim de otimizar os problemas encontrados com o processo de projeto tradicional, que tem tido historicamente um caráter sequencial, configurando a Engenharia Sequencial.

2.2.2 A Engenharia Simultânea e o Conceito de Projeto Simultâneo

A Engenharia Simultânea (ES) busca uma maior incorporação dos diversos setores da empresa, e também dos mesmos com seus fornecedores e clientes, além de um maior sinergismo, o que gera projetos mais bem elaborados e capazes de impactar positivamente a produtividade e qualidade durante a produção e utilização

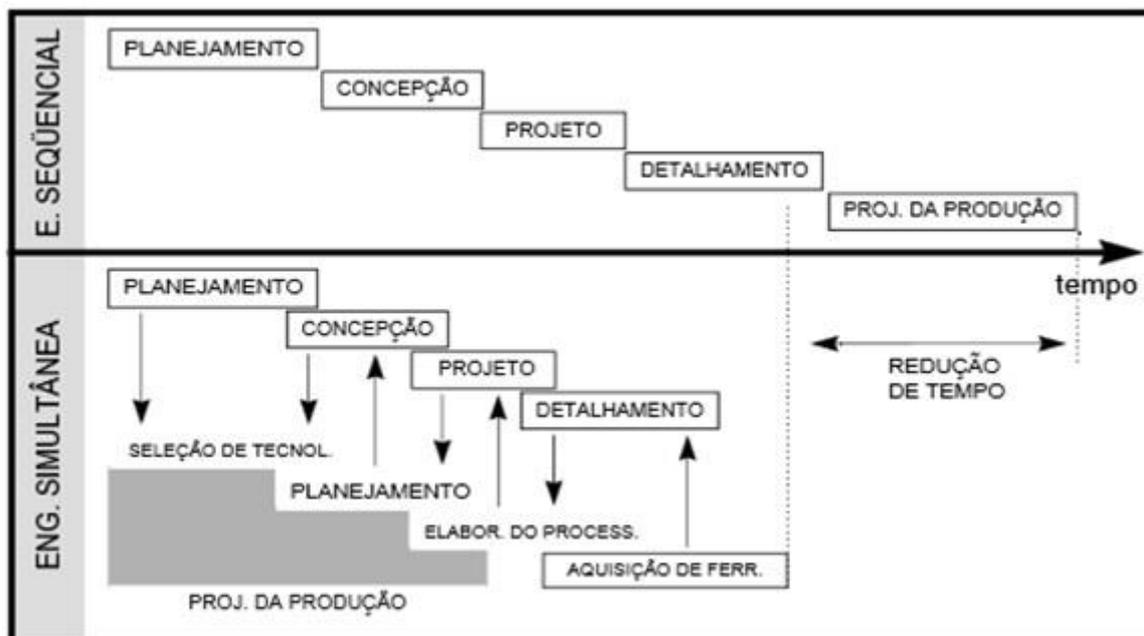
do produto (FABRÍCIO, 2002). São considerados os principais objetivos e benefícios da ES:

- Diminuição do tempo de projeto;
- Implementação de inovações;
- Aumento da qualidade durante a vida útil de produtos e serviços;
- Aumento da manufaturabilidade dos projetos;
- Ampliação da eficiência dos processos produtivos de bens e serviços.

A coordenação de projetos no contexto da Engenharia Simultânea consiste na interação de vários projetistas, desde as primeiras etapas do processo de projeto, no sentido de discutir e viabilizar as soluções para o projeto (FABRÍCIO, 2002).

Entre os fundamentos da Engenharia Simultânea vale ressaltar que as etapas do projeto devem ser realizadas de forma paralela, conforme a Figura 2, ao invés de ocorrerem de maneira sequenciada (como no processo de projeto tradicional) e que as mudanças, quando se tornarem necessárias, devem acontecer o quanto antes. Essas medidas tornam o processo mais vantajoso, econômico e mais rápido (CRESPO, 2013).

Figura 2 - Engenharia Sequencial x Engenharia Simultânea



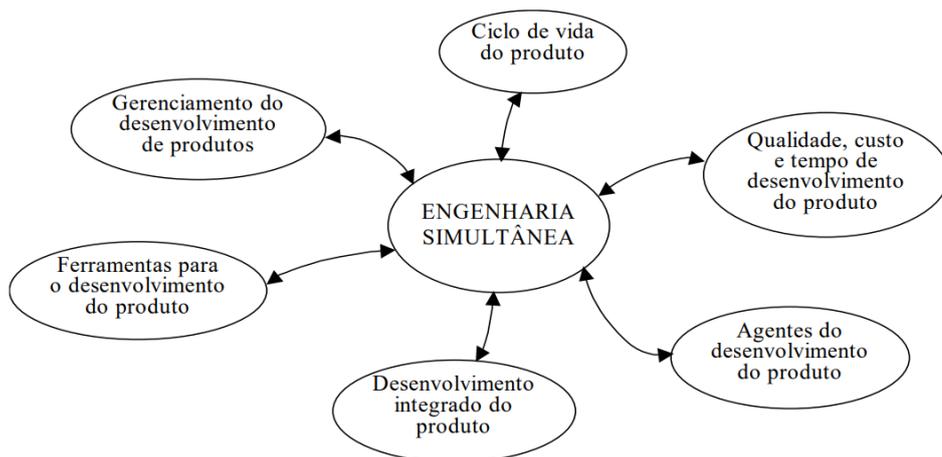
Fonte: Crespo, 2013.

Seguir o modelo de ES na construção civil não implica a rigidez e complexidade de métodos e ferramentas utilizados pela indústria em outros ramos. O conceito da Engenharia Simultânea quando aplicado à Construção Civil garante o aumento da eficiência produtiva e da qualidade dos possibilitando um destaque no mercado. Durante o desenvolvimento de projetos são estudadas alternativas e soluções para otimização do escopo sendo possível alcançar os objetivos e as metas estabelecidas como de prazo, de custos e de qualidade, além disso evita o retrabalho (CRESPO, 2013).

Para colocar em prática métodos da Engenharia Simultânea é necessário uma constante e ampla interação entre os departamentos da empresa e seus especialistas, de forma a proporcionar interação entre as equipes multidisciplinares e interdepartamentais. Para que esse esquema de trabalho funcione é essencial alterar o organograma de hierarquização rígida para um organograma matricial ou funcional com cruzamentos visando formar equipes de projeto. (FABRÍCIO, 2002).

Na Figura 3 é possível observar variáveis da Engenharia Simultânea que possibilitam o entendimento do tema.

