



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATIT)**

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA ALVENARIA
ESTRUTURAL: O CASO DOS BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO**

ROMULO NOLASCO MARTINS SILVA

Foz do Iguaçu
2023



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATIT)**

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA ALVENARIA
ESTRUTURAL: O CASO DOS BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO**

ROMULO NOLASCO MARTINS SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profº. Drº César Winter de Mello.

Foz do Iguaçu
2023

ROMULO NOLASCO MARTINS SILVA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA ALVENARIA
ESTRUTURAL: O CASO DOS BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. César Winter de Mello
UNILA

Prof. Dr. Andre Jacomel Torii
UNILA

Prof. Dr. Jiam Pires Frigo
UNILA

Foz do Iguaçu, _____ de _____ de _____.

TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): Romulo Nolasco Martins Silva

Curso: Engenharia Civil de Infraestrutura

	Tipo de Documento
(.....) graduação	(.....) artigo
(.....) especialização	(X) trabalho de conclusão de curso
(.....) mestrado	(.....) monografia
(.....) doutorado	(.....) dissertação
	(.....) tese
	(.....) CD/DVD – obras audiovisuais
	(.....)

Título do trabalho acadêmico ESTUDO EXPLORATÓRIO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL: O CASO DOS BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO

Nome do orientador(a) Cesar Winter de Mello

Data da Defesa: ____/____/____

Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública *Creative Commons Licença 3.0 Unported*.

Foz do Iguaçu, ____ de ____ de ____.

Assinatura do Responsável

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha namorada que sempre me apoiaram no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho de conclusão de curso. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, pois Ele foi quem me manteve firme, independente da minha situação, eu sabia que Deus estava cuidando de mim, em segundo lugar os meus pais, Levi Alves da Silva e Sandra Regina Martins da Silva que me apoiaram e incentivaram desde o início e este trabalho de conclusão por grande parte se deve a eles. E em terceiro lugar minha namorada, Débora Ricci, que tanto me incentivou, suportou meus problemas junto comigo e tratou de todas as situações com carinho e amor, juntamente com meus sogros Agostinho e Erica.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos da faculdade e da igreja por cada demonstração de apoio, amor e encorajamento em todas as etapas desta jornada acadêmica. Em específico queria agradecer às minhas companheiras de casa, Rita e Nicolý, por parte da faculdade, meus grandes amigos Giovani, Douglas, Lucas e Andrés, de parte da igreja são muitos a quem sou grato, mas em especial Ricardo e Rozana, Tico, Dora, Camila, Lucas Kranz, Arthur Castro e Jonatas Ferreira. Sem a compreensão, auxílio e paciência de cada um de vocês, não teria sido possível concluir este projeto.

Por fim, quero agradecer ao meu orientador, César Winter de Mello, pela orientação dedicada, conselhos valiosos e incentivo contínuo ao longo do processo de pesquisa.

"O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; Ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não tenha medo! Não se desanime!" - Deuteronômio 31:8

RESUMO

O método construtivo de alvenaria estrutural, é o método onde o bloco é o elemento estrutural do edifício, este vem sendo utilizado devido a sua redução de custos e maior produtividade de execução, quando comparado ao método de concreto armado. Assim como em diversas áreas da construção civil, encontramos a necessidade de estudos que identifiquem formas de realizar as operações de forma eficiente através de otimizações, e consequentemente reduzindo gastos. Um desses meios de otimização é a análise e gestão da cadeia de suprimentos, buscando analisar as empresas envolvidas, tanto diretamente quanto indiretamente, a fim de usufruir do fluxo de informações que percorre entre estas como forma de aumentar a produtividade, prevenindo possíveis falhas de planejamento e controle. Com os avanços da tecnologia, tem se incorporado um novo método de desenvolvimento de projetos, trata-se da utilização da ferramenta BIM (*Building Information Modeling*), na qual é possível inserir num modelo, um alto nível de informações, o qual influencia na compatibilização de projetos, precisão de planejamentos, orçamentos e gestão de obra. Portanto este trabalho tem por objetivo realizar uma análise de fluxo de informações de blocos cerâmicos e de concreto utilizados para alvenaria estrutural, a fim de verificar os processos que compõem a cadeia de suprimentos e aplicar ferramentas BIM para desenvolvimento de projetos, planejamentos e orçamentos. Foi realizado uma pesquisa bibliográfica com o intuito de levantar dados atuais e práticos sobre o tema e conhecer os processos envolvidos na cadeia de suprimentos dos blocos, juntamente a um estudo de caso de uma obra com seis edifícios de quatro pavimentos em alvenaria estrutural, e com os dados obtidos nessa etapa, foi utilizada uma ferramenta BIM para desenvolver um projeto baseado no estudo de caso a fim de analisar as informações geradas pelo programa e aplicar aos processos que envolvem a gestão da cadeia de suprimentos. Chegou-se a um modelo de gestão da cadeia de suprimentos de blocos estruturais baseados nos processos que a envolvem, buscando aclarar quais os papéis de cada um dos processos e exemplifica-los para o estudo de caso, além de aplicar a ferramenta BIM para quantitativo e orçamento, projetando o edifício do estudo de caso com blocos cerâmicos, mas também adaptado para os blocos de concreto disponíveis no fornecedor escolhido. Esta pesquisa contribui para compreender quais resultados a aplicação da gestão da cadeia de suprimentos juntamente com ferramentas BIM podem gerar, e conclui-se que é possível que as empresas sejam transparentes e se apoiem para chegar a um aprimoramento geral da cadeia estudada, sendo exemplos deste: a redução de custos, aumento de produtividade, maior controle de processos, maior organização e eficácia de execução de obras em alvenaria estrutural que utilizam blocos cerâmicos e de concreto.

Palavras-chave: Construção Civil. Gestão de Obra. BIM. Método Construtivo.

RESUMEN

El método constructivo de albañilería estructural es aquel en que el bloque es el elemento estructural del edificio. Se ha utilizado debido a su reducción de costos y mayor productividad en comparación con los métodos de hormigón armado. Al igual que en varias áreas de la construcción, existe la necesidad de estudios que identifiquen formas eficientes de realizar las operaciones a través de optimizaciones, lo que reduciría los gastos. Uno de estos medios de optimización es el análisis y gestión de la cadena de suministro, con el objetivo de analizar las empresas involucradas, tanto directa como indirectamente, para aprovechar el flujo de información que circula entre ellas, con el fin de aumentar la productividad y prever posibles fallas en la planificación y control. Con los avances tecnológicos, se ha incorporado un nuevo método de desarrollo de proyectos, conocido como Modelo de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés). Estas herramientas permiten incluir un alto nivel de información en un modelo, lo cual influye en la coordinación de proyectos, precisión en la planificación, presupuestos y gestión de la construcción. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo analizar el flujo de información sobre bloques cerámicos y de hormigón utilizados en albañilería estructural, para examinar los procesos que conforman la cadena de suministro y aplicar herramientas BIM para el desarrollo de proyectos, planificación y presupuestos. Para llevar a cabo este estudio, se realizó una revisión bibliográfica para recopilar datos actuales y prácticos sobre el tema y conocer los procesos involucrados en la cadena de suministro de bloques. Además, se llevó a cabo un estudio de caso de un proyecto de construcción que consistía en seis edificios de cuatro pisos utilizando albañilería estructural. Con los datos obtenidos en esta etapa, se utilizó una herramienta BIM para desarrollar un proyecto basado en el estudio de caso, analizando la información generada por el programa y aplicándola a los procesos involucrados en la gestión de la cadena de suministro. Se llegó a un modelo de gestión de la cadena de suministro de bloques estructurales basado en los procesos que la componen, aclarando los roles de cada uno de ellos y proporcionando ejemplos para el estudio de caso. También se utilizó la herramienta BIM para el cálculo de cantidades y presupuestos, diseñando el edificio del estudio de caso utilizando bloques cerámicos y adaptándolo a los bloques de hormigón disponibles del proveedor elegido. Esta investigación contribuye a comprender los resultados que se pueden lograr mediante la aplicación de la gestión de la cadena de suministro junto con herramientas BIM. Se concluye que, si es posible que las empresas sean transparentes y se apoyen mutuamente, se puede lograr una mejora general en la cadena de suministro estudiada, lo que resultará en la reducción de costos, el aumento de la productividad, un mejor control de los procesos y una mayor organización y eficiencia en la ejecución de proyectos de albañilería estructural que utilizan bloques cerámicos y de hormigón.

Palabras clave: Construcción Civil. Gestión de Construcción. BIM. Método Constructivo.

ABSTRACT

The constructive method of structural masonry is the method in which the block is the structural element of the building. It has been used due to its cost reduction and increased productivity compared to reinforced concrete methods. Just like in various areas of construction, there is a need for studies that identify efficient ways of performing operations through optimizations, thus reducing expenses. One of these optimization methods is the analysis and management of the supply chain, aiming to analyze the companies involved, both directly and indirectly, in order to benefit from the flow of information that circulates among them, thus increasing productivity and anticipating possible planning and control failures. With the advancements in technology, a new method of project development has been incorporated, namely the use of Building Information Modeling (BIM) tools. These tools allow for the inclusion of a high level of information in a model, which influences project coordination, planning accuracy, budgeting, and construction management. Therefore, this study aims to analyze the flow of information regarding ceramic and concrete blocks used in structural masonry, in order to examine the processes that make up the supply chain and apply BIM tools for project development, planning, and budgeting. To conduct this study, a literature review was carried out to gather current and practical data on the subject and to understand the processes involved in the supply chain of blocks. Additionally, a case study of a construction project consisting of six four-story buildings using structural masonry was conducted. Based on the data obtained in this stage, a BIM tool was used to develop a project based on the case study, analyzing the information generated by the program and applying it to the processes involved in supply chain management. A management model for the supply chain of structural blocks was developed based on the processes involved, clarifying the roles of each process and providing examples for the case study. The BIM tool was also used for quantity takeoff and budgeting, designing the building in the case study using ceramic blocks and adapting it to the available concrete blocks from the chosen supplier. This research contributes to understanding the results that can be achieved through the application of supply chain management in conjunction with BIM tools. It is concluded that if companies are transparent and support each other, there can be a general improvement in the studied supply chain, resulting in cost reduction, increased productivity, better process control, and improved organization and efficiency in the execution of structural masonry projects using ceramic and concrete blocks.

Keywords: Civil Construction. Construction Management. BIM. Constructive Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gestão da cadeia de suprimentos: Integração e gestão dos processos de negócio através da cadeia de suprimentos.	21
Figura 2 – Estrutura conceitual da construção enxuta.	25
Figura 3 – Exemplo de blocos de concreto disponíveis de um fornecedor (Família 14).	31
Figura 4 – Exemplo de projeto modulado em um retículo espacial de referência.	34
Figura 5 – Exemplo de fiada par e ímpar de parede com largura modular do bloco igual ao módulo adotado.	35
Figura 6 – Exemplo de amarração indireta entre paredes, com utilização de grampos de aço.	36
Figura 7 – Exemplo de Modelagem BIM de Alvenaria Estrutural no software <i>Revit</i> .	41
Figura 8 – Planta de implantação e situação do estudo de caso.	43
Figura 9 - Planta baixa do térreo do estudo de caso.	43
Figura 10 - Cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural	52
Figura 11 – 3D do projeto em blocos cerâmicos desenvolvidos no <i>Revit</i>	60
Figura 12 – 3D do projeto em blocos de concreto desenvolvidos no <i>Revit</i>	61
Figura 13 – Modelo de gestão da cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural.	63

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Visualização do terreno do estudo de caso por imagem de satélite.	42
Fotografia 2 – Obra referente ao estudo de caso.	44
Fotografia 3 – Meio Bloco Estrutural 14x19x14cm	45
Fotografia 4 - Bloco Estrutural 14x19x29cm	45
Fotografia 5 - Bloco e Meio Estrutural 14x19x44cm	46
Fotografia 6 - Canaletas J	46
Fotografia 7 - Meia Canaleta U 14x9x19cm	47
Fotografia 8 - Canaleta U 14x19x19cm	47
Fotografia 9 - Compensador 5cm	48
Fotografia 10 - Silo mecânico da argamassa de assentamento industrializada	49
Fotografia 11 - Entrega dos blocos	50
Fotografia 12 e 13 – Talha guincho elétrica	57
Fotografia 14 - Estrutura de suporte para execução de fiadas mais altas.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões nominais de blocos.	30
Quadro 2 – Quantitativo e orçamento blocos de cerâmica.	55
Quadro 3 – Quantitativo e orçamento blocos de concreto.	55

Sumário

1- INTRODUÇÃO	17
1.1. <i>JUSTIFICATIVA</i>	18
1.2. <i>OBJETIVOS</i>	19
1.2.1. Objetivo Geral	19
1.2.2. Objetivos Específicos	19
2 - SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 <i>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</i>	20
2.1.1 Cadeia de suprimentos	20
2.1.2 Gestão da Cadeia de suprimentos	20
2.1.1.1 <i>Elementos da gestão da cadeia de suprimentos</i>	21
2.1.1.2 <i>Função Compras e sua Gestão</i>	24
2.2 <i>CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION)</i>	25
2.3 <i>ALVENARIA ESTRUTURAL</i>	27
2.3.1 Definição	27
2.3.2 Tipos	28
2.3.3 Componentes e elementos	29
2.3.3.1 <i>Blocos</i>	29
2.3.3.2 <i>Argamassa de assentamento</i>	31
2.3.3.3 <i>Graute</i>	32
2.3.3.4 <i>Armaduras</i>	33
2.3.4 Projeto e Execução	33
2.3.4.1 <i>Coordenação de projeto</i>	33
2.3.4.2 <i>Coordenação modular</i>	34
2.3.4.2 <i>Normativas</i>	36
2.3.5 Vantagens x Desvantagens	37
2.4 <i>BUILD INFORMATION MODELING (BIM)</i>	38
3 - METODOLOGIA	40
3.1 <i>PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</i>	40
3.2 <i>ESTUDO DE CASO</i>	40
3.3 <i>CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BLOCOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL</i>	40
3.4 <i>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS APLICADA AO CASO</i>	40
3.5 <i>APLICAÇÃO DO MÉTODO BIM A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</i>	41
4 - ESTUDO DE CASO	42
4.1 <i>DESCRIÇÃO DO CASO</i>	42
4.2 <i>DADOS COLETADOS</i>	44
4.2.1 Cronogramas e relatórios da obra	44
4.2.2 Fornecedor	44
4.2.3 Blocos utilizados na obra	44
4.2.4 Argamassa de assentamento	49
4.2.5 Estoque dos blocos	49

4.2.6 Tempos de pedido, logística e execução	49
4.2.7 Motivo da escolha de blocos cerâmicos	50
4.2.8 Desafios enfrentados	50

5 - MODELO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BLOCOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL **51**

<i>5.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</i>	<i>51</i>
---	-----------

6 - MODELO DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS APLICADA AO CASO EM ESTUDO **53**

<i>6.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DA CADEIA A SER ABORDADA</i>	<i>53</i>
---	-----------

<i>6.2 PROCESSOS</i>	<i>53</i>
----------------------	-----------

6.2.1 Projeto Arquitetônico	53
-----------------------------	----

6.2.2 Pesquisa de fornecedores	53
--------------------------------	----

6.2.3 Projeto de modulação e cálculo estrutural	54
---	----

6.2.4 Compatibilização de projetos	54
------------------------------------	----

6.2.5 Quantitativo e Orçamento	54
--------------------------------	----

6.2.7 Planejamento de Execução	56
--------------------------------	----

<i>6.2.7.1 Equipe e tempo de execução</i>	<i>56</i>
---	-----------

<i>6.2.7.2 Intervalos entre pedidos</i>	<i>56</i>
---	-----------

<i>6.2.7.3 Preparação e organização do canteiro</i>	<i>57</i>
---	-----------

<i>6.2.7.4 Instrução da execução do método construtivo aos operários</i>	<i>58</i>
--	-----------

<i>6.2.7.5 Marcação, Primeira Fiada, Verificação e Correção do assentamento</i>	<i>58</i>
---	-----------

6.2.8 Contrato com fornecedor	59
-------------------------------	----

6.2.9 Controle de Execução	59
----------------------------	----

<i>6.3 APLICAÇÃO BIM</i>	<i>59</i>
--------------------------	-----------

6.3.1 Projeto de modulação e compatibilização	59
---	----

6.3.2 Quantitativos	61
---------------------	----

6.3.3 Planejamento e Controle	62
-------------------------------	----

6.3.3 Integração entre obra e fornecedor	62
--	----

<i>6.4 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</i>	<i>63</i>
---	-----------

7 - Considerações finais **64**

<i>7.1 SUGESTÕES DE TEMAS PARA ESTUDOS FUTUROS</i>	<i>65</i>
--	-----------

REFERÊNCIAS **66**

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem sua devida importância no ambiente econômico-social brasileiro, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), divulgada pelo IBGE (2022), esta indústria emprega 7,4 milhões de pessoas, sendo 2,5 milhões de maneira formal. Este setor apresenta melhor desempenho em relação à taxa de crescimento quando comparada ao Produto Interno Bruto (PIB) nacional (CBIC, 2022). Tendo por pressuposto o valor da construção civil para a economia nacional, é perceptível a busca de conhecimento por parte dos atuantes da indústria, com o propósito de aperfeiçoar todas as áreas que abrangem o desenvolvimento da construção.

Nesse sentido, a construção civil teve sua visão de gestão ampliada a todas as empresas que se envolvem no processo de construção, pois empresas individuais deixaram de concorrer como autônomas, e passaram para a competição entre cadeias de suprimentos, pois a otimização da gestão das cadeias de suprimentos tem trazido melhores resultados para as empresas como um todo. Logo, se vê necessário o entendimento do funcionamento dessas cadeias e como elas podem ser geridas para que se obtenha os benefícios dispostos pelas mesmas (COOPER e LAMBERT, 2000).

Dentro deste conceito de gestão da cadeia de suprimentos, é possível aplicar a filosofia da construção enxuta ligada a modelagem BIM, com o intuito de otimizar as operações. A filosofia da construção enxuta busca gerar valor para o cliente e diminuir ao máximo os recursos a serem utilizados, a fim de proporcionar redução de desperdícios, e o BIM entra para colaborar nos projetos e construção, por meio de visualização 3D de cada etapa, permitindo verificar interferências entre projetos e também que as informações geradas por este, sejam de acesso online para examinar o que for necessário (BHATLA e LEITE, 2012).

A utilização da tecnologia BIM na construção civil proporciona ao usuário economia de tempo e dinheiro, pois uma modelagem precisa da edificação, contando com o maior número de informações possíveis, traz benefícios a todos os participantes do empreendimento, reduzindo chances de erros e conflitos, além de garantir um planejamento detalhado, evitando até mesmo conflitos espaciais em canteiro de obra (EASTMAN, 2014).

Ainda no ramo da construção civil, podemos encontrar diversos métodos construtivos, e um deles que vem sendo muito utilizado, é a alvenaria estrutural, onde os elementos de alvenaria, cujos quais, são projetados e dimensionados, trabalham como

parte estrutural da edificação. Este método traz consigo algumas limitações como o projeto arquitetônico, e adaptações do espaço para novos usos e reforma, mas também há diversas vantagens vinculadas ao mesmo, como por exemplo: a redução de preço comparada ao método de concreto armado, rapidez de execução e maior resistência a danos patológicos devido sua rigidez estrutural (CAMACHO, 2006).

Os tipos de materiais de blocos para alvenaria estrutural mais usuais são o de cerâmica e o de concreto, que possuem suas vantagens e desvantagens, sendo algumas destas: a maior produtividade devido ao melhor manuseio com os cerâmicos, devido a seu peso ser equivalente a cerca de 40% do bloco de concreto, mas isto também significa maior fragilidade, podendo ocasionar maiores perdas de material, os preços dos blocos cerâmicos costumam ser menores e geram conforto térmico e acústico, além de serem mais sustentáveis. Os blocos de concreto são mais resistentes e geram economia quando uma camada de argamassa é o suficiente para receber o revestimento em sua superfície (TETRACON, 2017).

Diante disso, este trabalho propõe coletar informações sobre os blocos cerâmicos e de concreto utilizados na alvenaria estrutural, e ainda, executar a modelagem de uma obra em uma plataforma BIM, de forma a gerar os quantitativos referentes aos blocos e desenvolver um planejamento e orçamento de obra.

1.1. JUSTIFICATIVA

Frequentemente são observados problemas na construção civil que envolvem conflitos entre projetos, falta de planejamento, desperdícios, atrasos de entregas, aumentos de gastos sobre o orçamento, entre outros. Com o avanço da tecnologia e informação, é possível ter maior controle sobre esses problemas citados, utilizando de métodos de planejamento e gestão, que se aprofundem no relacionamento entre fornecedores e compradores, além de ferramentas computacionais que ajudam a gerir informações, gerando dados que possam ser utilizados para planejamento e controle.

A gestão de cadeia de suprimentos é ainda um termo que vem se desenvolvendo para se obter definições específicas e aplicações práticas, mas que traz consigo alguns fatores que fizeram com que as empresas de construção se relacionassem com a cadeia, sendo estes: a maior participação nos custos de materiais e componentes em relação aos custos gerais da produção, as dificuldades geradas pelas operações, os imprevistos existentes na produção, a necessidade de maiores informações técnicas para

as obras, a importância do conhecimento logístico que envolve a cadeia, a gestão da mão de obra, entre outros. E assim, os agentes da cadeia de suprimentos estão buscando relacionamento para poder gerar uma gestão, que traga resultados. (CARDOSO, 1996; ISATTO, 1996; O'BRIEN, 1995)

Em relação aos processos que envolvem a cadeia de suprimentos, temos diversos passos que podem ser considerados, tais como a realização de projetos, a compatibilização dos mesmos, quantitativos, pesquisa de fornecedores, verificação dos suprimentos para realização dos processos, orçamentos, planejamentos e execução. Para o desenvolvimento do projeto vem se utilizando de uma ferramenta que possibilita a realização de um modelo que envolve o maior número de informações e integra, arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico, trabalhando de forma conjunta no modelo, esta ferramenta é chamada de *Building Information Modeling* (BIM).

Relacionando a ferramenta BIM e a alvenaria estrutural, há algumas pesquisas que utilizam o BIM para modelagem e análises de projetos que envolvam esse método construtivo, tais como os estudos: Macedo (2018), Machado (2017), Vicente (2019), entre outros. Porém, são poucos os estudos que abordam o desenvolvimento do planejamento e orçamentação utilizando do BIM para o sistema construtivo em alvenaria estrutural.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Realizar uma análise de fluxo de informação de blocos cerâmicos e blocos de concretos utilizados para alvenaria estrutural, com intuito de aplicação em uma plataforma BIM para planejamento e orçamentação.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar um estudo de caso para identificar o fluxo de informações de fornecedores de blocos cerâmicos e de concreto para alvenaria estrutural;
- b) Modelar em uma plataforma BIM uma obra para obtenção de quantitativos;
- c) Propor um modelo da cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural de modo geral;
- d) Propor um modelo de gestão da cadeia de suprimentos de blocos cerâmicos e de concretos a partir dos conceitos da construção enxuta.

2 SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento deste trabalho é necessário a compreensão de conceitos específicos, com o intuito de aplicá-los ao estudo acertadamente. A seguir, serão definidos alguns destes conceitos:

2.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

2.1.1 Cadeia de suprimentos

Coutinho (2019) define cadeia de suprimentos, também conhecida como *Supply Chain Management* (SCM), sendo “o conjunto de atividades que envolvem a produção, armazenamento e transporte de produtos ou serviços, isso inclui a compra de matérias-primas, controle de estoque e o transporte do produto até o cliente final”. Outra definição é dada por Isatto (2005): “Uma cadeia de suprimentos é um sistema composto por múltiplas empresas conectadas através de ligações econômicas com o propósito de produzir um bem ou serviço ao usuário final”.

2.1.2 Gestão da Cadeia de suprimentos

Diante das definições de cadeia de suprimentos entendemos que todos os agentes envolvidos estão conectados para gerar um produto final, trazendo então a necessidade da gestão desta cadeia, com os objetivos de focalizar na satisfação dos clientes finais por meio de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e vantagem de custo, além de formular e implementar estratégias baseadas para retenção dos clientes atuais e obtenção de novos clientes, e também gerenciar a cadeia de maneira eficaz e eficiente com intuito de encontrar os estágios críticos e dar soluções buscando reduzir prazos e custos (Slack et al., 1997).

Gestão da cadeia de suprimentos (GSM), o conceito começou a ser citado na década de 80, e desde então, tem sido um grande alvo de pesquisadores pelo mundo todo.

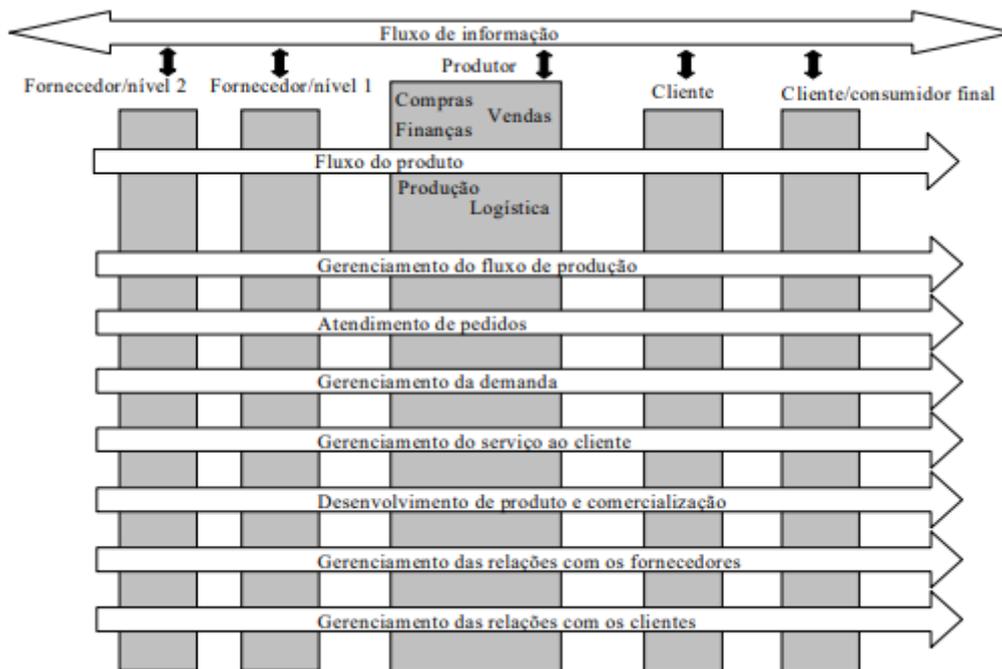
A gestão de cadeias de suprimentos se concentra em entender e melhorar a coordenação das múltiplas empresas que compõem uma cadeia de suprimentos. A identificação explícita das empresas diferencia a gestão de cadeias de suprimentos de outras abordagens que concentram seu foco de forma mais estreita nos processos produtivos. (O'BRIEN, LONDON & VRIJHOEF, 2002, p.2, tradução nossa).

É dado também uma definição que coloca de maneira conjunta a cadeia de suprimentos e sua gestão:

A cadeia de suprimentos refere-se a todas as atividades associadas com a transformação e fluxo de bens e serviços, incluindo seus fluxos de informação de atendimento, desde as fontes de matérias-primas até os usuários finais. Gestão refere-se para a integração de todas essas atividades, tanto internas quanto externos à empresa. (BALLOU, GILBERT, MUKHERJEE, 2000, p.9, tradução nossa)

A gestão da cadeia de suprimentos é feita ao conhecer todos os processos envolvidos na cadeia de suprimentos, a fim de gerir e integrar cada um deles, por meio do fluxo de materiais e informações que se expande por toda cadeia, assim criando e fornecendo valor ao cliente, sendo esses processos, ações “horizontais” que cruzam as funções das empresas que são dadas verticalmente. (CHRISTOPHER,1999; COOPER E LAMBERT, 2000)

Figura 1 – Gestão da cadeia de suprimentos: Integração e gestão dos processos de negócio através da cadeia de suprimentos.



Fonte: COOPER e LAMBERT, 2000, p.67

2.1.1.1 Elementos da gestão da cadeia de suprimentos

Dentro da gestão da cadeia de suprimentos podemos definir elementos que se diferenciam de um modelo de gestão tradicional, onde mostram que o controle das

operações não deve ser pensado de forma independente, mas sim de forma a trazer integração entre os agentes e controle total dos fluxos que abrangem a cadeia. (COOPER E ELLRAM, 1993; KOSKELA, 1992)

Os elementos da gestão da cadeia de suprimentos segundo Cooper e Ellram (1993) são:

1. **Gestão de estoque:** Na GCS gerencia-se todos os estoques que compreendem a cadeia, e não que cada um destes seja controlado de maneira independente, com isso se busca a eliminação de estoques redundantes dentro da cadeia, trazendo redução de custos.
2. **Custo total:** É ideal para um bom GCS que as estruturas das cadeias sejam coordenadas, com a finalidade de diminuir o volume de transações de informações, reduzir custos de deslocamento e estoque e buscar uma demanda de produtos e serviços mais constante, assim trazendo a possibilidade de economia para fins mais produtivos e lucrativos.
3. **Horizonte de tempo:** As ações realizadas dentro de uma GCS devem ser pensadas a longo prazo entre os agentes da cadeia, com o intuito de que o fluxo de informações seja contínuo para outros investimentos.
4. **Informação compartilhada e monitorada:** Dentro da GCS é realizada a troca de informações, sobretudo as que envolvem demanda, estoque e cronograma de produção, de maneira que todos os agentes sejam envolvidos com o propósito de trazer melhorias ao gerenciamento de suas interfaces na cadeia. A complexidade dessa parte, se dá na confiabilidade entre as partes para que se gere um ganho mútuo e não unilateral, por isso é necessário o elemento anterior, horizonte de tempo, para se obter um relacionamento mais confiante entre os agentes.
5. **Coordenação entre os múltiplos níveis da cadeia:** Ao contrário do sistema tradicional, onde as transações entre comprador e vendedor são o foco, na GCS o foco se dá ao analisar todos os níveis da cadeia e poder gerenciar o que um relacionamento com um fornecedor nível 2 pode trazer de benefício junto ao que operações realizadas com o fornecedor de nível 1.
6. **Planejamento Conjunto:** A GCS considera um planejamento onde não se

visar apenas um pedido com o seu prazo de entrega entre dois níveis da cadeia, mas onde toda a atividade de compra e execução seja planejada com base na cadeia como um todo e baseada em longos prazos que gerem melhorias para cadeia.

7. **Compatibilidade de filosofias corporativas:** É necessário que todos os agentes da cadeia de suprimentos tenham o conhecimento da filosofia da GCS, que propõe benefícios para todas as partes a longo prazo, mas isso é um desafio a ser enfrentado, fazer com que haja concordância dos membros no que se refere aos objetivos da cadeia.
8. **Redução da base de fornecedores:** A GCS propõe diminuição da base de fornecedores, para facilitar a gestão, integração e coordenação entre empresas graças ao menor número de relacionamentos envolvidos. Com isso, a intenção é de que a qualidade de produtos seja melhor, os estoques e o lead time sejam diminuídos, e sempre haja produtos disponíveis.
9. **Liderança na cadeia:** Na cadeia de suprimentos sempre existe uma empresa com mais poder, e esta deve ser escolhida para liderança, a qual será a cabeça da gestão, fazendo com que todas as empresas trabalhem de forma conjunta entendendo que necessitam da existência dos mesmos clientes finais para que haja lucro.
10. **Compartilhar riscos e benefícios:** Este é um passo importante da GCS, devido a necessidade de confiabilidade e relacionamento entre as partes, para que os riscos e benefícios sejam entendidos e colocados em observação dentro do planejamento, para que sejam avaliados de maneira a trazer soluções eficazes, assim existirá um bom funcionamento, gerando benefícios para todas as partes da cadeia.
11. **Velocidade das operações:** Por meio do fluxo de informações e materiais é melhor coordenado o fluxo de cada operação, com o objetivo de que as transações de informações entre uma operação e outra sejam realizadas com menor tempo, por exemplo, como no caso de compras, onde se houver integralização entre o controle de estoque junto a função compras e ao fornecedor, o aumento da velocidade das operações é consequência. Para este controle existem sistemas eletrônicos que ajudam nesta gestão, com

programas especializados para este controle.

2.1.1.2 Função Compras e sua Gestão

Compras é a função que se desenvolve através do planejamento qualitativo e quantitativo, com intuito de que os materiais cheguem no tempo certo de serem utilizados, com a quantidade planejada para que não haja desperdícios e nem faltas, além de que os materiais sejam comprados com as características corretas que foram especificadas em projeto. (BURT, PINKERTON, 1996).

Com o passar dos anos e análises da utilidade da função compras, foi encontrada a necessidade da aplicação de um modelo onde seja transformada a visão reativa da função compras, que é como normalmente essa função é exercida, para uma visão proativa. Esse modelo é chamado de procompras, onde a função compras deve deixar de ser meramente um setor que recebe informações do usuário de requisições para compras, realizar alguns orçamentos e encontrar o que oferece maior quantidade de recursos pela menor quantidade de dinheiro possível. (SANTOS, JUNGLES, 2008).

Deve se tornar um setor que se envolve diretamente com a obra de maneira geral, tanto em projetos, como planejamentos, orçamentos, logísticas, pedidos e recebimentos, tudo isto por meio de relacionamentos mais próximos com todas as áreas da cadeia de suprimento, se tornando uma função, que não só reduz custos, mas que agrega valor por meio de informações obtidas compreendendo cada uma das partes da cadeia de suprimento e suas necessidades, facilidades, e o que eles têm a oferecer. (SANTOS, JUNGLES, 2008).

Dessa forma agrega-se valores como redução de custos devido ao vínculo de longo prazo entre empresas, contribuições para os projetos por meio de conhecimentos compartilhados e mais eficácia, velocidade e qualidade, sendo este contato proativo da área de compras um fator que trará benefício a cada parte envolvida da cadeia (SANTOS, JUNGLES, 2008).