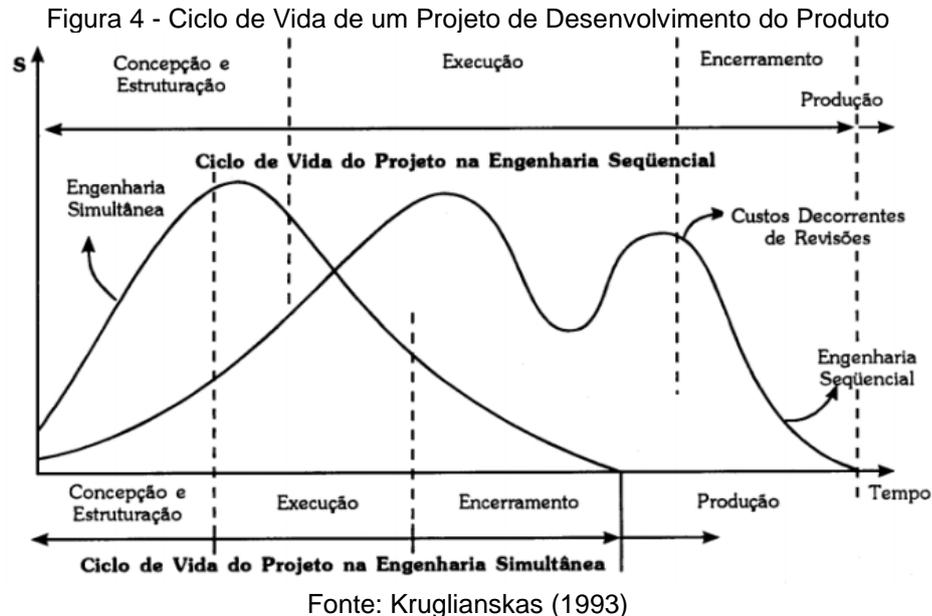
Figura 3 - Síntese dos principais elementos associados à engenharia simultânea



Fonte: Back *et al.*, 2000.

Na Engenharia Tradicional ou Sequencial os custos são mais elevados por motivo de prolongamento do tempo e pelas retidas revisões ao longo das fases de execução e encerramento do produto ou serviço. A Figura 4 retrata o ciclo de vida dos

projetos na engenharia sequencial (tradicional) e na engenharia simultânea, observando que os custos na ES são adiantados para a etapa de concepção e estruturação, sem se alongar, com isso os projetos são terminados com um tempo menor (KRUGLIANSKAS, 1993).



Dentre os conceitos que norteiam a implementação da Engenharia Simultânea encontra-se o “Projeto Simultâneo” que consiste em uma adaptação (ao setor) da Engenharia Simultânea que visa agrupar, durante o desenvolvimento dos projetos de edifícios, os interesses dos agentes participantes no empreendimento, considerando previamente e de maneira global as repercussões das decisões tomadas no projeto, na eficiência dos sistemas de produção e na qualidade dos produtos criados, abrangendo aspectos como: habitabilidade, construtibilidade, sustentabilidade e manutenibilidade da construção (FABRÍCIO, 2002).

Segundo Fabrício (2002) o projeto simultâneo tem como objetivo a elaboração de um modelo único de gestão do processo de um projeto conduzido por possibilidades e características setoriais, além de levar em consideração paradigmas de organizações de projetos atuais e novas tecnologias que auxiliam na organização de fluxos de informações além de tratamento dos mesmos. Para Júnior (2003) os elementos considerados principais na implementação do Projeto simultâneo na construção de edificações são:

- i) Reconhecimento do papel do projeto e pré-integração entre os vários especialistas e agentes do empreendimento antes da implementação do projeto;
- ii) Modificação cultural;
- iii) Valorização de parcerias entre os diversos agentes do projeto;
- iv) Reorganização do processo de projeto para coordenar os esforços de projeto;
- v) Uso de novas tecnologias (informática e telecomunicações) na gestão do processo de projeto.

Para realizar um processo de projeto de forma integrada e simultânea na construção civil devem ser adotados as características da ES como: Gestão da Qualidade, Estruturas Organizacionais, Grupo de Projeto e Tecnologia da Informação (CRESPO, 2013).

- **Gestão da Qualidade:** cada agente é responsável pela qualidade de sua etapa durante o procedimento. Além disso, são responsáveis por suprir as necessidades dos clientes afetando diretamente na qualidade do produto. Logo, a qualidade deve ser levada em consideração durante a criação do produto, a sua produção e uso do mesmo.
- **Estrutura Organizacional:** Requer muita interação entre departamentos e especialidades para que haja integração entre os agentes e formação de equipes multidisciplinares. O objetivo é manter uma estrutura que possibilita uma comunicação interativa, para garantir a distribuição das informações relevantes entre as pessoas que fazem parte da equipe de projetos.
- **Grupo de Projeto:** Visa concentrar os aspectos da estrutura organizacional e cultural relacionados a ação de projetar. Para o desenvolvimento da ES nesse cenário é necessário estruturar o projeto de maneira correta desde o início de sua concepção, levando em consideração os recursos necessários em cada etapa e prevendo necessidades futuras. Além disso, deve haver realização de múltiplas tarefas ao mesmo tempo, sobrepondo atividades, diferentemente do método tradicional, no qual as atividades eram sequenciais.
- **Tecnologia da Informação:** A utilização de tecnologias auxilia e possibilita a concepção de produtos através da Engenharia Simultânea. A tecnologia e telecomunicações permitem desenvolver projetos com resultados mais sofisticados e detalhados, buscando soluções de melhor qualidade para processos e produtos,

permitindo também uma análise mais global e interativa das soluções propostas; a criação de um banco de dados para salvar soluções anteriores e resultados alcançados, o que facilita na resolução de problemas em projetos futuros.

Sendo assim, para que se obtenha um eficiente gerenciamento de projetos e os problemas gerados por uma coordenação ineficiente de projetos sejam reduzidos, o uso de tecnologias da informação torna-se essencial. A tecnologia torna-se uma aliada para a garantia da agilidade da execução, um menor desperdício e a diminuição ou extinção do retrabalho. Uma ferramenta de grande potencial para isto, já usada em todo o mundo são as plataformas de modelo de informação da construção, como por exemplo a plataforma BIM (Building Information Modeling), cuja abordagem encontra-se no estudo de caso deste trabalho.

Segundo Melhado (1998), entende-se que existe uma grande dificuldade em empresas e ramos adjacentes, como os profissionais da área também, a se adequar e adaptar em relação às várias demandas que um projeto necessita, por esse motivo, surgiu a excelente proposta com uma gestão épica, o “Projeto Simultâneo”.

2.3 Problemas de Gerenciamento de Projetos

2.3.1 Problemas na Construção Civil

Segundo Moraes (2012), os problemas encontrados ainda na fase de projeto de um empreendimento podem ocasionar prejuízos ao projetista e para construtora, sendo assim, a solução para o bem de todas as partes seria o entendimento entre a equipe de projeto e a equipe de execução, em que a fase de projetos e o entendimento de seus detalhes é fundamental para o bom desenvolvimento de uma edificação e diminuir possíveis problemas e erros.