Aplicando ao tema principal do trabalho, temos as compras relacionadas a alvenaria, que devem ser realizadas seguindo as especificações do projeto, como resistência a compressão, espessuras, absorção e retração. A busca por fornecedores para realizar cotações deve ser realizada com o intuito de encontrar empresas que tenham controle de qualidade, diminuindo assim o desperdício. Deve ser verificado as condições

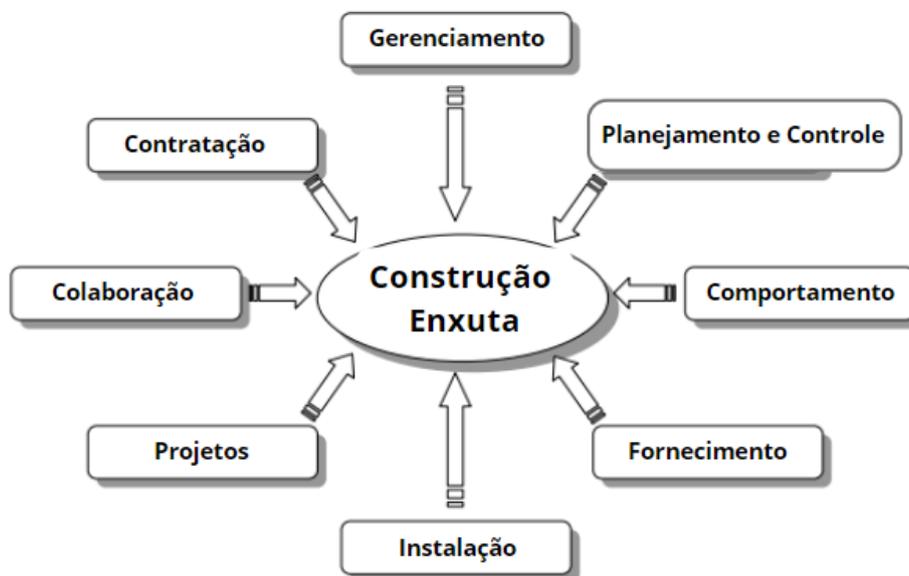
de pagamentos, sendo negociado com o fornecedor o método de pagamento e seus devidos prazos, juntamente com os descontos vinculados a quantidade do pedido e fidelidade de pagamentos. (Guia da Construção - PINI, 2010)

Quanto ao que se refere à entrega, temos, os prazos de expedição do pedido podendo ser esse conforme planejamento ou imediato, a forma de entrega ideal é feita por meio de paletes protegidos, com nota fiscal contendo especificação da mercadoria, e o descarregamento realizado com empilhadeira ou sistema mecanizado, sendo este observado desde o início para uma prévia análise da qualidade de entrega, verificando a existência de blocos quebrados, a homogeneidade, espessuras requeridas, fissuras e imperfeições. Por fim, deve-se realizar os ensaios em alguns blocos do lote para que haja controle da eficiência requerida das características resistentes dos blocos. (Guia da Construção - PINI, 2010)

2.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION)

A construção enxuta busca desconstruir o ideal do sistema de produção, onde o único objetivo é a entrega do produto, e implementar três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução de desperdício. O desperdício ligado à construção é fruto de retrabalhos ocasionados por problemas de projeto, mal planejamento de cronograma e erros de execução (KOSKELA, 1992).

Figura 2 – Estrutura conceitual da construção enxuta.



Fonte: Elaborado pelo autor, traduzido de JOHANSEN E WALTER (2007), p.22.

Novos ideais que envolvem o desenvolvimento e aplicação prática, além dos recursos humanos empregados, foram incorporados à construção enxuta. Estes expressam a dependência recíproca de todos os participantes de modo a efetuar uma gestão e execução onde seja contabilizado, com a intenção de prever, a maior quantidade de elementos que envolvem a construção. Na Figura 1 observa-se uma estrutura conceitual de elementos que abrangem a construção enxuta. (JOHANSEN e WALTER, 2007).

A aplicação da construção enxuta referente a perdas de materiais, em específico sobre blocos de alvenaria, é abordada por Isatto (2000), o qual pontua as causadoras e as inibidoras de perdas para cada processo de recebimento, transporte e estocagem dos blocos, disposto da seguinte forma:

- **Recebimento:** A inibição de perdas é dada por meio do controle de qualidade do material recebido, além de efetuar o pagamento ao fornecedor somente do material entregue após verificação, exigir o ressarcimento das perdas dos produtos danificados ou imperfeitos, nesse ponto o fornecedor geralmente envia mais do que a quantidade solicitada, já pensando nas perdas dos produtos quebrados. Portanto, o causador de perdas nesse caso é a falta de controle de qualidade.
- **Transporte até o estoque:** Já nesse ponto a inibição de perdas seria a descarga do material solicitado em pallets ou nos próprios pavimentos para um melhor armazenamento, com auxílio de profissionais devidamente capacitados para tal função, utilizando de carrinhos próprios para a tarefa, como porta pallets e com pneus de borracha. Dessa forma, são causadores de perdas nesse ponto o descarregamento em local inapropriado para o armazenamento, bem como o duplo manuseio desnecessário e também a falta de grua pode causar um aumento da mão de obra.
- **Estocagem:** É possível definir como fatores de inibição nesse ponto um local limpo e plano para a estocagem, e organizado através de pilhas, o local do estoque deve ser localizado próxima as frentes de trabalho, para que não se perca tempo com o transporte. Assim, os causadores de perdas desse ponto são o armazenamento em local impróprio que pode causar multa ou furtos, ou no subsolo que causa dificuldade no percurso, além disso, as pilhas de armazenamento superiores a 1,80 m, devem ser evitadas pois causam a quebra de blocos na primeira fiada devido ao peso,

além da instabilidade devido à altura. Também é apontado, as pilhas com materiais misturados que causam dificuldade na identificação das peças. Ademais, quando se tem muitos locais de estoque, é necessário transportar o material muitas vezes, sendo ideal que se registre a transferência dos mesmos entre os canteiros de obra.

- **Transporte até frente de trabalho:** Neste processo é possível definir como inibidores de perdas a utilização de ferramentas adequadas para o trabalho, como o porta pallet, guias, elevadores de cargas e carrinho plataformas, também é importante que o descargue seja dirigido ao pavimento que haverá a frente de trabalho, utilizando a grua para o transporte do material em pallets, e que a mão de obra tenha cuidado ao manusear os blocos para evitar perdas. A falta de planejamento relativo a quantidade necessária de blocos, o transporte de material com carrinho impróprio e o mal fechamento dos pallets para transporte na grua são os principais causadores de perdas desse ponto.

2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.3.1 Definição

Segundo Tauil e Nese (2010) podemos definir alvenaria, sendo “o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”. O sistema construtivo mais comumente utilizado nas obras é o Concreto Armado, neste a estrutura do edifício é baseada em dois elementos, as vigas e os pilares, e a alvenaria tem a função apenas de vedação da edificação, entretanto, no caso do sistema construtivo de Alvenaria Estrutural, a alvenaria terá a função de vedação juntamente com a função estrutural do edifício.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo que utiliza elementos de alvenaria como elementos estruturais, sendo estes: blocos cerâmicos, blocos de concreto, tijolos maciços, entre outros. Segundo KIBERT et al. (2016), a alvenaria estrutural consiste em uma técnica de construção onde a alvenaria e as camadas de argamassa funcionam como o elemento estrutural primário da edificação. Já para MACEDO e MONTEIRO (2020), a alvenaria estrutural pode ser definida como um método de construção que utiliza blocos

de concreto ou cerâmicos para a construção das paredes portantes da edificação, as quais são responsáveis pela sustentação das cargas verticais e horizontais da construção.

2.3.2 Tipos

Como na alvenaria estrutural não existe os elementos de vigas e pilares como no concreto armado, as paredes são a estrutura do edifício, e sendo assim podemos dividir em três tipos de alvenaria estrutural baseando-se pela necessidade de armaduras calculadas, sendo estes: alvenaria não armada, alvenaria armada ou parcialmente armada e alvenaria protendida. Vamos definir cada um destes, baseado em Tauil e Nese (2010).

- **Alvenaria não armada:** este tipo apenas recebe graute e armadura por razões construtivas para evitar futuras patologias, como por exemplo vergas e contra vergas de janelas, e não por necessidades estruturais.
- **Alvenaria armada ou parcialmente armada:** quando no cálculo do projeto se encontra necessário a aplicação de armaduras passivas para resistir aos esforços solicitantes, sendo assim utilizados fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e depois preenchidos com graute.
- **Alvenaria protendida:** utiliza-se de armaduras ativas (pré-tensionadas) o que submete a alvenaria esforços de compressão, mas devido ao alto custo da execução, este tipo é pouco utilizado. As etapas para a alvenaria protendida são descritas por:

Fixar a espera da barra ou cabo de protensão nas fundações, levantar a parede encaixando os furos dos blocos na barra, prever furos nas fiadas de canaletas, na altura da emenda da barra os trechos são conectados e protegidos, segue-se a alvenaria até a última fiada, após 14 dias aplica-se a protensão com um torquímetro lembrando-se de engraxar as barras, efetua-se a medição e o grauteamento da ancoragem. (TAUIL, NESSE, 2010, p.23).

2.3.3 Componentes e elementos

Segundo Nonato (2013), é importante entender dois conceitos básicos da alvenaria estrutural, são eles: componentes e elementos. Um componente corresponde a uma unidade básica, dessa forma, o mesmo irá compor o elemento e este irá compor a estrutura. São componentes da alvenaria: blocos, argamassa, graute e armadura. Já os elementos, por sua vez, representam a parte elaborada da alvenaria estrutural, correspondem a união entre um ou mais dos componentes anteriormente citados, como é

o caso dos pilares, das paredes, das cintas, das vergas, etc.

2.3.3.1 Blocos

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), os blocos são elementos da alvenaria estrutural, sendo estes os principais responsáveis pela resistência da estrutura. Os blocos para alvenaria estrutural normalmente são de cerâmica, concreto ou vidro. Os blocos para alvenaria estrutural podem apresentar diferentes dimensões e furos para encaixe de armaduras, dependendo do projeto da construção.

De acordo com Parsekian (2010), os blocos de cerâmica são comumente utilizados na construção de edifícios residenciais e comerciais, são feitos de argila, fabricados em fornos com altas temperaturas para obter a resistência necessária.

Segundo Parsekian (2012), os blocos de concreto podem ser aplicados a construções que necessitam de maior resistência, devido ao seu material. Os blocos são fabricados a partir da massa de concreto aplicada em fôrmas, depois desenformados e curados até atingir a resistência e a geometria desejada, importante ressaltar que deve seguir as normas técnicas e de qualidade para garantir a resistência e durabilidade.

É possível classificar os blocos quanto a sua família. Segundo a Norma NBR 6136 (ABNT, 2016), os blocos são divididos em duas famílias baseadas no seu comprimento nominal, sendo elas de 29 e 39 centímetros, e cinco famílias baseadas na sua largura nominal, além de serem subdivididos em diferentes comprimentos de blocos. Assim, a família a ser utilizada deve ser definida desde o projeto arquitetônico tendo em vista as dimensões providas pelo seu fornecedor.

Na tabela a seguir podemos verificar as dimensões nominais adotadas por norma para cada família de blocos, definidas pelo seu comprimento e largura.

QUADRO 1 - Dimensões nominais de blocos

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190
	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
	Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
	Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
	Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
	NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento. NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873. NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.									

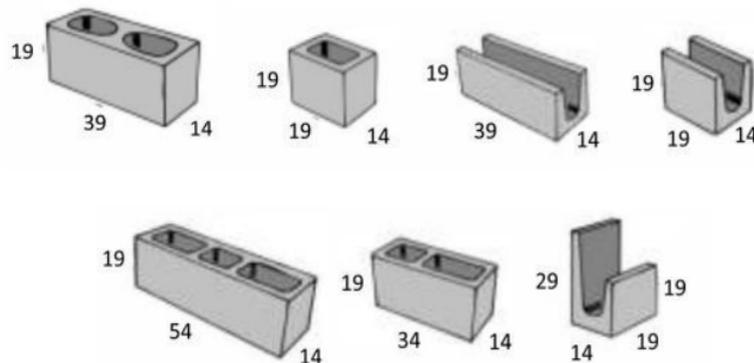
Fonte: ABNT NBR 6136:2016

Para melhor exemplificar as divisões e subdivisões dos blocos estruturais podemos ver na figura abaixo, um catálogo que mostra os nomes dos produtos e suas respectivas dimensões, sendo estes blocos de concreto de um determinado fabricante referente a família de 39 cm de comprimento e 14 cm de largura. Por isso é necessário conhecer quais os blocos o fornecedor desenvolve para que o projeto seja compatível com a execução.

Figura 3 - Exemplo de blocos de concreto disponíveis de um fornecedor (família 14)

Produto	Dimensões	Peso médio	Peças/m ²	Peças/paleta
BLOCO	14x19x39 cm	10,9 kg	12,5	120
MEIO BLOCO	14x19x19 cm	6,5 kg	25,0	240
CANALETA	14x19x39 cm	12,5 kg	2,5*	120
MEIA CANALETA	14x19x19 cm	6,3 kg	5,0*	240
BLOCO 54	14x19x54 cm	17,1 kg	9,1	90
BLOCO 34	14x19x34 cm	11,1 kg	14,3	150
BLOCO JOTA	14x19x19x29 cm	7,9 kg	5,0*	175

*Metro linear



Fonte: Fachinello Engenharia e Pré-Moldados. Acesso em: 24 maio 2023.

Disponível em: <https://fachinello.com.br/115-produtos-blocos-de-concreto-sorriso>.

2.3.3.2 Argamassa de assentamento

Argamassa de assentamento pode ser definido por:

Elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto garantindo a distribuição uniforme dos esforços, compostos de cimento, agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura. (ABNT NBR 8798, 1985, p. 3).

Segundo Sabbatini (1998) as funções da argamassa de assentamento são: unir as unidades para resistir esforços laterais, distribuir as cargas uniformemente por todos os componentes da alvenaria, absorver as deformações naturais e vedar as juntas para que a água da chuva não permeie.

Para a argamassa de assentamento ter a capacidade de prover as funções citadas ela deve apresentar as seguintes características (SABBATINI, 1998):

- ter trabalhabilidade suficiente para que o pedreiro produza com rendimento otimizado um trabalho satisfatório, rápido e econômico;

- b) ter capacidade de retenção de água suficiente para que uma elevada sucção das unidades não prejudique as suas funções primárias;
- c) adquirir rapidamente alguma resistência depois de assentada para resistir a esforços que possam atuar durante a construção;
- d) desenvolver resistência adequada para não comprometer a alvenaria da qual faz parte, não devendo, no entanto, ser mais resistente que os componentes que ela une;
- e) ter adequada aderência aos componentes a fim de que a interface possa resistir a esforços cisalhantes e de tração e prover a alvenaria de juntas estanques à água da chuva;
- f) ser durável e não afetar a durabilidade de outros materiais ou da construção como um todo; e
- g) ter suficiente resiliência (baixo módulo de deformação) de maneira a acomodar as deformações intrínsecas (retração na secagem e de origem térmica) e as decorrentes de movimentos estruturais de pequena amplitude da parede de alvenaria, sem fissurar.

A norma ABNT NBR 16868-2:2020 que trata sobre a execução e controle de obras em alvenaria estrutural exige que a argamassa de assentamento para obras em alvenaria estrutural seja conforme especificado na norma ABNT NBR 13279.

2.3.3.3 Graute

A definição de graute é dada por:

Um microconcreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armaduras em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração. (MANZIONE, 2004, p. 21)

O grauteamento é realizado na obra com o preenchimento vertical manual dos vazios internos dos blocos de alvenaria com o graute, após a conclusão das paredes, e seu intuito é de melhorar as resistências às cargas verticais e horizontais, dando estabilidade à estrutura, além de ajudar na capacidade de isolamento térmico e acústico das paredes.

Manziona (2004) lembra que esse processo pode ser crítico para a

produtividade da alvenaria, devido a sua lenta execução, logo, quando o projeto estiver sendo desenvolvido é essencial que o calculista busque a mínima utilização deste, gerando assim maior produtividade e também economia ao projeto.

2.3.3.4 Armaduras

As armaduras utilizadas para alvenaria estrutural podem ser divididas em dois grupos:

- **Armaduras de cálculo:** utilizadas pela necessidade de absorver esforços previamente calculados do edifício; e
- **Armaduras construtivas:** são utilizadas para cobrir necessidades construtivas, como por exemplo em vergas e contra-vergas, que evitam problemas patológicos.

Em alvenaria estrutural se utiliza das mesmas barras de aço para concreto armado, quando se fala de armaduras de cálculo, estas devem ser definidas pela ABNT NBR 16868-2:2020. Ademais, sempre estarão envolvidas por graute, para que trabalhe junto da alvenaria com o intuito de resistir aos esforços solicitantes de tensão que ultrapassam a resistência da argamassa. Manzione (2004) alerta que a “tensão provocada pelos esforços de tração deve ser compatível com a deformação da alvenaria, sendo adotadas tensões bem baixas”.