Os problemas mais comuns vinculados ao gerenciamento de projetos na construção civil são:

- Incompatibilidades entre diferentes projetos: A ausência de compatibilização pode ocasionar conflitos entre diferentes projetos e a conduzir custos complementares, podendo gerar decisões que sejam tomados equivocadamente durante a execução da obra, gerando patologias e diminuindo a qualidade da edificação (GIACOMELLI, 2014).

- Erros locação de pilar: Segundo Calçada (2014) A locação da obra é um serviço preliminar e é um dos processos mais importantes de uma edificação, mas ainda sim é um processo de mão de obra manual, sem auxílio de ferramentas de alto índice de precisão, assim aumentando a possibilidade de erros que podem ocasionar diversos problemas como diminuição de vãos internos.
- Falta de detalhamento dos projetos: Segundo Silveira et al., (2002), a maioria dos projetos não são feitos com os detalhes necessários à sua execução, ocasionando dúvidas e mau entendimento na execução, podendo assim ocasionar erros de execução e possíveis patologias.
- Falta de especificação de materiais e componentes: A falta da especificação de matérias e componentes adequados podem vir a ocasionar diversas patologias em uma edificação, sendo ocasionadas por materiais de qualidade sem equivalência ou até mesmo uma má utilização, como exemplificação, um porcelanato de baixa abrasão em um ambiente molhado (LUNGISANSILU, 2015).
- Baixa qualificação e desatualização da mão-de-obra: Como se é de conhecimento geral, no Brasil, a mão de obra na construção civil utiliza de processos altamente artesanais gerando diversos prováveis erros, é cultural o uso de métodos artesanais e existe muita relutância com a novidade na construção civil (CORREIA et al., 2017).

Com base nas pesquisas bibliográficas, foi elaborado um quadro das causas de problemas e gargalos mais percebidos na construção civil e em que fase elas mais ocorrem.

Quadro 1 – Fases em quais ocorrem problemas por falta de gerenciamento

Problemas	Fase em que mais ocorrem
Incompatibilidades entre diferentes projetos;	Especificidade do projeto.
Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas;	Erro de execução
Falta de detalhamento dos projetos;	Especificidade do projeto.
Detalhamento inadequado dos projetos;	Especificidade do projeto.
Falta de especificação de materiais e componentes.	Gerenciamento de materiais
Baixa qualificação e desatualização da mão-de-obra;	Erro de execução

Fonte: O autor, 2021.

Partindo dos dados do quadro 1, verifica-se que o adequado gerenciamento de projetos é essencial para reduzir e amenizar os problemas listados, em especial aqueles vinculados às etapas iniciais, como a etapa conceitual e a de planejamento, que tem interferência direta com o gerenciamento de projetos na construção civil, como:

- Incompatibilidades entre diferentes projetos;
- Falta de detalhamento dos projetos;
- Detalhamento inadequado dos projetos.

2.4 Problemas com Potencial de Melhoria com Uso da Plataforma BIM

2.4.1 A Plataforma BIM

Com a necessidade cada vez maior de haver o aprimoramento das técnicas necessárias para um projeto mais otimizado e detalhado possível, ferramentas computacionais foram desenvolvidas em prol da facilitação da produtividade dos profissionais, para que se tenha uma melhor visualização e coordenação de todo processo e especialidades de um projeto.

Com isso, consegue-se uma agilidade maior na fase de criação do empreendimento e uma melhor coordenação de todas as etapas, diminuindo consideravelmente os erros em todas as especialidades de um projeto.

Nesse sentido, o uso das plataformas BIM na concepção da Engenharia Simultânea se destaca frente ao processo de projeto tradicional, usualmente desenvolvido em 2D e com uma simples representação planificada do que será construído. Nos modelos de informação da construção, por sua vez, os projetos a serem desenvolvidos vão muito além da representação gráfica. Eles fornecem informações mais aprofundadas sobre a construção e seus elementos, além de promover uma integração entre as diferentes equipes de projeto e demais agentes envolvidos no processo de projeto, que passam a trabalhar de forma simultânea, diferentemente do que acontecia no processo de projeto tradicional e sequencial.

A plataforma BIM visa a criação de projetos inteligentes, através de uma modelagem de informações. Sendo assim, ela consegue unir várias etapas, como insumos, dimensões e espessuras (CARVALHO, 2017). É possível ainda fornecer

informações de custos, fabricantes de materiais e propriedades dos elementos constituintes da construção.

Em resultado do constante avanço tecnológico para suprir as novas necessidades de especificações na construção civil, surgem diversas novas ferramentas da Plataforma BIM, gerando diversos novos softwares BIM de empresas diferentes com funções de modelação similares. O primeiro contato com o conceito BIM normalmente gera confusão por pensar que se trata de um software, o que na verdade não é correto. Na verdade, o conceito teórico BIM é aplicável através de diversos softwares desenvolvidos para o efeito, trata-se de uma metodologia baseada em sistemas de informação (MONTEIRO et al., 2017).

Atualmente dividiu-se os softwares BIM em dois grupos de acordo com suas diferentes aplicabilidades: Modelação BIM e Gestão BIM. Os softwares de modelação BIM desempenham a função de modelagem da construção, que inclui desde a modelagem arquitetônica a modelagem estrutural e de instalações. Os softwares BIM de Gestão desempenham função de reunir e organizar informações fornecidas pelo grupo de modelação BIM, e assim fornece informações que auxiliam na análise de gestão da construção (MONTEIRO et al., 2017).

Dentre os softwares empregados no Brasil para a fase de concepção dos empreendimentos seguindo os conceitos trazidos pela modelagem BIM destacam-se:

- Autodesk Revit®: Segundo Monteiro et al.,(2017) o Autodesk Revit® é o mais popular e mais utilizado dentre as ferramentas BIM, ele tem função de fornecer recursos para todas as particularidades necessárias de um projeto.
- O Revit Architecture®: Era uma ferramenta utilizada apenas no meio arquitetônico, mas foi se desenvolvendo ao passar do tempo e foi se tornando o mais utilizado na plataforma BIM, hoje temos ferramentas como *Revit MEP*, voltado para redes e instalações e o *Revit Structures* voltado para o projeto estrutural (JIANG, 2011).
- ArchiCAD®: O ArchiCAD® é um dos mais antigos programas de CAD existente; começou a ser desenvolvido pela *Graphisoft*, em 1984 na Hungria. O software é pioneiro no conceito chamado *Virtual Building*, que pressupõe que a edificação precisa ser inteiramente modelada em 3D, para que a partir deste modelo sejam obtidas as vistas de documentação. Essa foi a primeira ideia que faz parte do início das experiências do que posteriormente seria chamado de sistema de trabalho em BIM. (GASPAR et al., 2014)