2.3.4 Projeto e Execução

Ao que se refere ao projeto e execução deve-se realizar a coordenação baseada no projeto arquitetônico, a fim de modular e compatibilizar com os complementares, além de seguir as normativas, tanto para projeto quanto para execução. Será melhor dissertado sobre isso nos seguintes tópicos.

2.3.4.1 Coordenação de projeto

Para a realização de um projeto em alvenaria estrutural encontramos algumas dificuldades ao que se remete a interdependência de todos os projetos que envolvem uma obra (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, entre outros) devido as paredes não serem somente de vedação, mas sim estrutural. Em razão disto, se faz necessário a coordenação de projeto, que é definida por Camacho (2006) como “a atividade

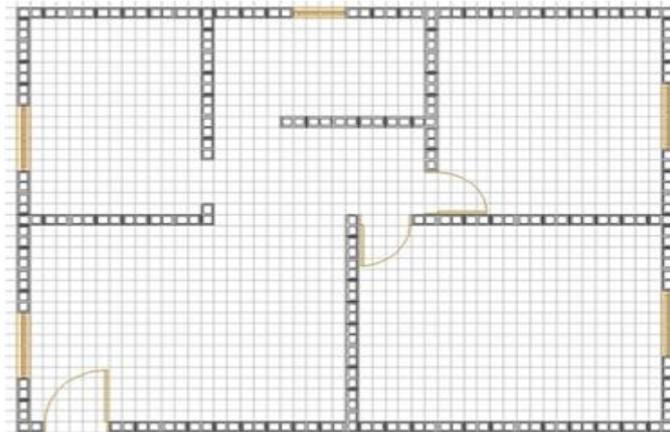
em que o responsável pelo projeto deverá identificar as interferências e as inconsistências entre todos os projetos que fazem parte do projeto executivo geral, resolvendo conflitos de modo que não ocorram improvisações na fase de execução da obra”.

2.3.4.2 Coordenação modular

Segundo Tauil e Nese (2010) coordenar modularmente é organizar ou arranjar peças e componentes, tendo como base uma medida padrão. A partir do projeto arquitetônico é modulado as paredes para que as mesmas tenham os comprimentos horizontais e verticais compatíveis, sendo estes múltiplos dos módulos definidos para o projeto. Para aplicação do conceito de coordenação modular utilizamos da NBR 15873 onde nos é descrito os objetivos, princípios e aplicação da modulação.

O termo modulação é dado devido ao fato de se adotar uma unidade de medida que será a base do projeto, chamamos essa unidade de “M”, por norma, M recebe o valor de 10 centímetros, mas este pode ser adaptado conforme a família de blocos que será utilizada no projeto. Por meio desse módulo M e do projeto arquitetônico é modulado a edificação conforme a figura abaixo:

Figura 4 - Exemplo de projeto modulado em um retículo espacial de referência



Fonte: Danilo Amorim. Acesso em: 24 maio 2023.

Disponível em: <http://daniloamorim.com.br/alvenaria-estrutural-modulacao/>.

Para a família de blocos com comprimento nominal de 29 centímetros, utiliza-se da Modulação M-15, apresentando as seguintes características:

- Bloco Principal: 29 cm (2M);

- Meio-Bloco: 14 centímetros (1M)
- Bloco Especial (Bloco de amarração): 44 centímetros (3M).

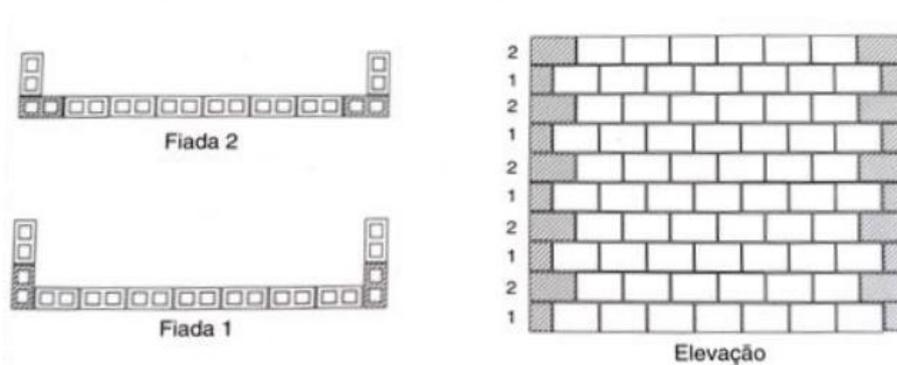
Para a família de blocos com comprimento nominal de 39 centímetros, utiliza-se da Modulação M-20, apresentando as seguintes características:

- Bloco Principal: 39 cm (2M);
- Meio-Bloco: 19 centímetros (1M)
- Bloco Especial (Bloco de amarração): 34 centímetros.

Ao se projetar a modulação, é projetado a primeira e segunda fiada, para que estas se repitam até a altura projetada do pavimento, nos levando a outro fator importante a ser observado ao modular uma edificação, a amarração.

Bastos (2021) diz sobre a importância da amarração ao explicar que as fiadas dos blocos devem evitar ao máximo juntas verticais a prumo, sendo o ideal que estas estejam a uma distância M, pois essa amarração faz com que as tensões que a alvenaria irá receber seja distribuída de forma uniforme na estrutura.

Figura 5 - Exemplo de fiada par e ímpar de parede com largura modular do bloco igual ao módulo adotado.

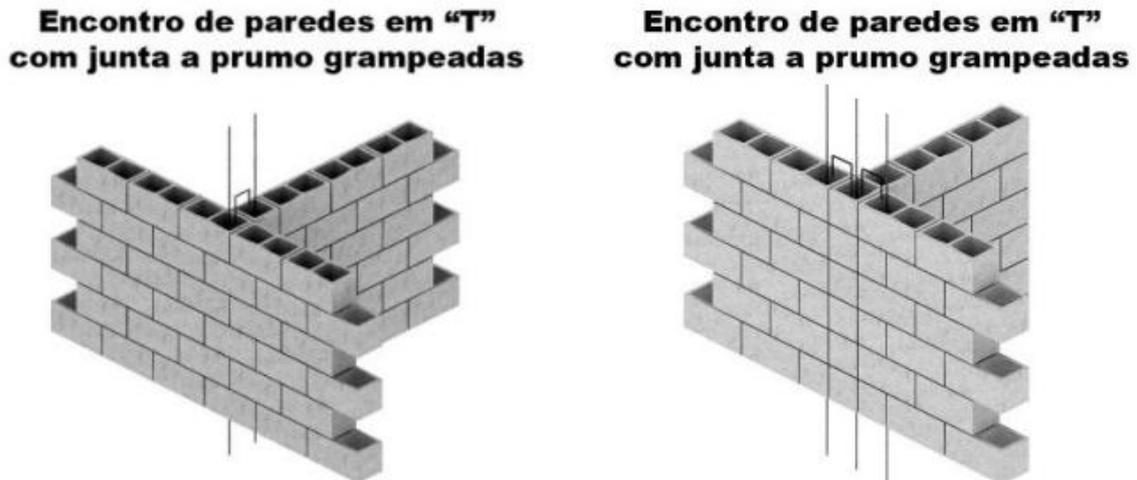


Fonte: RAMALHO e CORRÊA, 2003.

A amarração direta é onde as fiadas se entrosam alternadamente, trazendo maior uniformidade de descarga das tensões, mas há também a amarração indireta, onde deverão ser utilizados grampos de aço devido a existência de juntas a prumo, mas este tipo

de amarração desenvolve menor resistência a estrutura.

Figura 6 - Exemplo de amarração indireta entre paredes, com utilização de grampos de aço.



Fonte: BASTOS, 2021.

2.3.4.2 Normativas

As normas técnicas que regulamentam a execução de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos no Brasil são:

- NBR 15270-1: Esta norma estabelece os requisitos básicos para o projeto e a execução de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, além de trazer informações sobre o dimensionamento dos elementos e a verificação das tensões e deformações.
- NBR 15270-2: Esta norma traz as especificações para a execução da alvenaria estrutural, incluindo a seleção dos blocos cerâmicos, as argamassas de assentamento e as juntas de movimentação.
- NBR 15812: Esta norma especifica os requisitos para blocos cerâmicos estruturais e complementares destinados a alvenaria estrutural e alvenaria de vedação.
- NBR 8798: Esta norma estabelece os critérios para o recebimento de blocos cerâmicos destinados à alvenaria.
- NBR 13279: Esta norma estabelece os requisitos para argamassas de

assentamento de alvenaria.

No Brasil, a execução de alvenaria estrutural de blocos de concreto é regulamentada por diversas normas técnicas. Algumas das principais são:

1. NBR 10837: Esta norma estabelece os requisitos para a execução de alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto, incluindo especificações para a preparação da base, assentamento de blocos, juntas de argamassa, ancoragem e fixação de elementos estruturais.
2. NBR 15812: Esta norma especifica os requisitos para o projeto, execução e controle de alvenaria estrutural com blocos de concreto, incluindo requisitos para dimensionamento, resistência, fixações, juntas, entre outros.
3. NBR 14931: Esta norma estabelece as diretrizes para execução de estruturas de concreto, incluindo as de alvenaria, cobrindo desde a preparação do local, materiais, equipamentos, até a execução propriamente dita.
4. NBR 15575: Esta norma estabelece os requisitos mínimos para o desempenho de edificações habitacionais, incluindo requisitos específicos para alvenaria estrutural com blocos de concreto.

2.3.5 Vantagens x Desvantagens

Ramalho e Corrêa (2003) pontua 5 principais vantagens do método construtivo, sendo elas:

- Economia de fôrmas, que são normalmente utilizadas somente nas lajes, sendo estas ainda reaproveitadas;
- Redução dos materiais nos revestimentos, devido a qualidade de produção dos blocos e execução da alvenaria que permitem a aplicação mais econômica dos revestimentos;
- Redução nos desperdícios de material e mão de obra, por motivo da alvenaria não admitir modificações, os materiais e sua execução são otimizados diminuindo consideravelmente os desperdícios; e
- Menor número de especialistas, como os carpinteiros e os armadores,

diminuindo custos;

- Por fim, uma vantagem atrelada ao caso de lajes pré-moldadas, onde a cura não precisa ser um fator tempo para a execução da obra.

Segundo Camacho (2006) uma das grandes desvantagens é não ser possível adaptar a arquitetura para um novo uso, tendo em vista a necessidade de mudanças ao passar dos anos para as novas demandas do usuário. Outra importante desvantagem informada por Ramalho e Corrêa (2003) é a grande interferência entre projetos complementares, devido a modulação a atenção aos detalhes de cada projeto deve ser redobrada ainda em escritório para que não haja problemas na execução, e além dessas também temos a necessidade de uma qualificação por meio de treinamentos prévios para que a execução seja realizada com excelência, sem trazer riscos à edificação.

2.4 BUILD INFORMATION MODELING (BIM)

Succar (2008) define Building Information Modeling (BIM) como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do design e construção do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício. Nesse sentido, Andrade e Ruschel (2009), explicam que o BIM tem como objetivo a busca por uma prática de projeto integrada, num sentido em que todos os participantes da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) convirjam seus esforços para a construção de um modelo único de edifício. Dessa forma, a utilização de uma prática baseada no BIM tem um papel decisivo na melhoria de todas as fases do projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos entre si e com a construção, na redução do tempo e do custo da construção.

A utilização do BIM se dá por modelos paramétricos que se aplicam a todas as áreas da construção, podendo obter informações prévias visuais de cada complemento, e assim minimizar a ocorrência de interferências entre projetos, trazendo à tona sua grande qualidade de interoperabilidade, onde dados de um projeto podem ser utilizados em outros aplicativos para desenvolvimento de complementares, tendo como exemplo um projeto arquitetônico que pode ser inserido em outro aplicativo, para que seja feito o complemento estrutural, hidráulico ou elétrico do projeto.

Eastman (2014) expõe que Modelagem de Informações da Construção ou Building Information Modeling (BIM) é um conjunto de processos que visa a produção,

comunicação e análise de modelos de construção. Ademais, Autodesk (2022) conceitua como um processo de integralização onde se tem a criação e o gerenciamento de tudo o que envolve a construção. Para tanto, é utilizado como base uma plataforma de armazenamento, a fim de se integralizar todos os possíveis dados, desde o projeto/planejamento até o resultado final das operações.

Sendo assim, a utilização do BIM para desenvolvimento de projetos, faz-se fundamental para eliminar intercorrências no projeto, o que gera uma melhor análise sequencial da produção e execução, possibilitando assim uma otimização no planejamento e também no orçamento.

A orçamentação de um projeto pode ser desenvolvida por um modelo gerado em plataformas BIM, com relação a isso Eastman (2014) aponta três possibilidades:

- 1- Exportando arquivos de quantitativo para um software de orçamentação - Por meio das ferramentas BIM, que são Revit, ArchiCAD, AECOsim, Allplan, entre outros, aplicar quantitativo exportado da ferramenta BIM a um software de orçamentação;
- 2- Conexão direta entre componentes BIM e softwares de orçamentação, utilizando de plug-ins dentro da ferramenta BIM de modo que o orçamento é diretamente associado ao modelo. Os programas que possuem esses plug-ins que são citados por Eastman são Sage Timberline via Innovaya (Innovaya, 2007), U.S. Cost (Rundell, 2006; U.S. Cost, 2007); e Graphisoft Estimator (VICO, 2007);
- 3- Ferramenta de levantamento de quantitativo - É uma forma de obter o quantitativo sem precisar utilizar do método existente dentro da ferramenta BIM, pois uma ferramenta fará o levantamento do quantitativo importando do BIM, algumas dessas ferramentas são: Exactal (Exactal, 2007), Innovaya (Innovaya 2007) e OnCenter (OnCenter, 2007).

Além de utilizar o BIM para o desenvolvimento de projetos e obtenção dos seus quantitativos, existem plataformas que integram os projetos com o planejamento e gestão de execução dos mesmos, como por exemplo o software Navisworks, o qual facilita a coordenação, a revisão e o projeto de construção, até mesmo gerando gráfico de Gantt, garantindo eficiência e qualidade no planejamento e execução de obra.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente projeto engloba duas grandes etapas: Etapa I: Levantamento de dados, com busca de informações e pesquisa sobre o método de alvenaria estrutural, somado a um estudo de caso na cidade de Foz do Iguaçu e Etapa II: Uso de Ferramenta BIM, na qual o levantamento de dados será implementado em um software BIM, de forma que sirva de apoio para alcançar os resultados esperados. Os procedimentos que envolvem estas etapas são:

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Por meio de pesquisas em livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e sites, esta etapa busca esclarecer aspectos que envolvem a questão em estudo do presente trabalho, abrangendo informações relevantes para os temas de gestão de cadeia de suprimento, alvenaria estrutural e metodologia BIM, a fim de utilizar dos conhecimentos teóricos estudados para o desenvolver das próximas etapas.

3.2 ESTUDO DE CASO

Foi realizado um estudo de caso para levantamento de dados sobre uma obra em alvenaria estrutural, onde serão obtidas informações como: projetos arquitetônicos e estruturais, desafios enfrentados na execução da alvenaria com blocos cerâmicos estruturais, dados sobre o fornecedor de blocos, tempo de entrega após o pedido, cronograma de obra, dentre outras informações pertinentes, que possam ser divulgadas pelos responsáveis pela obra.

3.3 CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BLOCOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Utilizando-se das informações obtidas no estudo de caso, além dos conhecimentos adquiridos na pesquisa bibliográfica, foi demonstrado a cadeia de suprimento dos blocos para alvenaria estrutural de modo geral, desde seu pedido pela construtora até o fornecimento do produto.

3.4 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS APLICADA AO CASO

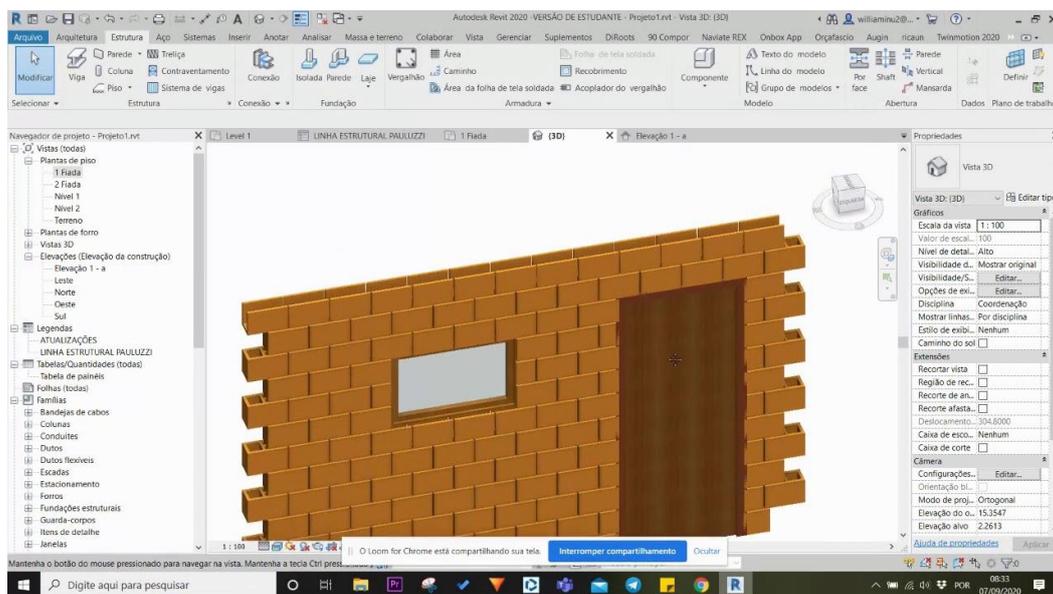
Baseando-se na cadeia de suprimentos obtida na etapa anterior foi

desenvolvido um modelo de fluxo de informações para o caso em estudo, que permitam desenvolver uma gestão da cadeia de suprimento dos blocos para alvenaria estrutural, visando a cadeia de forma delimitada, sendo do fornecedor até a execução na obra. Para a aplicação dos blocos de concreto foi projetada a modulação, quantitativo e orçamento considerando o caso em estudo construído com blocos de concreto.