- Eberick: O software Eberick surgiu em 1996, no tipo CAD, para se desenvolver projetos de pilar, laje e vigas, sendo assim, abrangendo todo projeto estrutural em concreto armado, de uma maneira integrada, o *software* dispõe de ferramentas, e de uma entrada de dados de excelente sistema gráfico, assim ele obtém uma forma de fornecer o detalhamento de alguns tipos de fundações e dos elementos estruturais de uma edificação. O método de visualização do projeto arquitetônico é de forma gráfica, sendo estabelecida por níveis, um sobrepondo o outro, assim permitindo maior variedade de formas para se construir de maneira segura e econômica, e disponibiliza também a visualização da estrutura completada em 3D. Os resultados são fornecidos pelo *software* em planilhas e detalhada da maneira usada no mercado brasileiro, cada pavimento é dado em croqui de forma gráfica, que é fornecido por outros programas em formato DWG/DFX. O aprimoramento do Eberick é contínuo, a cada ano é lançada uma versão atualizada e com novidades, aumentando o desempenho possibilitando mais rapidez e eficiência, além de sempre estar de acordo com a NBR 6118 (SOUZA *et al.*,2017).
- Autodesk Navisworks®: O Navisworks da Autodesk é um *software* com integração BIM que fornece modelos 3D permitindo a melhor análise do projeto, recorrendo a ferramentas de integração, de análise e de comunicação entre equipes dentre os principais objetivos deste *software* está a integração entre as diferentes especialidades de um projeto e a detecção de conflitos entre todas as especialidades, os custos finais e a visualização de todo processo do projeto. O Navisworks permite que vários membros de uma equipe, trabalhem em um modelo conceitual do edifício antes de começar sua construção, obtendo assim maior facilidade e rapidez em sua construção, assim podendo reduzir custos. Com isso este software é voltado essencialmente para o planejamento e gestão do projeto antes e durante a construção. Este software permite analisar simultaneamente todos os projetos de especialidades, assim pode avaliar a existência de conflitos entre os projetos durante todo o processo construtivo, ao contrário do Revit que também detecta conflitos entre projetos, mas faz isso de uma forma mais rudimentar. O Naviswork permite a seleção de elementos individualmente ou a seleção de grupos de elementos, os quais pretendem analisar. Para melhor visualização dos conflitos encontrados é software permite

que sejam vistos em 3D, facilitando assim a solução dos problemas encontrados (CARREIRÓ *et al.*, 2017).

A seguir temos alguns autores (do Quadro 1) que tiveram sucesso na redução de problemas relacionados ao gerenciamento de projetos com uso da plataforma BIM:

O autor Leão de Lima em seu artigo “PLATAFORMA BIM COMO SISTEMA DE GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETO DA RESERVA CAMARÁ”, descreve os pontos positivos de um estudo de caso chamado Reserva Camará Localizado na Região Metropolitana do Recife, que tem um projeto voltado para atender diversas funções dentre elas: habitacional (22 torres residenciais e flats), institucional (universidade), comercial (2 empresariais e um *shopping center*), como também de serviços e lazer (*call center*, centro de convenções e museu, sede do Instituto Camará). O autor descreve como foi utilizado gerenciamento de projetos e com quais *software* o escritório de coordenação de projetos trabalhou, foram quatro softwares que se complementam entre si: Plataforma *Office*, AutoCad, Revit, Navisworks, Adobe Premiere Pro. O AutoCad em função de todos os projetos serem recebidos das empresas de projetos nessa plataforma. O Revit é usado para a modelagem BIM, o Navisworks para fazer a análise de projeto, o Adobe Premier Pro para criar e editar os vídeos de simulação 3D.

Desta forma os projetos foram recebidos em formato AutoCad e transformados para modelagem BIM. Após transferência para plataforma BIM, foi utilizado o software Naviworks para fazer análise e compatibilização dos projetos, logo com a transição surgiram incompatibilidades construtivas dos diversos projetos que foram solucionadas antes do início da construção, havendo assim um ganho grande de tempo e redução de custos uma vez que esses erros seriam percebidos somente na fase de execução. (LEÃO *et al.*, 2014).

Diversos autores falam sobre os aspectos da implantação da engenharia simultânea, o autor Degasperi *et al.*, descreve em seu artigo, “ESTUDO DA TECNOLOGIA BIM E OS DESAFIOS PARA SUA IMPLANTAÇÃO”, as inúmeras reduções de problemas em seus projetos o utilizar a plataforma BIM. Em seus resultados é demonstrado o escritório de arquitetura 1, fundado em 2014 vindo da colaboração de engenheiros formados pela Universidade Federal do Espírito Santo, e o uso do BIM foi inserido como oferta de facilidades de projeto para clientes em integração, treinamento e compatibilização virtual da obra. O caso apresentado desta empresa foi a implantação do BIM na construtora Lorenge S.A., que já contava com

uma equipe interna de projetos, com uma equipe de mais de 30 engenheiros e arquitetos entre outros profissionais. A implantação levou 17 meses e o início da implantação do BIM se deu com o envolvimento das equipes de projeto da empresa, contemplando as fases de Projeto Básico, Projeto Executivo, Orçamento e Planejamento e logo após se expandiria para outras áreas da empresa.

Como já era esperado com a transição do Autocad para o Bim, gerou benefícios e entraves, mas já nos primeiros testes feitos pela construtora verificou-se ganhos imediatos como o ganho de melhor visualização e melhor entendimento interdisciplinar, facilidade na documentação e no gerenciamento das informações do projeto, notaram também ganho de tempo e de precisão na quantificação dos materiais. Os entraves observados foram a nova criação e validação de informações e dados vinculados a modelagem paramétrica, foram notados também a mudança de filosofia de trabalho e o tempo de aprendizado para assimilar as novas ferramentas, mas esses entraves já eram esperados (DEGASPERI *et al.*, 2018).

3 Metodologia

3.1 Delineamento da Pesquisa

Quanto a sua natureza se trata de uma pesquisa aplicada com uma abordagem do problema de forma qualitativa, com objetivos exploratórios que proporciona uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e obtendo um aprimoramento de ideias.

Para seu desenvolvimento, o estudo foi feito com uma pesquisa bibliográfica acerca dos problemas mais comuns relacionados ao gerenciamento de projetos na construção civil e de alternativas computacionais auxiliares ao gerenciamento de projetos no contexto da Engenharia Simultânea, que possam evitar ou minimizar esses problemas.

A pesquisa conta, ainda, com um estudo de caso, onde busca-se comparar a concepção arquitetônica de um mesmo projeto padrão, realizado primeiramente em uma plataforma 2D e posteriormente em uma plataforma BIM (pode listar o Revit e a versão). A pesquisa bibliográfica embasou-se nos trabalhos dos autores listados no Quadro 2.