3.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO BIM A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

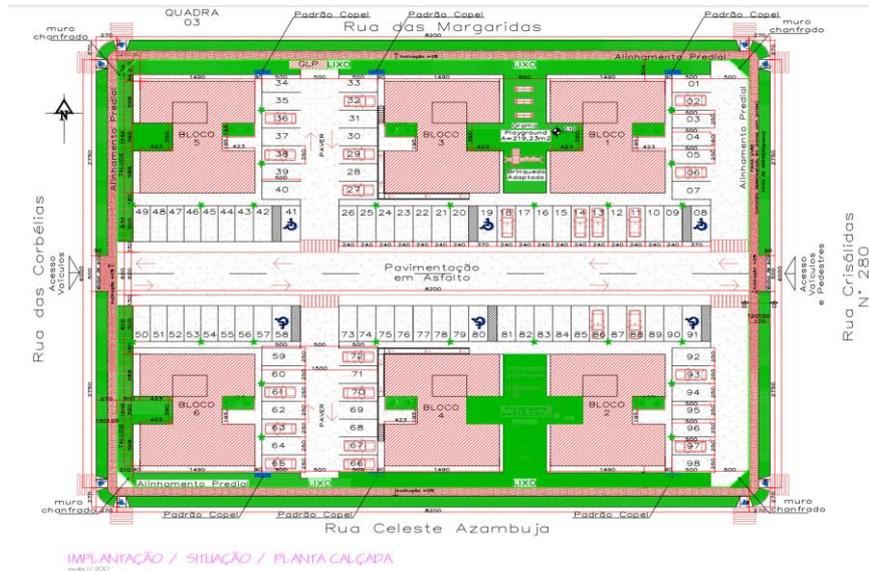
Nesta etapa foi modelado em um software BIM, a obra do caso em estudo, com o intuito de se usar para planejamento e orçamentação, utilizando dos quantitativos e informações geradas pelo software. O software utilizado foi o Revit, é possível observar abaixo um exemplo de modelagem nesse software (Figura 2). O objetivo é demonstrar os benefícios que a utilização de ferramentas BIM pode trazer a gestão de uma obra.

Figura 7 - Exemplo de Modelagem BIM de Alvenaria Estrutural no software Revit.



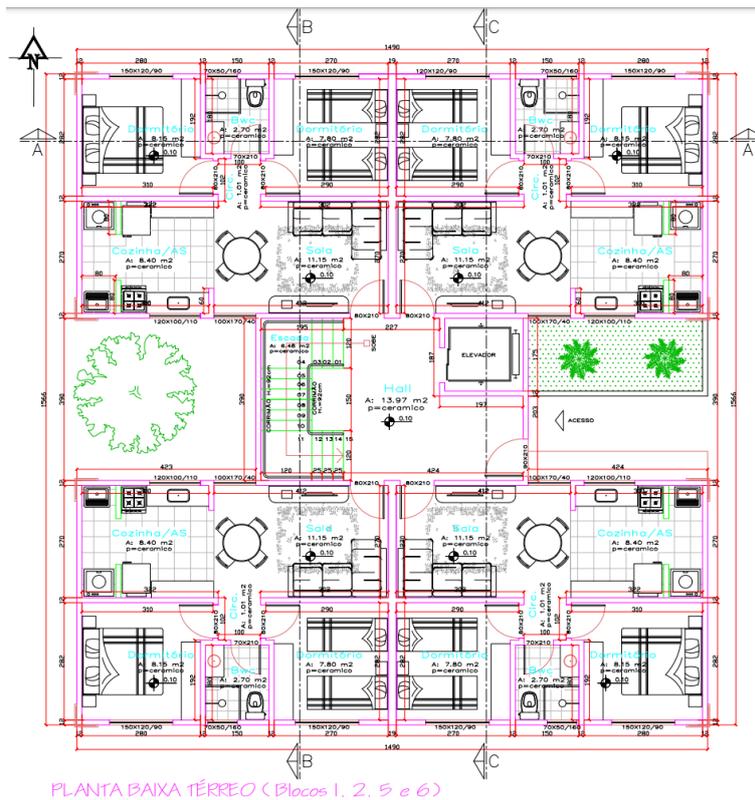
Fonte: ALVES, 2020

Figura 8 - Planta de implantação e situação do estudo de caso



Fonte: OLIVEIRA, 2022

Figura 9 - Planta baixa do térreo do estudo de caso



Fonte: OLIVEIRA, 2022

Fotografia 2 - Obra referente ao estudo de caso



Fonte: O autor, 2023

4.2 DADOS COLETADOS

Os dados coletados são baseados em um questionário realizado com o engenheiro responsável, informações solicitadas pelo estagiário Douglas Scherer e por meio de observação e fotos.

4.2.1 Cronogramas e relatórios da obra

Existiu um cronograma inicial para a execução, mas durante a execução da obra não foram realizados relatórios do andamento e dos gastos.

4.2.2 Fornecedor

O fornecedor de blocos da obra foi a cerâmica São Gerônimo (CNPJ: 10.571.879/0001-85), localizada no endereço: Rodovia BR 373 KM 257, S/N, Manduri, Prudentópolis-PR. Sendo este o fornecedor que será utilizado para comparação orçamentária nos próximos capítulos.

4.2.3 Blocos utilizados na obra

Os tipos de blocos cerâmicos para alvenaria estrutural utilizados foram:

- Meio Bloco 14x19x14cm;

Fotografia 3 - Meio Bloco Estrutural 14x19x14cm



Fonte: O autor, 2023

- Bloco 14x19x29cm;

Fotografia 4 - Bloco Estrutural 14x19x29cm



Fonte: SCHERER, 2023

- Bloco e Meio 14x19x44cm;

Fotografia 5 - Bloco e Meio Estrutural 14x19x44cm



Fonte: O autor, 2023

Este bloco é utilizado amarração entre parede em encontros T ou Intersecções de paredes.

- Canaletas J;

Fotografia 6 - Canaletas J



Fonte: O autor, 2023

Estes blocos canaletas são utilizados para servir de base para apoio da laje tendo um lado mais alto para servir de molde e acabamento da laje nas extremidades do edifício.

- Meia Canaleta U 14x9x19cm;

Fotografia 7 - Meia Canaleta U 14x9x19cm



Fonte: O autor, 2023

- Canaleta U 19 cm.

Fotografia 8 - Canaleta U 14x19x19cm



Fonte: SCHERER, 2023

Os blocos canaletas são utilizados para criação de vergas e contra-vergas utilizando do preenchimento com graute e armaduras, além de servir de base para apoio da laje.

- Compensador 5cm

Fotografia 9 - Compensador 5cm



Fonte: O autor, 2023

Os blocos compensadores são utilizados com o mesmo intuito do meio bloco, devido a alvenaria ter função estrutural na edificação, não é possível serrar blocos como é feito em blocos para vedação, assim estes servem para amarrar a estrutura os blocos inteiros não se encaixam, sendo estes especificados a locação no projeto de modulação.

4.2.4 Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento industrializada utilizada foi massa pronta de 4 a 5 Mpa.

No silo é colocado o pó da massa pronta que quando acionado entra no processo de mistura com a água e a mistura é despejada no carrinho conforme controlado pelo operário.

Fotografia 10 - Silo mecânico da argamassa de assentamento industrializada.



Fonte: SCHERER, 2023

4.2.5 Estoque dos blocos

Os blocos eram estocados na obra em locais de fácil acesso e levados para o local de execução por meio de carrinho e guincho. O pedido do lote era feito antecipadamente para que não faltasse estoque.

4.2.6 Tempos de pedido, logística e execução

O tempo de entrega após o pedido do lote era de aproximadamente 10 dias com carga de 8 mil blocos, cerca de 18 pallets. Estes pedidos eram normalmente feitos de 20 a 30 dias para evitar falta de estoque na obra.

O tempo de execução da alvenaria de um pavimento tinha uma média de 15 dias por pavimento, e o tempo entre a finalização da alvenaria e o início do próximo pavimento, sendo este a execução da laje, era de aproximadamente 5 dias. Considerando para estes tempos, o número de 6 a 7 pedreiros com mais 4 ajudantes.

Fotografia 11 - Entrega dos blocos



Fonte: SCHERER, 2023

4.2.7 Motivo da escolha de blocos cerâmicos

Segundo o engenheiro responsável da obra o motivo da escolha é referente ao preço do bloco cerâmico em comparação com o bloco de concreto, sendo cerca da metade do valor, e devido ao tipo de projeto com apenas 4 pavimentos, o bloco cerâmico atendia a resistência necessária para executar a obra com este tipo.

4.2.8 Desafios enfrentados

O maior desafio encontrado foi devido à falta de conhecimento sobre a execução do método de alvenaria estrutural, sendo necessário algumas aulas para instruir os funcionários de como seguir o projeto de modulação, sobre como lidar com os blocos e as necessidades e proibições que envolvem o método.

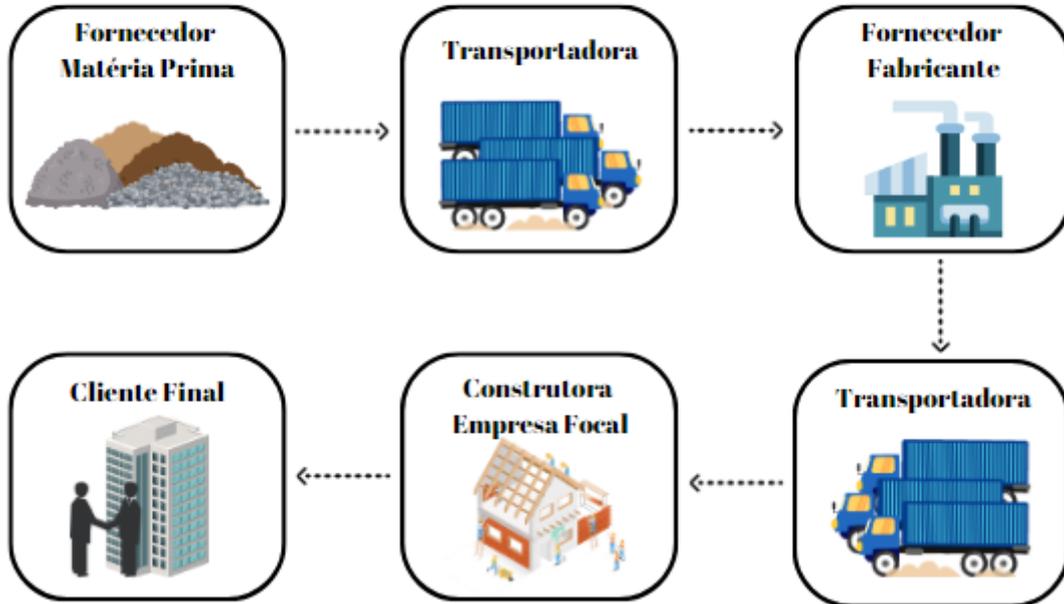
5 MODELO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BLOCOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Com base nos dados obtidos com a pesquisa bibliográfica juntamente do estudo de caso vamos definir os agentes da cadeia de suprimentos, tanto para blocos cerâmicos como para blocos de concreto.

- **Empresa Focal:** A empresa focal é a construtora que realizará a construção da edificação.
- **Fornecedores:** Os fornecedores são os fabricantes dos blocos, que devem ser buscados na região com o intuito de encontrar o melhor custo x benefício.
- **Matéria Prima (Fornecedores dos fornecedores):** Este agente é o princípio da cadeia de suprimentos, a empresa que trabalha com a matéria prima do produto requerido, para os nossos casos, temos nesse agente, as empresas extratoras de argila para os blocos cerâmicos e as empresas extratoras de brita, cimento e areia para os blocos de concreto, sendo cada uma dessas um fornecedor de matéria prima diferente que deve ser considerado.
- **Cliente Final:** Este agente da cadeia se refere ao dono do terreno que contratou a construtora, que usufrui do produto final construído.
- **Transportadoras entre agentes da cadeia:** O transporte de um agente para outro também se torna um agente da cadeia, que deve ser observado e muito bem contabilizado no planejamento.

5.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Tendo em vista todos os agentes que envolvem a cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural, formamos a seguinte representação do sistema:

Figura 10 - Cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural**CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BLOCOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL**

Fonte: O autor, 2023

6 MODELO DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS APLICADA AO CASO EM ESTUDO

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada e das informações obtidas do estudo de caso, será desenvolvida uma gestão para a obra em alvenaria estrutural do caso em estudo, tanto para blocos cerâmicas como originalmente foi executada, como também para blocos de concreto, baseando-se na cadeia de suprimentos com seus processos e fluxo de informações.

6.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DA CADEIA A SER ABORDADA

A área que abrange o que queremos estudar é desde o fornecedor fabricante de nível 1 até o cliente final, dentro dessa área podemos operar uma análise de gestão, que busque otimizar todos processos envolvidos na cadeia de suprimentos.

6.2 PROCESSOS

6.2.1 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico é o que dá início aos processos que serão executados, por meio dele será realizado a modulação dos blocos, realizando as mudanças necessárias no projeto para que as dimensões sejam moldadas conforme o posicionamento dos blocos.

A obra deste estudo de caso, teve seu projeto arquitetônico refeito devido a um requisito de aprovação pelos bombeiros, relacionado a escada, que havia sido projetada com degraus em leque, o que não é permitido devido a segurança, sendo isso regulamentado, o que interferiu também no projeto de modulação, devido à altura do pé direito ter sido replanejada para que a escada fosse executada de maneira correta.

6.2.2 Pesquisa de fornecedores

O segundo processo a ser desenvolvido se refere a pesquisa de fornecedores na região, sendo que para realização da modulação é necessário conhecer os tipos disponíveis de blocos fabricados nos fornecedores, evitando que não seja projetado algo que não haverá material específico para execução.

Para este estudo e aplicação foram escolhidos o mesmo fornecedor de blocos cerâmicos utilizados na obra, e para os blocos de concreto o fornecedor foi a Lajes Patagônia. A pesquisa dos itens disponíveis, seus preços e frete foram realizadas por ligação e aplicativo de mensagens, a fim de definir o que melhor se adequa ao projeto e execução.

6.2.3 Projeto de modulação e cálculo estrutural

Tendo realizado a pesquisa de fornecedores, podemos então partir para o processo de realização do projeto de modulação, baseado no projeto arquitetônico e nos blocos disponíveis nos fornecedores. Tendo uma vez realizado a modulação parte-se para o cálculo estrutural onde se é analisada a resistência da estrutura, dimensionando também locais de grauteamento e armadura.

Para os blocos cerâmicos foi utilizado o mesmo projeto do caso em estudo, e para os blocos de concreto foi desenvolvido do zero a modulação.

6.2.4 Compatibilização de projetos

Esse processo se refere aos projetos complementares, como hidráulico, elétrico, prevenção de incêndio, que devem ser compatibilizados com o projeto de modulação desenvolvido no processo anterior, devido ao método construtivo ter suas paredes como estrutura, é de extrema importância esse processo, onde a locação de tubulações, conduítes, entre outros, deve ser verificada, eliminando qualquer interferência existente entre elas, assim compatibilizando os projetos.

6.2.5 Quantitativo e Orçamento

Tendo realizado a modulação, é possível agora realizar o quantitativo dos blocos utilizados, listando as quantidades necessárias de cada bloco em específico. Com os quantitativos gerados, pode-se entrar em contato novamente com os fornecedores para realizar orçamentos e negociar valores.

Para os blocos cerâmicos foi realizado o orçamento com o fornecedor

Cerâmica São Gerônimo da cidade de Prudentópolis-PR, e foi obtido o seguinte orçamento:

Quadro 2 – Quantitativo e Orçamento Blocos de Cerâmica

Cerâmica São Gerônimo (Prudentópolis) - Blocos de Cerâmica			
Tipo de Bloco	Preço Unid.	Qtd. 1 Ed	Valor Total
Bloco 14x19x44	R\$ 4,60	732	R\$ 3.367,20
Bloco 14x19x29	R\$ 3,00	19038	R\$ 57.114,00
Meio Bloco 14x19x14	R\$ 1,50	944	R\$ 1.416,00
Meia Canaleta U 14x9x19	R\$ 2,80	4570	R\$ 12.796,00
Canaleta U 14x19x19	R\$ 3,00	2019	R\$ 6.057,00
Canaleta J 14x19x19	R\$ 3,20	1672	R\$ 5.350,40
Compensador/ Pastilha 14x19x5	R\$ 1,00	1832	R\$ 1.832,00

Orçamento total de blocos p/ 1 Edifício	R\$ 87.932,60
Orçamento total de blocos p/ 6 Edifícios	R\$ 527.595,60

Fonte: O autor, 2023

Para os blocos de concreto foi realizado o orçamento com o fornecedor Lajes Patagônia da cidade de Foz do Iguaçu, e foi obtido o seguinte orçamento:

Quadro 3 – Quantitativo e Orçamento Blocos de Concreto

Lajes Patagônia (Foz do Iguaçu) – Blocos de Concreto			
Tipo de Bloco	Preço Unid.	Qtd. 1 Ed	Valor Total
Bloco 14x19x54	R\$ 6,40	1293	R\$ 8.275,20
Bloco 14x19x39	R\$ 4,15	12280	R\$ 50.962,00
Bloco 14x19x34	R\$ 3,95	853	R\$ 3.369,35
Bloco 14x19x29	R\$ 3,80	596	R\$ 2.264,80
Meio Bloco 14x19x19	R\$ 3,60	1378	R\$ 4.960,80
Canaleta U 14x14x39	R\$ 4,15	1519	R\$ 6.303,85
Canaleta U 14x19x19	R\$ 2,60	129	R\$ 335,40
Canaleta J 14x19x31	R\$ 3,80	850	R\$ 3.230,40
Orçamento total de blocos p/ 1 Edifício	R\$ 79.701,40		
Orçamento total de blocos p/ 6 Edifícios	R\$ 478.208,40		

Fonte: O autor, 2023

Através do desenvolvimento deste orçamento chegou-se à conclusão de que se fosse utilizado blocos de concreto para execução da obra seria economizado cerca de 9,5% do valor total de blocos, pois mesmo o valor dos blocos de concreto sendo mais altos, quando dispostos na modulação é obtido uma menor quantidade de blocos comparada ao cerâmico devido ao seu comprimento ser maior.

6.2.7 Planejamento de Execução

Esse processo busca organizar e planejar como será realizada a execução da alvenaria, visando prever cada necessidade a fim de aplicar conceitos da construção enxuta. Os itens envolvidos nesse processo serão listados e definidos abaixo:

6.2.7.1 Equipe e tempo de execução

Os tempos devem ser pensados no planejamento a fim de manter o estoque equilibrado.

O tempo de execução deve ser previsto baseado em informações de outras obras, ou arquivos teóricos, além de ser dependente da quantidade de mão de obra disposta para a atividade a ser realizada, ou seja, é necessário também decidir a equipe que será utilizada para o serviço. Para o caso em estudo o tempo de produção foi de cerca de 15 dias para alvenaria e mais 5 para laje, com uma equipe de 6 ou 7 pedreiros e mais 4 ajudantes.

6.2.7.2 Intervalos entre pedidos

Tendo o tempo de execução previsto, deve-se planejar os intervalos de tempo que os pedidos serão feitos ao fornecedor, juntamente com a quantidade e especificações destes pedidos. O fornecedor deve informar o tempo de entrega após a realização de um pedido no momento do contrato, para que os pedidos sejam planejados com o intuito de não faltar estoque para execução, ainda mais no caso dos blocos cerâmicos utilizados no caso em estudo, onde o fornecedor ficava a cerca de 450 km de

distância.

6.2.7.3 Preparação e organização do canteiro

O canteiro de execução deve ser organizado de forma a favorecer a eficiência e agilidade das atividades a serem executadas. O estoque de blocos, juntamente com a localização da argamassa e graute, deve ser pensado no trânsito do armazenamento até o local de execução, a fim de inibir obstáculos e aproximar ao máximo os materiais da mão de obra.

O transporte dos materiais para os pavimentos superiores deve-se ser previsto, no caso em estudo foi utilizado um guincho, neste caso importante já ser pensado a localização do mesmo na edificação, e como será realizada a instalação.

Fotografias 12 e 13 - Talha guincho elétrica.



Fonte: Autor, 2023

Deve-se também ser pensado na execução das fiadas acima de 1,60 m, onde deve haver estruturas de suporte adequadas, nas quais os funcionários se apoiarão para continuar com a execução das fiadas da alvenaria, estas devem ser planejadas, materiais serão utilizados, como tábuas de madeira ou andaimes. No caso em estudo foram utilizadas tábuas de madeira, como mostra a figura abaixo:

Fotografia 14 - Estrutura de suporte para execução de fiadas mais altas.

Fonte: SCHERER, 2023

6.2.7.4 Instrução da execução do método construtivo aos operários

Devido ao método construtivo de alvenaria estrutural não ser o mais comum, não são todos os operários que tem experiência com a execução do mesmo, logo, no início da obra é necessário que, por meio de um ou mais profissionais especialistas, seja feito um momento de instrução de como se executar a obra, explicando etapa por etapa, desde o gabarito até a conclusão da alvenaria do pavimento, sanando as dúvidas de todos os operários.

6.2.7.5 Marcação, Primeira Fiada, Verificação e Correção do assentamento

É importante planejar também como será feita a marcação da alvenaria com as linhas guias, a primeira fiada deve ser feita por alguém com mais experiência para evitar possíveis erros.

A primeira fiada deve ser feita colocando os blocos especificados em

projeto sem massa para poder verificar o posicionamento da modulação, tendo feito a verificação realiza-se o assentamento. Após assentada a fiada, é necessário verificar o nível, esquadro e prumo, e se necessário fazer a correção.

6.2.8 Contrato com fornecedor

Com os projetos definidos, orçamentos realizados e aprovados, e planejamentos concluídos, é contratado com o fornecedor o material e suas logísticas, definindo também os pagamentos e prazos.

6.2.9 Controle de Execução

Tendo os processos anteriores concluídos, inicia-se a execução, onde se entra no processo de controle da obra, baseando-se no planejamento, fazendo o controle do desenvolvimento diário da obra, assim podendo analisar se o desenvolvimento corresponde com o planejamento, e fazer adaptações no planejamento se necessário conforme o andamento da obra.

Um dos controles a ser realizado é referente ao estoque, tanto ao tempo de pedido em relação ao tempo de execução, comparando com o planejamento, e também o controle de recebimento de materiais, nesse caso, dos blocos, os quais devem ser avaliados qualitativamente de maneira visual, além de levar alguns blocos por lotes para avaliação laboratorial de resistência, de modo a não comprometer a estrutura do edifício por erros vinculados ao material utilizado, sendo de grande importância verificar se os fornecedores são certificados com selo de qualidade.

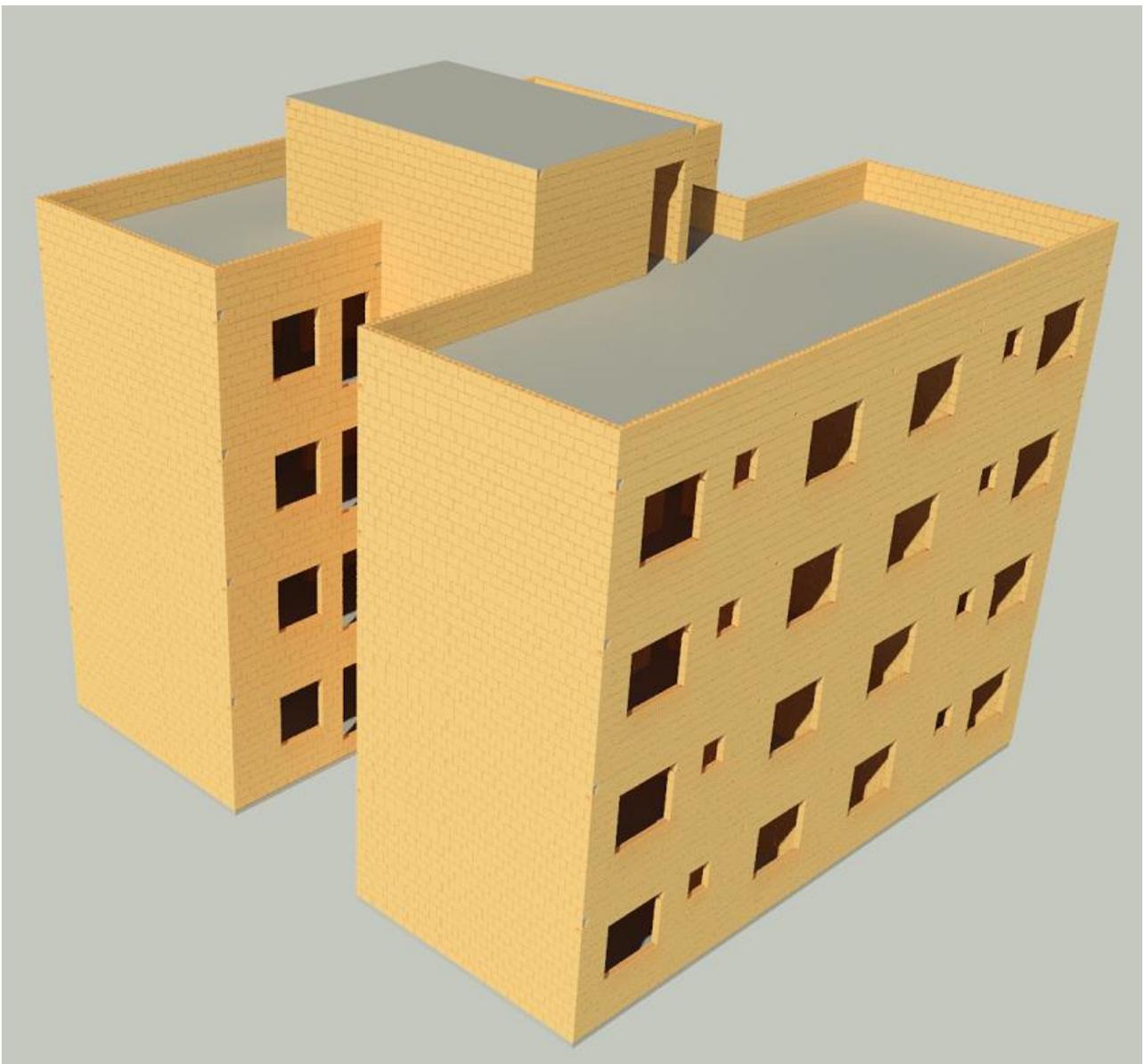
6.3 APLICAÇÃO BIM

A aplicação do BIM na gestão da cadeia de suprimentos, se dá em vários processos, a seguir será citados os processos em qual se dá o uso do método:

6.3.1 Projeto de modulação e compatibilização

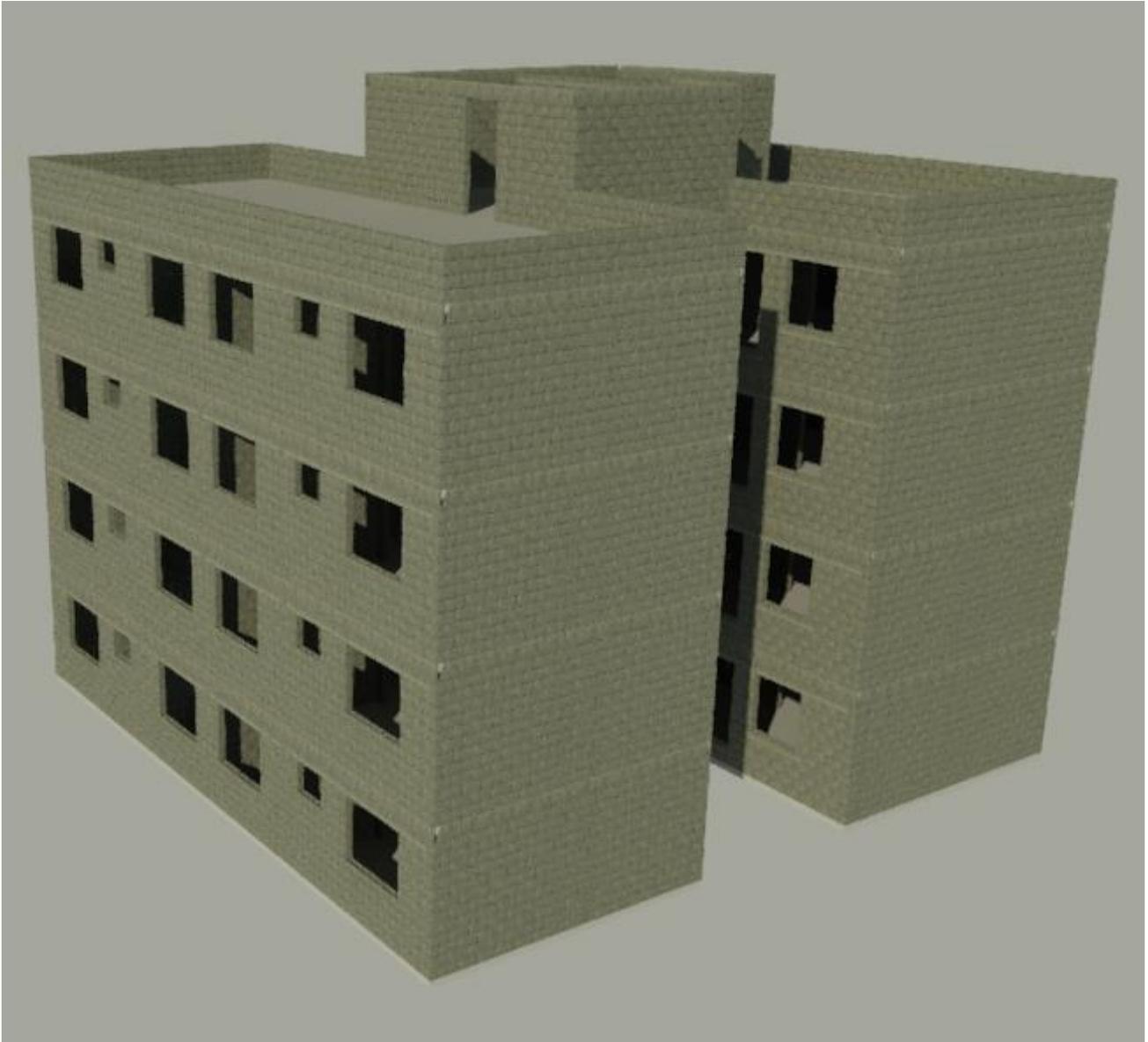
Para o desenvolvimento do projeto de modulação existem alguns softwares BIM que podem facilitar o processo. O software escolhido para realização da modulação, foi o Revit, por meio deste foi possível modelar o pavimento do edifício com os blocos específicos, trazendo uma melhor visualização, tanto 2D como 3D do projeto. Além de dentro do próprio software poder integrar os projetos complementares a fim de analisar as incompatibilidades e solucioná-las.

Figura 11 – 3D do projeto em blocos cerâmicos desenvolvido no *Revit*



Fonte: O autor, 2023.

Figura 12 – 3D do projeto em blocos de concreto desenvolvido no *Revit*



Fonte: O autor, 2023.

6.3.2 Quantitativos

Com o projeto modelado no software é possível obter informações das quantidades de cada bloco utilizados no modelo, assim, trazendo mais facilidade e precisão no desenvolvimento de quantitativos.

6.3.3 Planejamento e Controle

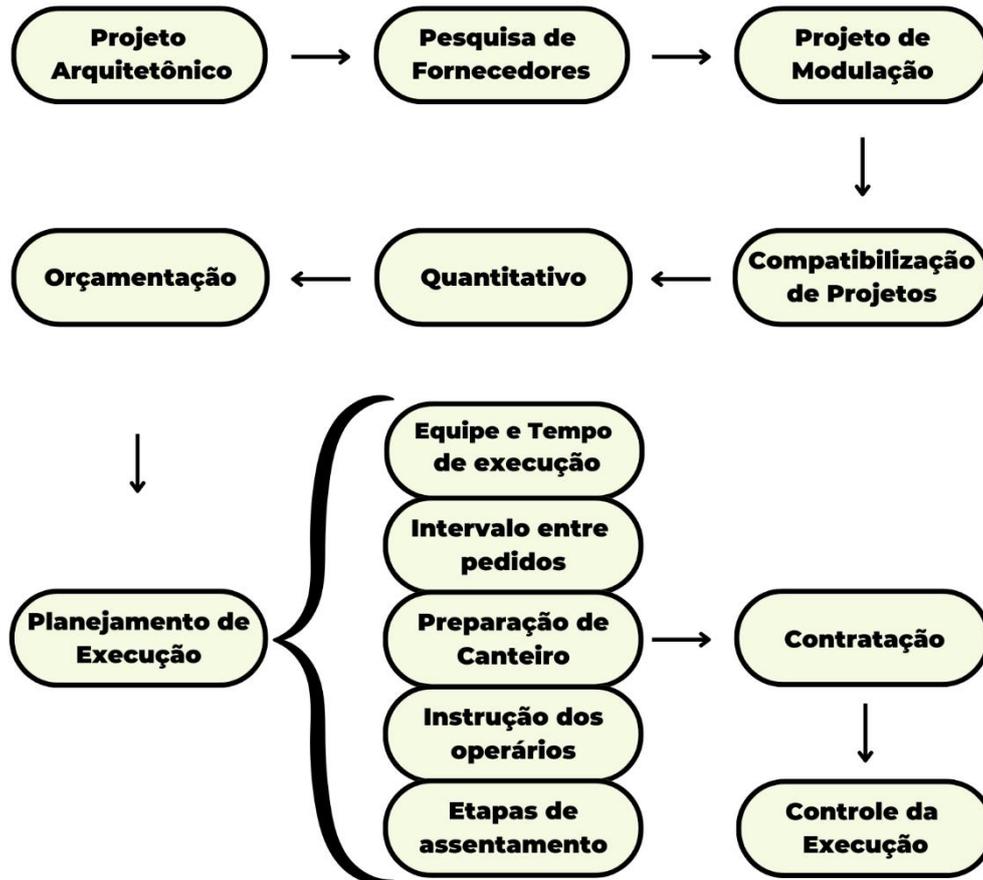
O planejamento e controle pode ser realizado com algumas plataformas BIM, que permitem que o acompanhamento da obra seja feito através de diversos dispositivos, facilitando até mesmo sanar algumas dúvidas de projeto no momento da execução, podendo verificar com imagens 3D em aparelhos móveis os projetos da obra. Tendo na obra, um responsável pela atualização da plataforma, existem diversos benefícios que podem trazer o controle realizado por meio desse tipo de plataforma.