Quadro 2 – Autores citados

Autores	Título	Ano de publicação
Ana Caroline Nogueira Monteiro Antônio Da Silva Sobrinho Júnior David Stewart Crispim Cavalcant Evelyne Emanuelle Pereira	Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas	2017
Wiliana Giacomelli	Compatibilização projetos – Estudo de caso	2014
Daivson Carvalho	Plataforma Bim: tudo sobre a grande tendência da construção	2017
Paulo De Azevedo Branco Calçada	Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade	2014
Jacson Carlos Da Silveira Alessandra Luize Fontes Sales Yves Rabelo Mourão Liana Alcântara Silveira José De Paula Barros Neto	Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra.	2002
Alexandre César Leão de Lima Daniela Maria Silva de Albuquerque Ingrid Kellen de Lima Pereira Sílvio Melhado	Plataforma BIM como sistema de gestão e coordenação de projeto da Reserva Camará	2014
Anderson Borges Degasperi Evilazio Martins Neto Fernanda Rocha Degasperi Francisco de Amorim Aguiar Daniel Rizzo Vivas	Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação	2018
Márcio Minto Fabrício	Projeto simultâneo na construção de edifícios	2002

Fonte: O autor, 2021.

3.2 Plano de Coleta e Interpretação de Dados

O objetivo de estudo se trata em analisar o mal gerenciamento e otimização do processo tradicional de projetos na fase de inicialização de um empreendimento. A pesquisa é baseada em um estudo bibliográfico de várias fontes e autores renomados, juntamente com um estudo de caso realizado neste trabalho. Tendo no estudo algumas variáveis, como, a forma usual de se projetar, as ferramentas computacionais usadas para a criação, os profissionais capacitados para a realização e percepção daquilo que se está projetando, o gerenciamento do projeto para que se realize no campo exatamente o que se foi projetado, os softwares atuais aprimorados como forma da redução de erros e a compatibilização dos diferentes tipos de projetos necessários para uma edificação.

Foi realizado um estudo bibliográfico para que se obtenha o máximo de informações doravante do tema em análise, usando citações e informações necessárias para que as mesmas fiquem claras e mostrem a importância necessária desse tema. O estudo de caso sucede de uma comparação com um projeto previamente efetuado em um software de desenho 2D, e posteriormente, o mesmo projeto em um software de desenho 3D.

Logo após isto, foi feita uma análise detalhada para que se obtivesse a maioria das informações necessárias para que os erros encontrados fossem solucionados antes do projeto ir para o campo, compatibilizando os itens necessários para que a estrutura e a arquitetura trabalhem em sintonia.

O material bibliográfico será obtido através de pesquisas abordadas sobre o tema deste trabalho. Já para o estudo de caso, o uso de dois softwares foi necessário para uma nítida visualização da importância de um projeto bem compatibilizado e estes serão o AUTOCAD 2019, como software 2D, e também o uso da plataforma BIM, com o programa REVIT 2019, como o software tridimensional (3D).

4 Resultados

4.1 Estudo de Caso

O estudo de caso baseia-se em um projeto de reforma e ampliação de uma residência localizada na rua Luiz Monteiro Resende, bairro Bela Vista, na cidade de

Leopoldina MG. As necessidades a serem atendidas conforme pedidos do cliente foram um novo layout integrando a sala de estar, copa e cozinha (conhecido como cozinha “americana”), dois quartos, sendo um deles, uma suíte e três vagas na garagem no pavimento térreo. Foi abordado também a necessidade da criação de mais dois pavimentos tipo nos andares superiores, procurando integrar o máximo de vãos, diminuindo o número de paredes divisórias e três quartos, sendo um, uma suíte. No terraço, o pedido foi a criação de uma pequena área gourmet e um banheiro. A edificação final então, totalizando o térreo, 2 pavimentos tipo e um terraço.

Buscou-se, no estudo de caso, promover a concepção inicial arquitetônica da edificação do estudo de caso inicialmente em uma plataforma 2D (Autocad-2019) e posteriormente a edificação foi modelada na plataforma BIM (Revit –2019). Assim, são feitas identificações de falhas de projeto da edificação do estudo de caso que podem ser evitadas com a modelagem das construções na plataforma BIM.

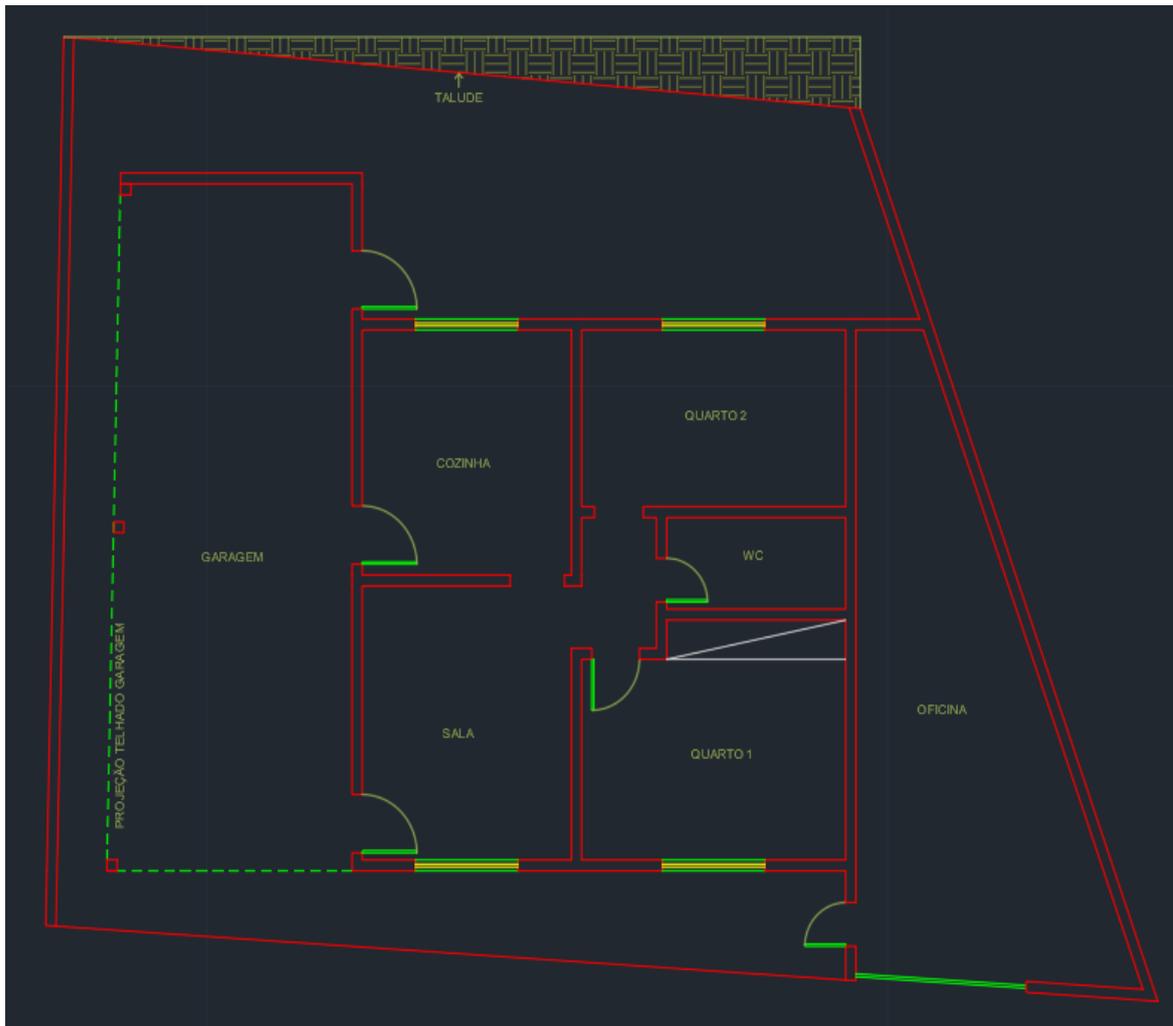
A figura 5 ilustra a edificação atual, da localização citada acima e a figura 5.1 ilustra o layout já existente no local, para que se tenha uma percepção com mais precisão de como o uso da plataforma Bim é de grande importância para que aja um perfeito sincronismo entre o cliente e suas necessidades, o projetista em suprir todas elas, e o software de suporte para que ocorra a busca da perfeição entre todas as etapas do projeto.