6.3.3 Integração entre obra e fornecedor

Dado a utilização da plataforma BIM para controle da obra, é possível realizar a integração entre obra e fornecedor por meio de dados disponibilizados pela empresa focal, que permite ao fornecedor verificar especificações do pedido, facilitando a comunicação entre o setor de compras e o fornecedor.

6.4 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Figura 13 – Modelo de gestão da cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural



Fonte: O autor, 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho observou-se que a aplicação do BIM na gestão da cadeia de suprimentos gera: agilidade no processo de desenvolvimento de projetos, redução de custos devido ao alto nível de detalhes que podem prever conflitos e erros, além de gerar quantitativos mais precisos, e também produtividade devido ao seu potencial de planejamento.

Identificou-se nesta pesquisa que uma boa gestão da cadeia de suprimentos depende da disposição das empresas envolvidas, onde quando há um relacionamento de confiança entre as partes, é possível gerar um fluxo de informações que favoreçam a cadeia como um todo, trazendo benefícios como redução de custos, otimização de recursos a serem utilizados e prevenção de falhas por meio de conhecimento compartilhado, mas deve ser levado em conta a complexibilidade deste relacionamento interempresarial devido à dificuldade da confiança que deve ser exercida entre os agentes.

Através da realização do estudo de caso podemos identificar o fluxo de informações de blocos para alvenaria estrutural, observando que não houve muita relação entre a obra e o fornecedor. Verificou-se que é importante o vínculo mais próximo do fornecedor com seus clientes, para se obter conhecimento específicos das obras em alvenaria estrutural como no caso desse trabalho, sendo assim uma forma de agregar valor ao produto fornecido.

A elaboração da modelagem do edifício do estudo de caso em blocos cerâmicos e em blocos de concreto, permitiu verificar a agilidade que a ferramenta BIM oferece na questão de análises de falhas de projeto, como por exemplos fiadas com juntas em prumo, além de facilitar o quantitativo e orçamento.

Os modelos propostos da cadeia de suprimentos de blocos para alvenaria estrutural de maneira generalista e o de gestão desta cadeia de suprimentos, permitiu aclarar os processos construtivos que envolvem todo fluxo da cadeia, aplicando os procedimentos de realização de cada um deles com base na construção enxuta, e os exemplificando no caso em estudo, além de servir como base para futuros projetos.

É importante ressaltar que o campo da gestão da cadeia de suprimentos está em constante evolução, impondo que o modelo proposto não é uma solução definitiva, mas sim, um ponto de partida que deve ser aprimorado cada vez mais, somando as novas tecnologias e práticas que estão surgindo.

No ambiente da construção civil é necessário buscar o aperfeiçoamento da

eficiência operacional das empresas envolvidas para que as demandas do mercado sejam atendidas de forma mais ágil e competitiva, gerando maior fluxo econômico na área.

7.1 SUGESTÕES DE TEMAS PARA ESTUDOS FUTUROS

- Estudar a cadeia de suprimentos internamente na construtora;
- Estudar a cadeia de suprimentos visando a redução de desperdício com vistas na construção enxuta;
- Criar procedimentos padrões para a cadeia de suprimentos para a execução de alvenaria.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.; RUSCHEL, R. **BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências**. Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Carlos, São Paulo. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos —Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-2: Componentes cerâmicos - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Parte 1: Requisitos**. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-2: Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho**. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15812-2: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos parte 2: Execução e controle de obras**. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15873: Coordenação modular para edificações.** 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16868-2: Alvenaria Estrutural - Parte 2: Execução e controle de obras.** 2020.

AVILA, A.V. **Planejamento: O método PERT-CPM.** São Paulo, 2000.

BHATLA, A.; LEITE, F. **Integration Framework Of Bim With The Last Planner System.** Proc. 20st Ann. Conf. International Group for Lean Construction, 2012, San Diego.

BASTOS, P, S. **Alvenaria Estrutural.** Apostila. UNESP, Bauru, 2021. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Apost.%20Alvenaria%20Estrutural.pdf> . Acesso em: 27/04/2023.

BALLOU R. H.; GILBERT S. M.; MUKHERJEE A. **New managerial challenges from supply chain opportunities.** North Holland. 2000.

BETCHEL, C.; JAYARAM, J. **Supply Chain Management: A strategic perspective.** The International Journal of Logistics Management, vol 8 n. 1, 1997.

BURT, D,N.; PINKERTON, R.L. **A purchasing manager's guide to strategic proactive procurement,** Amacom: American Management Association, 1996.

CARDOSO, F.F. **Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL LEAN CONSTRUCTION, 1996, São Paulo. A Construção sem Perdas: anais. São Paulo: IDORT, 1996.

CAMACHO, J. S. **Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Dissertação (Mestrado). São Paulo, Universidade Estadual Paulista. 2006. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/projeto-de-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf> . Acesso em: 03/04/2023.

CAMARGO, R. **Diagrama de precedência: saiba para o que serve no gerenciamento de projetos**. 2020. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/Diagrama-de-precedencia>. Acesso em: 13 Jul. 2022.

CHRISTOPHER M. **Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service (Second Edition)**, *International Journal of Logistics Research and Applications*. 1999.

COOPER, M.C.; ELLRAM, L.M. **Characteristics of supply chain management and the implications for purchasing and logistics strategy**. *The International Journal of Logistics Management*, Florida, v.4, n.2, 1993.

COUTINHO, T. **O que é e qual é a importância da Cadeia de Suprimentos?** Grupo Voitto. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/cadeia-de-suprimentos>. Acesso em: 15 Jul. 2022.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 1ª ed. 483 p. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ESTENDER, A. C.; SEQUEIRA, G. R.; SIQUEIRA, N. A.; CANDIDO, G. J. **A Importância do Planejamento e Controle de Produção**. Anais do VI SINGEP – São Paulo – SP – Brasil. Novembro, 2017. Disponível em: www.singep.org.br/6singep/resultado/422.pdf. Acesso em: 13 Jul. 2022.

GUIA DA CONSTRUÇÃO. **Como comprar materiais e serviços para obra**. São Paulo. Editora PINI. 1ª Edição. Agosto, 2010.

ISATTO, E.L. **Proposição de um modelo teórico-descritivo para a coordenação inter-organizacional de cadeias de suprimentos de empreendimentos de construção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 305 p. 2005.

ISATTO, E.L. **As Relações entre Empresas Construtoras de Edificações e seus**

Fornecedores de Materiais. 1996. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ISATTO, E. L. et. al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na: Construção Civil.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000.

JOHANSEN, E., WALTER, L. **Lean construction: Prospects for the German construction industry.** Lean Construction Journal, 3 (1). pp. 19-32. ISSN 1555-1369. 2007.

KIBERT, C. J. et al. **Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery.** 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., 2016.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering – CIFE, Stanford University, Stanford – EUA, Technical Report n. 72, 1992.

LAMBERT, D, M; COOPER, M. C. **Issues in Supply Chain Management.** Industrial Marketing Management, vol. n. 29, 2000.

MACEDO, E. M. C.; MONTEIRO, F. A. **Alvenaria estrutural: metodologia para projeto e execução.** São Paulo: Pini, 2020.

MACEDO, L. F. **Compatibilização de Projetos de Um Pavimento Tipo em Alvenaria Estrutural Com Uso do BIM.** 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24241/1/Compatibiliza%C3%A7%C3%A3oPojetosPavimento.pdf>>. Acesso em: 13 Jun. 2022.

MACHADO, M. S. **Projeto de Alvenaria Estrutural Desenvolvido em BIM – Um Estudo de Caso: Edifício de Alvenaria Estrutural.** Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/179744/001051509.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 Jun 2022.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural.** São Paulo: O Nome da Rosa

Editora, 2004. 116 p.

MATTANA, L. **Contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos**. 279 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Acesso em: 13 Jun 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/185458/PARQ0276-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>.

NONATO, L. F. C. **Alvenaria estrutural e suas implicações. Curso de Especialização em Construção Civil da UFMG** – Campus Belo Horizonte. 2013. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9K9GSY/1/__monografia_vers_o_aperfei_oada_final_corre__o_professora.pdf Acesso em: 27 de Mar. 2023.

O'BRIEN, W. J. **Construction supply-chains: case study and integrated cost and performance analysis**. Proceedings of the 3rd Annual Conference, International Group for Lean Construction, Albuquerque, New Mexico.1995.

O'BRIEN W.J.; LONDON K.; VRIJHOEF R. **Construction supply chain modeling: a research review and interdisciplinary research agenda**. Proceedings IGLC-10, Aug. 2002, Gramado, Brazil.

PARSEKIAN, G.A. ; SOARES, M.M. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos – projeto, execução e controle**. São Paulo, Ed. Nome da Rosa, 2010.

PARSEKIAN, G.A. ; SOARES, M.M. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Carlos, EdUFSCar, 2012.

PEREIRA, C. **Alvenaria Estrutural – Vantagens e Desvantagens**. Escola Engenharia, 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/> . Acesso em: 13 Jul. 2022.

PORTOGENTE. **O que é e como funciona a Gestão da Cadeia de Suprimentos**. 2016. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/91207-o-que-e-a-gestao-da-cadeia->

de-suprimentos-e-como-funciona. Acesso em: 15 Jul. 2022.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2003. 174 p.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente**. São Paulo, ABCP, 2.ed. 1998. 44p. ilustr. 21cm. (ET-91). Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/ARG_ET-91_Arg_assent_paredes_alv_resistente.pdf . Acesso em: 28 de Mar. 2023.

SANCHES, A.L.; FERNANDES, N. T. **PERT/CPM Probabilístico Utilizando Simulação de Monte Carlo**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2013. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/19218121.pdf>. Acesso em: 18 Out. 2022.

SANTOS, A. P. L.; JUNGLES, A. E. **Como gerenciar as compras de materiais na construção civil : diretrizes para implantação da compra pró-ativa**. São Paulo: Pini. 2008.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. 19 p. University of Newcastle e RMIT University. Australia. 2008.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. 1 ed. 183 p. São Paulo: Pini, 2010.

Tetracon Pisos Intertravados. **Bloco de concreto x bloco cerâmico na alvenaria estrutural**. 2017. Acesso em: 30/05/2023. Disponível em: <https://tetraconind.com.br/blog/bloco-de-concreto-x-bloco-ceramico-na-alvenaria-estrutural/>.

VASCONCELOS, L. Informativo Econômico. CBIC. 2022. Acesso em: 30/05/2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/09/informativo-economico-pib-2-tri-2022.pdf>

VICENTE, J. C. O. **Funcionalidades da tecnologia BIM aplicadas na modelagem e análise estrutural de um edifício em alvenaria estrutural**. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24870/1/bimedificioalvenariaestrutural.pdf>>. Acesso em: 13 Jun. 2022.

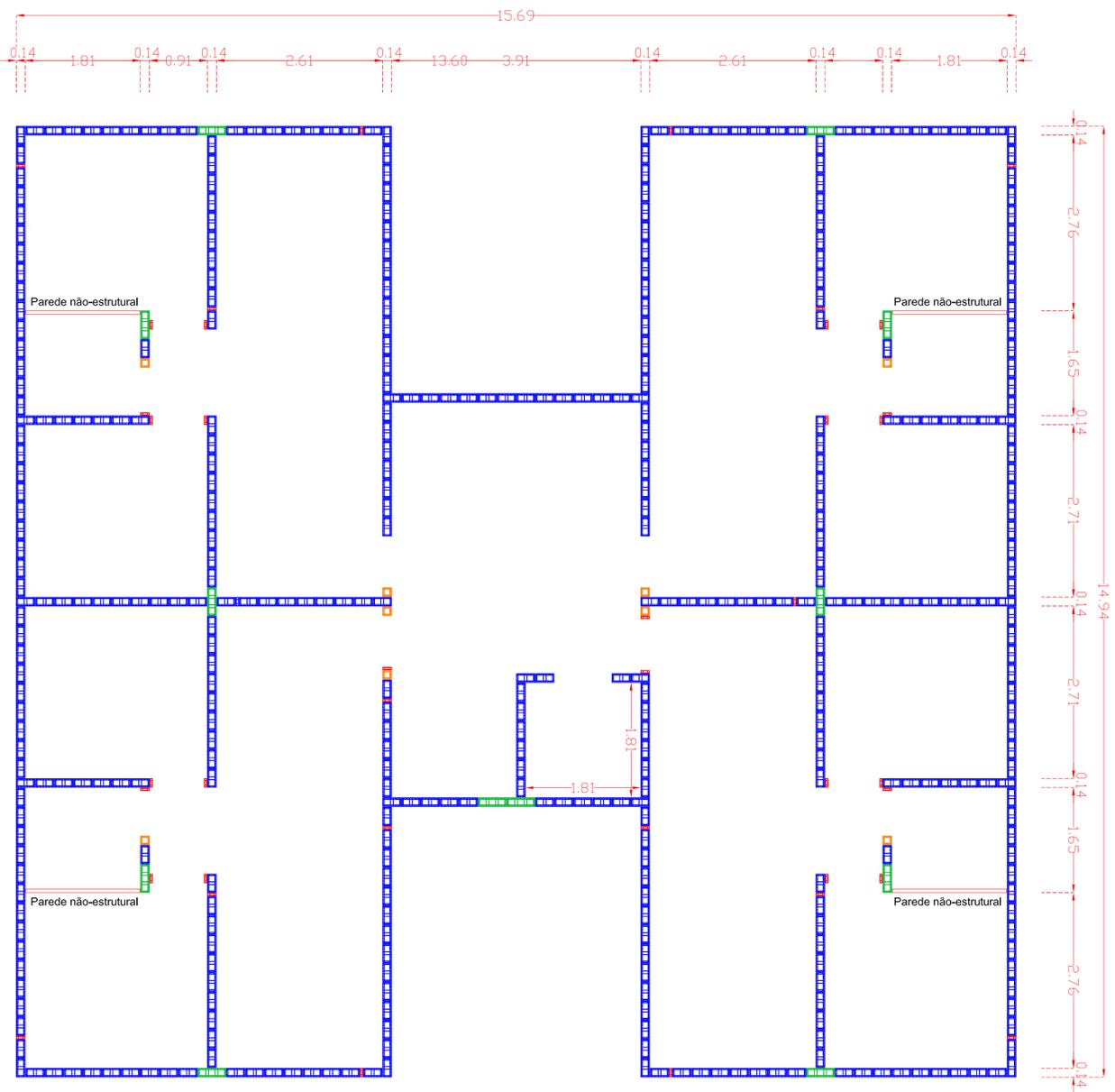
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. 205 p. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO REALIZADO PARA O ENGENHEIRO CIVIL
RESPONSÁVEL DO ESTUDO DE CASO**