Figura 5 – Edificação atual



Fonte: GOOGLE MAPS

Figura 5.1 – Layout existente

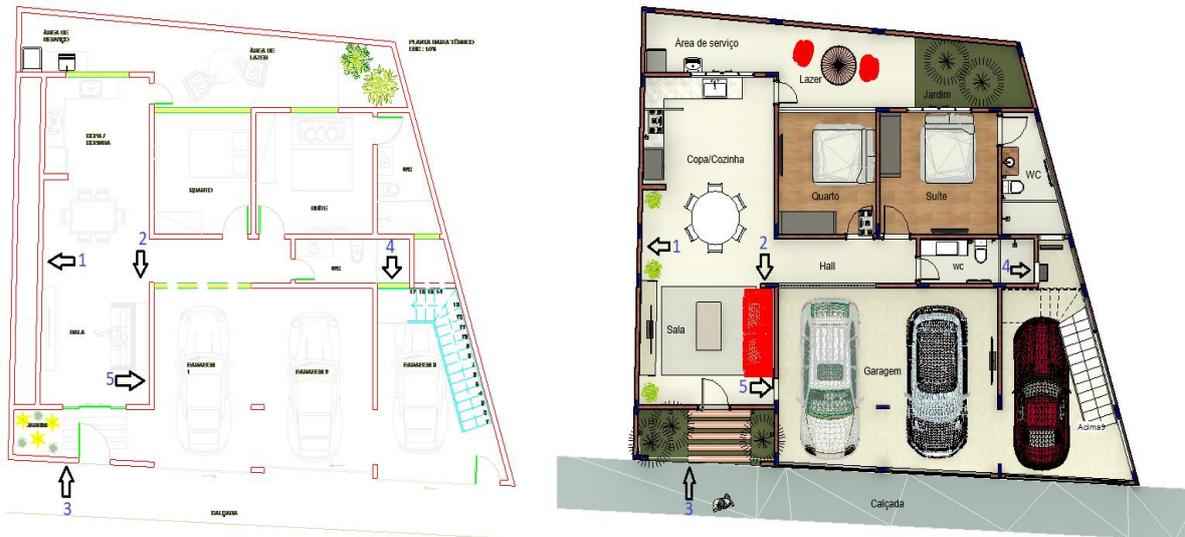


Fonte: O autor, 2021.

A seguir foi demonstrado todas as falhas da coordenação de projetos.

A figura 6 ilustra a edificação do estudo de caso e destaca através das setas indicativas o número dos problemas na concepção arquitetônica. É importante frisar que as imagens são apenas demonstrativas, para que fique mais clara a visualização e a importância de uma coordenação de projetos. Sendo assim, não se trata de um projeto final a ser construído, denominado *as built*.

Figura 6 – Erros de Compatibilidade



Fonte: O autor, 2021.

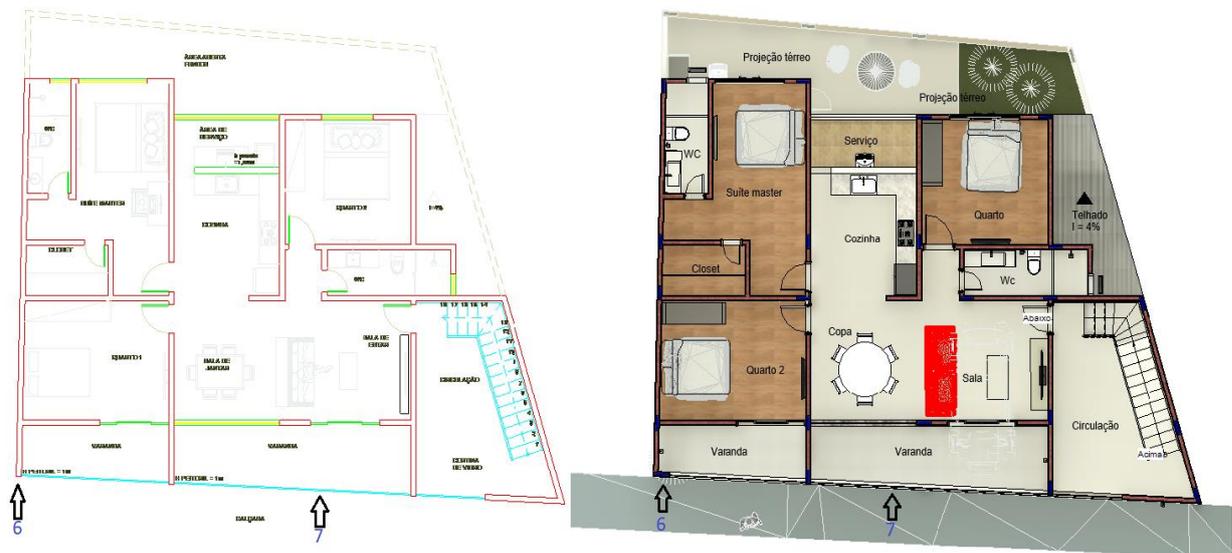
- **Problema número 1:** Trata-se de uma inutilidade de parede pré existente que foi percebida com a projeção da estrutura em formato tridimensional, pois reduzia a amplitude dos cômodos e propiciava um desconforto ambiente. Com isso, foi proposto como solução a retirada desta, sendo pré verificada antecipadamente se não haveria um abalo na estrutura da edificação por consequência desta solução.
- **Problema número 2:** Com a compatibilização da estrutura em concreto armado, com o projeto arquitetônico, percebeu-se a necessidade da locação de um pilar, sendo necessária a criação de um pedaço de parede, para que houvesse a harmonia necessária na edificação.
- **Problema número 3:** Para que houvesse um destaque maior na fachada frontal da edificação, de acordo com o pedido do proprietário do imóvel, foi observado a necessidade da retirada da parede em destaque neste erro, que só pode ser observada através da maquete 3D, constituída na plataforma BIM, propiciando uma maior harmonização da construção com a necessidade pré estabelecida pelo proprietário do imóvel.
- **Problema número 4:** Neste erro, nota-se a locação de uma báscula em uma posição pouco privilegiada na plataforma 2D, pois ficaria abaixo do patamar da escada. Com isto, fez-se necessária a mudança através da visualização na maquete tridimensional.