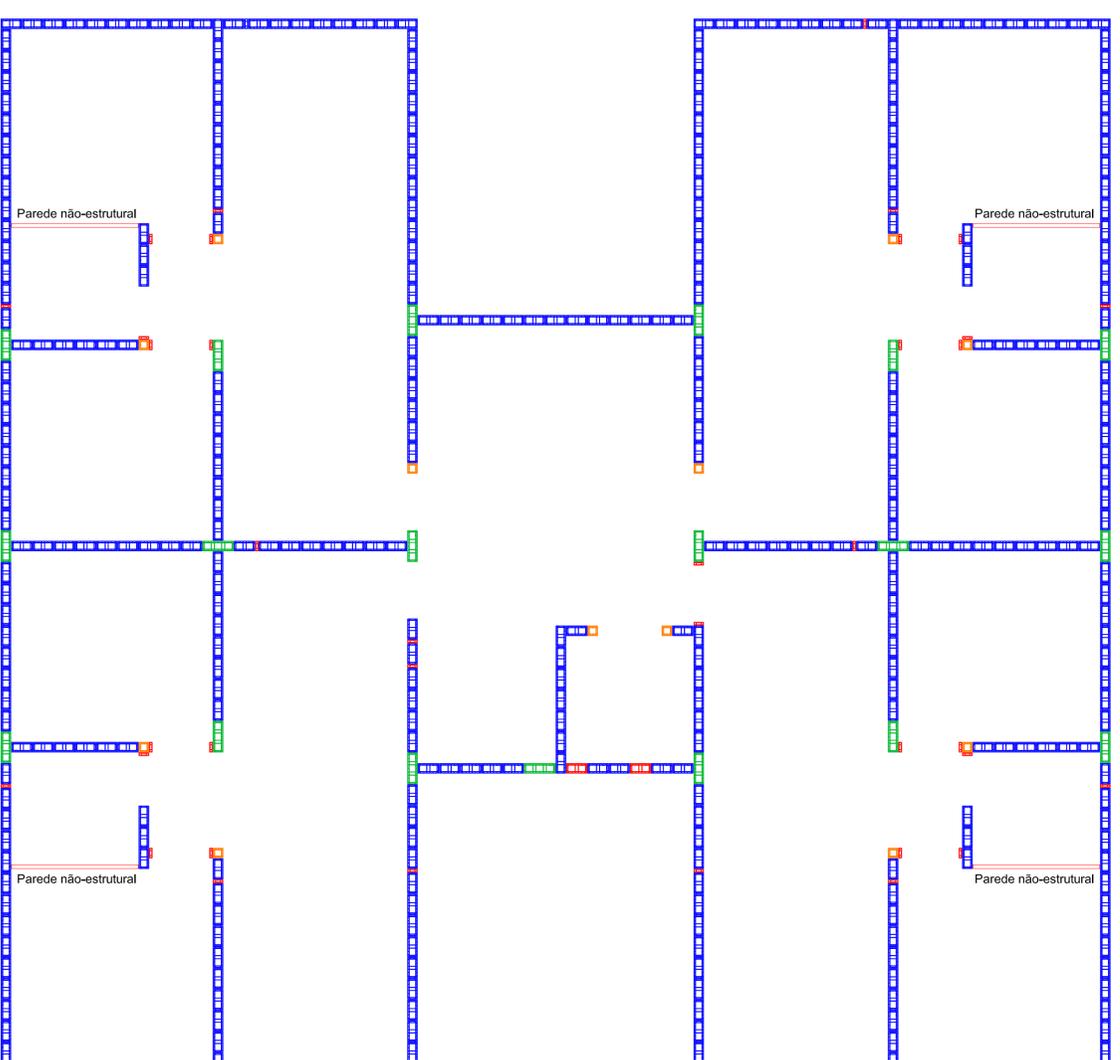
1. Houveram desafios na execução da alvenaria, se sim, quais foram?
2. Foi utilizado algum cronograma, relatório de execução ou relatório de gastos na obra?
3. Quais os tipos de blocos utilizados na obra?
4. Faltou estoque de blocos na obra?
5. Após o pedido dos blocos, qual prazo médio de entrega na obra?
6. Qual argamassa para assentamento dos blocos?
7. Qual foi o fornecedor dos blocos?
8. Como foi realizado o pedido dos blocos? Foi realizado algum contrato, ou algo parecido?
9. Quantas unidades eram pedidas, em qual intervalo de tempo e para qual etapa?
10. Qual o tempo médio para levantamento de um pavimento? E em quantos funcionários?
11. Qual o tempo médio entre o início da alvenaria em um pavimento e o início da alvenaria no próximo pavimento?
12. Qual o início e previsão da obra?
13. Qual foi o motivo pela escolha de blocos cerâmicos e não blocos de concreto no projeto?

ANEXOS



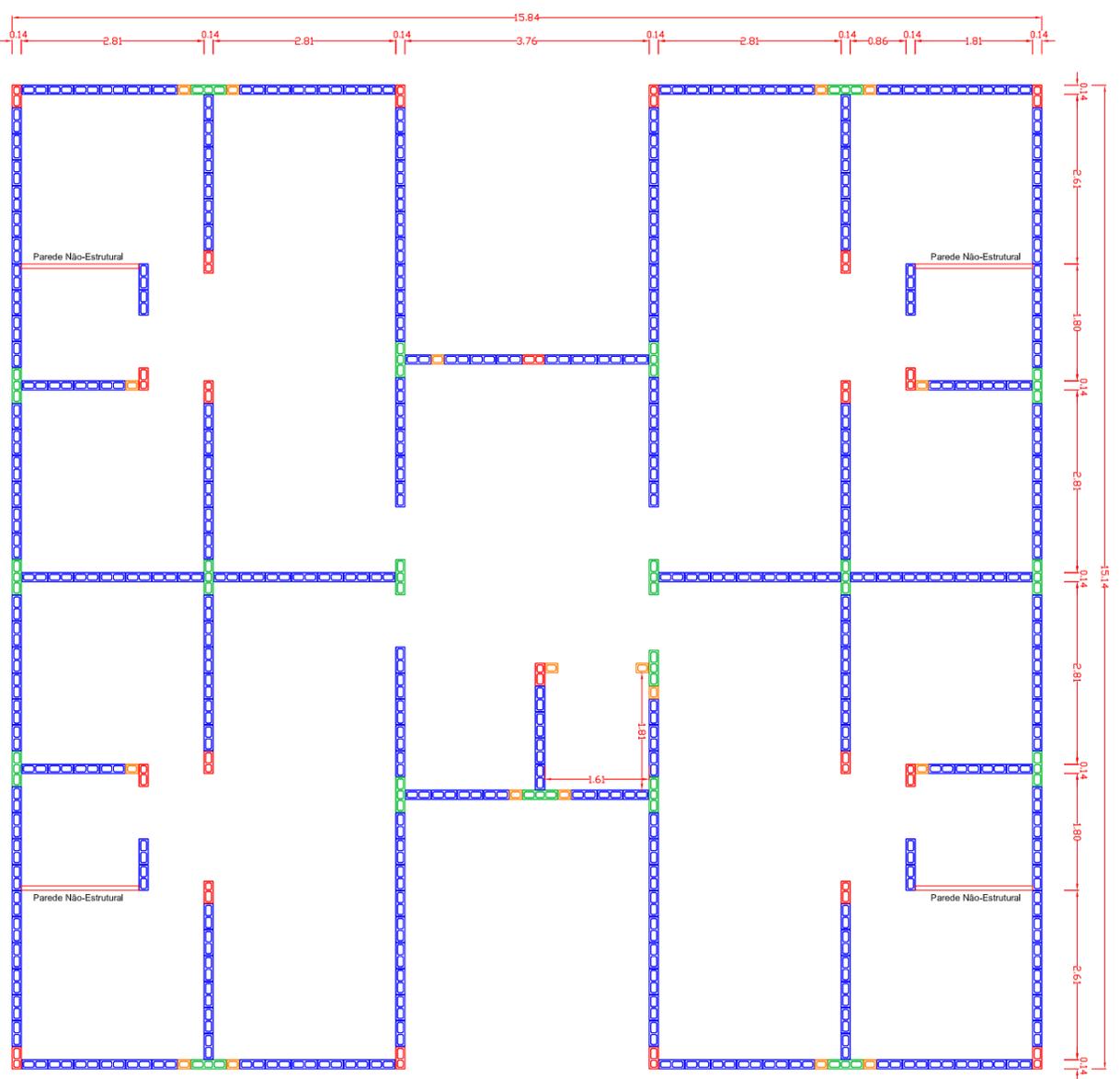
1ª Fiada - Blocos Cerâmicos
Escala 1:50

Legenda - Blocos Cerâmicos	
	Bloco e Meio - 14x19x44
	Bloco Inteiro - 14x19x29
	Meio Bloco - 14x19x14
	Compensador - 14x19x05



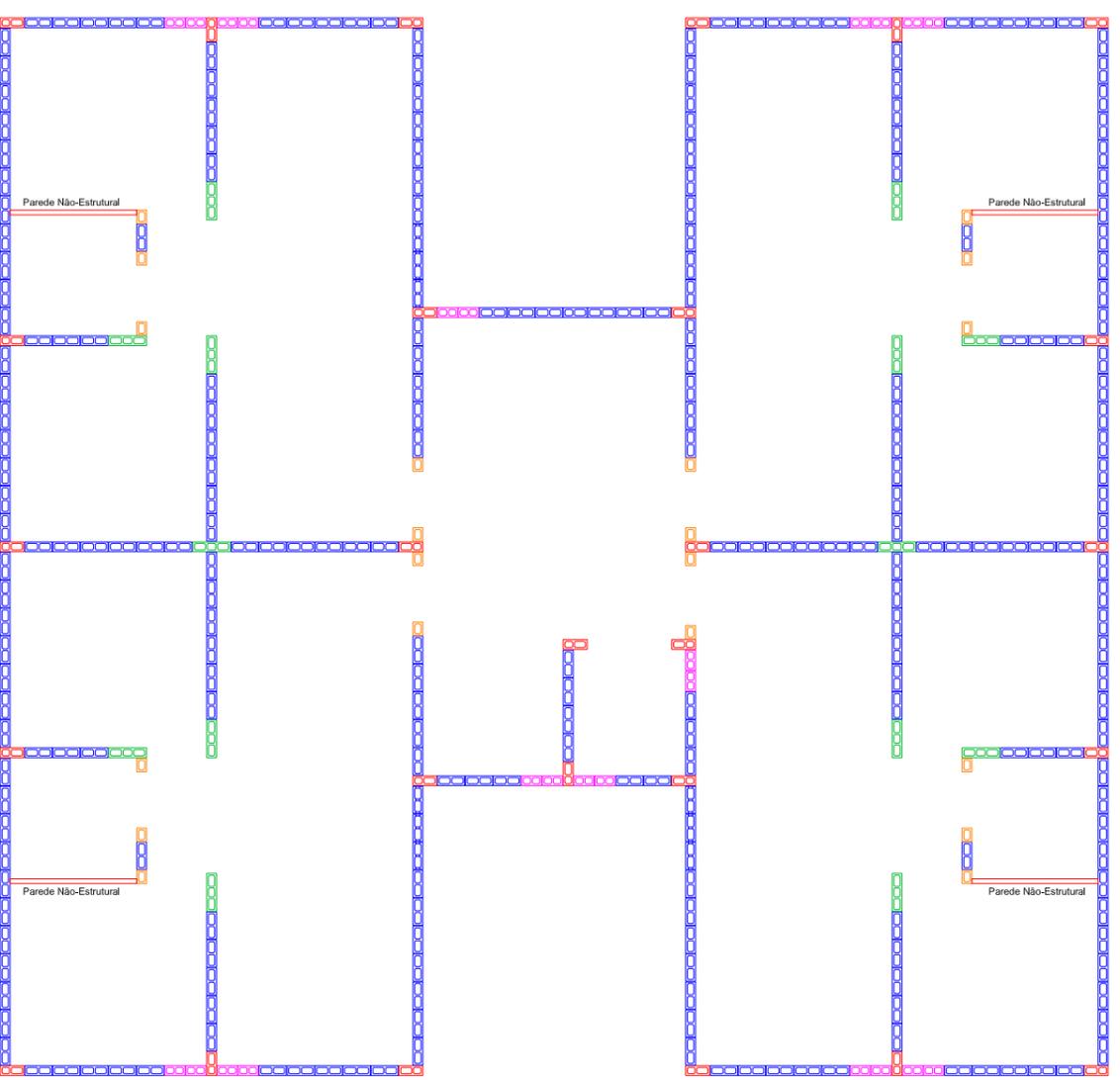
2ª Fiada - Blocos Cerâmicos
Escala 1:50

Obra:	Estudo do Edifício Crisálidas	Folha:	A1
Projetista:	Romulo Nolasco Martins Silva	Prancha:	1/1
Projeto:	Modulação Blocos Cerâmicos		
Conteúdo:	1ª Fiada e 2ª Fiada		



1ª Fiada - Blocos de Concreto
Escala 1:100

Verde	Laje/Plata - Blocos de Concreto
Amarelo	Bloco 1 - 19x19x19
Verde	Bloco 2 - 19x19x19
Verde	Bloco 3 - 19x19x19
Verde	Bloco 4 - 19x19x19
Verde	Bloco 5 - 19x19x19
Verde	Bloco 6 - 19x19x19
Verde	Bloco 7 - 19x19x19
Verde	Bloco 8 - 19x19x19
Verde	Bloco 9 - 19x19x19
Verde	Bloco 10 - 19x19x19
Verde	Bloco 11 - 19x19x19
Verde	Bloco 12 - 19x19x19
Verde	Bloco 13 - 19x19x19
Verde	Bloco 14 - 19x19x19
Verde	Bloco 15 - 19x19x19
Verde	Bloco 16 - 19x19x19
Verde	Bloco 17 - 19x19x19
Verde	Bloco 18 - 19x19x19
Verde	Bloco 19 - 19x19x19
Verde	Bloco 20 - 19x19x19
Verde	Bloco 21 - 19x19x19
Verde	Bloco 22 - 19x19x19
Verde	Bloco 23 - 19x19x19
Verde	Bloco 24 - 19x19x19
Verde	Bloco 25 - 19x19x19
Verde	Bloco 26 - 19x19x19
Verde	Bloco 27 - 19x19x19
Verde	Bloco 28 - 19x19x19
Verde	Bloco 29 - 19x19x19
Verde	Bloco 30 - 19x19x19
Verde	Bloco 31 - 19x19x19
Verde	Bloco 32 - 19x19x19
Verde	Bloco 33 - 19x19x19
Verde	Bloco 34 - 19x19x19
Verde	Bloco 35 - 19x19x19
Verde	Bloco 36 - 19x19x19
Verde	Bloco 37 - 19x19x19
Verde	Bloco 38 - 19x19x19
Verde	Bloco 39 - 19x19x19
Verde	Bloco 40 - 19x19x19
Verde	Bloco 41 - 19x19x19
Verde	Bloco 42 - 19x19x19
Verde	Bloco 43 - 19x19x19
Verde	Bloco 44 - 19x19x19
Verde	Bloco 45 - 19x19x19
Verde	Bloco 46 - 19x19x19
Verde	Bloco 47 - 19x19x19
Verde	Bloco 48 - 19x19x19
Verde	Bloco 49 - 19x19x19
Verde	Bloco 50 - 19x19x19
Verde	Bloco 51 - 19x19x19
Verde	Bloco 52 - 19x19x19
Verde	Bloco 53 - 19x19x19
Verde	Bloco 54 - 19x19x19
Verde	Bloco 55 - 19x19x19
Verde	Bloco 56 - 19x19x19
Verde	Bloco 57 - 19x19x19
Verde	Bloco 58 - 19x19x19
Verde	Bloco 59 - 19x19x19
Verde	Bloco 60 - 19x19x19
Verde	Bloco 61 - 19x19x19
Verde	Bloco 62 - 19x19x19
Verde	Bloco 63 - 19x19x19
Verde	Bloco 64 - 19x19x19
Verde	Bloco 65 - 19x19x19
Verde	Bloco 66 - 19x19x19
Verde	Bloco 67 - 19x19x19
Verde	Bloco 68 - 19x19x19
Verde	Bloco 69 - 19x19x19
Verde	Bloco 70 - 19x19x19
Verde	Bloco 71 - 19x19x19
Verde	Bloco 72 - 19x19x19
Verde	Bloco 73 - 19x19x19
Verde	Bloco 74 - 19x19x19
Verde	Bloco 75 - 19x19x19
Verde	Bloco 76 - 19x19x19
Verde	Bloco 77 - 19x19x19
Verde	Bloco 78 - 19x19x19
Verde	Bloco 79 - 19x19x19
Verde	Bloco 80 - 19x19x19
Verde	Bloco 81 - 19x19x19
Verde	Bloco 82 - 19x19x19
Verde	Bloco 83 - 19x19x19
Verde	Bloco 84 - 19x19x19
Verde	Bloco 85 - 19x19x19
Verde	Bloco 86 - 19x19x19
Verde	Bloco 87 - 19x19x19
Verde	Bloco 88 - 19x19x19
Verde	Bloco 89 - 19x19x19
Verde	Bloco 90 - 19x19x19
Verde	Bloco 91 - 19x19x19
Verde	Bloco 92 - 19x19x19
Verde	Bloco 93 - 19x19x19
Verde	Bloco 94 - 19x19x19
Verde	Bloco 95 - 19x19x19
Verde	Bloco 96 - 19x19x19
Verde	Bloco 97 - 19x19x19
Verde	Bloco 98 - 19x19x19
Verde	Bloco 99 - 19x19x19
Verde	Bloco 100 - 19x19x19



2ª Fiada - Blocos de Concreto
Escala 1:100

Obra:	Estudo do Edifício Crisálidas	Folha:	A3
Projetista:	Romulo Nolasco Martins Silva	Prancha:	1/1
Projeto:	Modulação Blocos de Concreto		
Conteúdo:	1ª Fiada e 2ª Fiada		