- **Problema número 5:** Observou-se a necessidade de uma porta de acesso diretamente da garagem para o interior da residência, o que não tinha sido pré estabelecido no formato 2D.

Com isso, pôde-se observar que os mínimos detalhes são de extrema importância para que haja uma maior perfeição na constituição de um projeto.

A seguir (figura 7), nos pavimentos superiores, ocorreu o comparativo e algumas mudanças tiveram a necessidade de serem efetuadas.

Figura 7 – Comparativo de erros dos pavimentos superiores

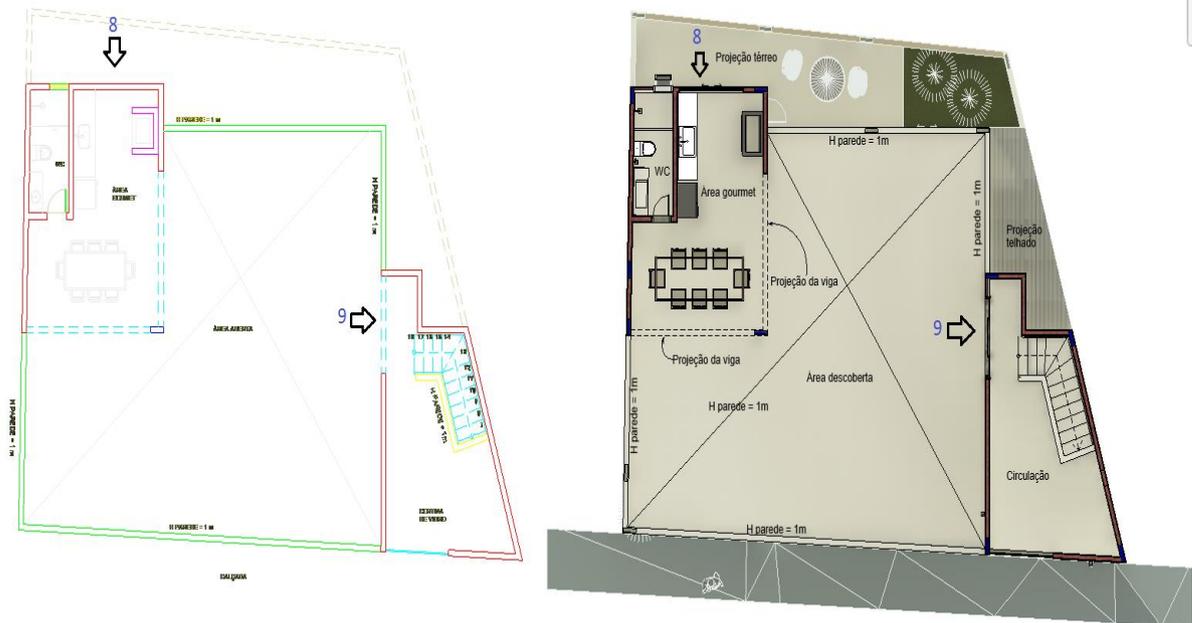


Fonte: O autor, 2021.

- **Problema número 6:** Com a locação do pilar no pavimento térreo, para que houvesse uma harmonização nos pavimentos superiores da parte estrutural com a arquitetura requerida na edificação, fez-se necessária a continuação do pilar nos pavimentos superiores sendo observada na compatibilização dos projetos na plataforma BIM.
- **Problema número 7:** Um erro de detalhamento no projeto, considerado simples, mais que no campo pode fazer uma grande diferença para que a execução fique perfeita e não necessite do retrabalho foi a indicação de uma pequena parede abaixo do guarda-corpo de vidro. Vale lembrar que dependendo do porte da edificação, um pequeno erro como este pode fazer uma grande diferença no orçamento final da edificação.

Por último, a cobertura (figura 8):

Figura 8 – Comparativos de erros da cobertura



Fonte: O autor, 2021.

Nesta imagem (figura 8), observou-se dois erros:

- **Problema número 8:** Observou-se a falta da janela no formato 2D, que foi observado logo após a utilização da plataforma BIM através da maquete 3D, o que afetaria de forma arquitetônica e térmica na área gourmet do terraço da edificação.
- **Problema número 9:** Nesta falha, foi detectado a falta de uma porta para que houvesse a vedação da área de circulação, pois no caso de chuvas, esta área poderia ser afetada, dando um desconforto aos moradores, sendo que uma solução simples pode ser um diferencial para o sucesso ou não de um profissional responsável por esta etapa tão importante dentro da edificação.

Na parte dos reservatórios, não foi observado erros, por isto não houve a necessidade de destaque neste artigo.

Com isso, pode-se observar por esses modelos analíticos e comparativos, a necessidade de uma coordenação de projeto, para que haja a maior redução de erros possíveis e se evite gastos desnecessários por parte de erros de projeto.

Então, assim, o resultado desta otimização segue nas figuras 9 e 10:

Figura 9 - Maquete estrutural final compatibilizado.



Fonte: O autor, 2021.

Figura 10 - Maquete arquitetônica final compatibilizada



Fonte: O autor, 2021.

5 Conclusões

Pode-se concluir através deste artigo que, para que haja um perfeito sincronismo entre todas as partes da edificação é necessário um minucioso trabalho na parte do projeto, e a plataforma Bim vem sendo um grande diferencial para que profissionais da área da construção civil aprimorem e agilizem seus métodos

construtivos sendo um software de excelente contribuição para que cada vez mais aja a diminuição ou até mesmo a extinção dos erros na fase de projeto, contribuindo assim com menos gastos com retrabalho na execução, maior agilidade nos prazos de entrega do empreendimento, maior precisão nos mínimos detalhes e com tudo isso, uma edificação perfeita para que seus proprietários fiquem satisfeitos com seu investimento, proporcionando assim uma maior valorização do autor do projeto, sendo ele engenheiro, arquiteto, projetista, ou qualquer outro profissional gabaritado para a área.

Constatou-se também que o gerenciamento eficaz das equipes é de grande importância para que todas as partes compatibilizadas dos projetos se tornem igualitárias também em campo, pois sem profissionais capacitados para a execução das atividades no canteiro de obra se torna ineficaz toda a compatibilização feita pela fase de projetos. E por fim, que a plataforma BIM é uma ferramenta revolucionária, e que propicia grandes ganhos, tanto para os profissionais que a usam, quanto aos proprietários dos empreendimentos que serão gerenciados com a ajuda desta incrível ferramenta.

Referências

BACK, Nelson et al. *Desenvolvimento do produto: engenharia simultânea*. 2000. 25 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: http://alvarestech.com/temp/PDP2011/emc6605.ogliari.prof.ufsc.br/Restrito/DES_PRO_ES_TEXTO_GDP.pdf. Acesso em: 23 novembro 2020.

BOMFIN, David Ferreira *et al.* *Gerenciamento de Projetos Segundo o Guia PMBOK: desafios para os gestores: Desafios para os Gestores*. Revista de Gestão e Projetos, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 58-87, 1 nov. 2012. University Nove de Julho.

CALÇADA, Paulo de Azevedo Branco *et al.* *Estudo dos Processos Produtivos na Construção Civil Objetivando Ganhos de Produtividade e Qualidade*. 2014. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

- CARREIRÓ, Daniel Cardeal *et al.* *Aplicação da Metodologia BIM a um Caso de Estudo através do software Autodesk Navisworks*. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2017.
- CARVALHO, Dayvson. *Plataforma BIM: Tudo sobre a grande tendência da Construção*. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>. Acesso em: 20 maio 2020.
- CORREIA, Flaviana Silva Moraes *et al.* - *Análise dos Principais Problemas Construtivos Decorrentes de Falhas de Projeto – Estudo de Caso em Maceió-Al*. Caderno de graduação: Ciências exatas e tecnológicas. ISSN 1980-177. Vol.4, nº2 (2017), p. 57–72.
- CRESPO, Gabriela Pizarro. *Diretrizes para Implantar a Engenharia Simultânea como ferramenta da gestão de projetos da Construção Civil*. 2013. Disponível em: techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1823. Acesso em: 26 maio 2020.
- DEGASPERI, Anderson Borges *et al.* *ESTUDO DA TECNOLOGIA BIM E OS DESAFIOS PARA SUA IMPLANTAÇÃO*. Revista Espaço Acadêmico, Serra, v. 7, n. 02, p. 81-93, jul. 2018.
- FABRÍCIO, Márcio Minto. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- GASPAR, João *et al.* *ArchiCAD passo a passo: o primeiro software bim para arquitetos*. São Paulo: Probooks, 2014. 307 p.7
- GIACOMELLI, Wiliana. *Compatibilização de projetos – estudo de caso*. Revista Especialize On-Line IPOG, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.
- JIANG, X. (2011). *Developments in Cost Estimating and Scheduling in BIM technology*. Master's degree thesis, Northeastern University, Department of Civil and Environmental Engineering, Boston, Massachusetts.
- JÚNIOR, Roberto Petrucci. *Modelo para gestão e compatibilização de projetos de edificações usando engenharia simultânea e ISSO 9001*. 2003. 98p. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KRUGLIANSKAS, I. *Engenharia simultânea: organização e implantação em empresas brasileiras*. Revista de Administração, São Paulo, v. 28, nº 4, p.104-110, out/dez 1993.

LANZETTA, Gabriela Bianchi. *Compatibilização de projetos*. 2015. Disponível em: <https://gablanzetta.wordpress.com/2015/12/01/compatibilizacao-de-projetos/>. Acesso em: 01 dez. 2015.

LEÃO, De & Lima, Alexandre & César, & Albuquerque, Silva & Maria, Daniela & De, & Pereira, Lima & Kellen, Ingrid & Melhado, Silvio. (2014). *Plataforma Bim como Sistema de Gestão e Coordenação de Projeto da Reserva Camará*. 10.17012/entac2014.487.

LUNGISANSILU, Rodrigue Totolo. *A Gestão da Qualidade Aplicada aos Materiais de Construção nas Obras de Edificações*. 2015. 133 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MEDEIROS, M. *Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: estudos de caso em construtoras*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012.

MELHADO, S. B. *O plano da qualidade dos empreendimentos e a engenharia simultânea na construção de edifícios*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ/ABEPRO, 1999. CD-ROM

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira *et al.* *Compatibilização de Projetos na Construção Civil: Importância, Métodos e Ferramentas*. Revista Campo do Saber, Paraíba, v. 3, n. 1, p. 53-77, 2017.

MORAES, Ana Beatriz G. M. *et al.* *Fatores Críticos da Gestão do Processo de Projetos na Engenharia Simultânea: Um Estudo de Caso em Obra de Infraestrutura Urbana*. VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, RJ, v. 117, n. 1, p. 1-23, jun. 2012. Anual.

NORO, Greice de Bem *et al.* *O Alinhamento entre os Tipos de Projetos e as Competências Gerenciais nos Projetos da AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia SA.* Revista de Gestão e Projetos, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 106-142, 18 out. 2011.

University Nove de Julho.

PACHECO, Laura Menezes *et al.* *Gerenciamento de Projetos na construção civil.* In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2016, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro, Rj: Inovarse, p. 1-19, 2016.

PICCHI, F. A. Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993 SALGADO, Mônica Santos. *Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício – revisão 1.* Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

RABECHINI, R., Jr.; Carvalho, M. M. e Laudirindo, F. L. B. (2002). *Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa.* Revista Produção, 12(2), 28-41

SILVEIRA, J. C. *et al.* *Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra.* In: WORKSHOP NACIONAL - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Workshop Nacional, 2002.

SOUZA, Andressa Silva de; BOAVENTURA, Maria Eugenia de São. *Verificação comparativa de um projeto estrutural em concreto armado por meio do cálculo manual e o software Eberick: Acompanhamento da obra.* TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 110p. 2017.

SPRAGUE, R. A.; SINGH, K. J.; WOOD, R.T. "Engenharia concorrente no desenvolvimento de produtos", *IEEE Design & Test of Computers*, vol. 8, n. 1, p. 6-13, 1991.

VALLE, A. B., Soares, P. C. A., Finocchio, J. Jr., & Silva L. S. F. *Fundamentos do gerenciamento de projetos.* Rio de Janeiro: FGV. 2007.