

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**

**RUITHER DA SILVA LOIOLA**

**ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO:  
Viabilidade técnica e econômica para a construção de edifícios no  
estado do Amapá**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para aprovação na disciplina TCC-II.

Orientador: Prof. Ms. Elizeu Côrrea dos Santos

**Macapá-AP**

**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**

**RUITHER DA SILVA LOIOLA**

**ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO:  
Viabilidade técnica e econômica para a construção de edifícios no  
estado do Amapá**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para aprovação na disciplina TCC-II.

Orientador: Prof. Msc. Elizeu Côrrea dos Santos

**DATA DE APROVAÇÃO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

---

Examinadora: Prof<sup>o</sup> Msc. Fátima Maria Andrade Pelaes  
Universidade Federal do Amapá

---

Examinador: Prof<sup>o</sup>. Msc. Oscarito Antunes do Nascimento  
Universidade Federal do Amapá

---

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Msc. Elizeu Côrrea dos Santos  
Universidade Federal do Amapá

**Macapá-AP**

**2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

728

L834a Loiola, Ruither da Silva.

Alvenaria estrutural com blocos de concreto: viabilidade técnica e econômica para a construção de edifícios no estado do Amapá / Ruither da Silva Loiola; orientador, Elizeu Côrrea dos Santos – Macapá, 2017.

110 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Fundação  
Universidade Federal do Amapá, Coordenação do curso de Arquitetura.

Dedico este trabalho à minha mãe Antonieta, pelos ensinamentos, minha irmã Rachel (in memoriam), a estrela que me guia e a minha esposa Bruna, pelo amor, dedicação, paciência, exemplo na minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida.

À minha esposa Bruna Thaysa Lima Araújo que não mediu esforços para me ajudar em todas as etapas desse trabalho.

Ao meu orientador Elizeu Corrêa dos Santos pelo tempo e conhecimento cedido para o desenvolvimento desse trabalho, por sua amizade e profissionalismo.

## RESUMO

A alvenaria estrutural com blocos de concreto é um sistema construtivo racionalizado que tem se consolidado cada vez mais no Brasil, sendo largamente utilizado em edificações de baixa e média altura. No Amapá, não há registro de obra com a utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural em edificações, mas sim o emprego da concepção da alvenaria estrutural em obras de muros e fechamentos de paredes estruturais. Destarte, é relevante para o crescimento do Estado que se desenvolva um trabalho de pesquisa com o intuito de analisar a viabilidade técnica e econômica da alvenaria estrutural com blocos de concreto em edificações no Amapá. Este trabalho tem como objetivo analisar a existência ou não dessa viabilidade técnica e econômica para o desenvolvimento do Estado. A hipótese levantada foi de que o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto ainda não foi e não é utilizado no estado do Amapá devido à falta de empresas produtoras de blocos de concreto com a qualidade comprovada e também pela falta de profissionais com o conhecimento mais aprofundado no assunto. Para comprovar tal hipótese foram apontados os conceitos dos quatro sistemas construtivos mais utilizados no Brasil, a evolução histórica da alvenaria estrutural, assim como os aspectos necessários para a criação de um projeto arquitetônico. Foram destacados também, os elementos construtivos empregados na alvenaria estrutural, a verificação da produção de blocos de concreto no mercado amapaense e a existência de mão de obra capacitada para a criação e execução de projetos em alvenaria estrutural. A viabilidade econômica foi analisada com base na comparação de custos de um projeto arquitetônico de um edifício de seis pavimentos, em alvenaria estrutural versus concreto armado. A principal diferença entre os sistemas está na composição. Enquanto o sistema convencional (concreto armado) é composto pelo sistema laje, pilar e viga, o sistema da alvenaria estrutural é composto por laje e alvenaria somente. O crescimento do uso desse método construtivo em todo território brasileiro, somado ao pouco material referente a essa técnica, demonstram a relevância do tema. Destaca-se, ainda, que as boas práticas utilizadas nesse tipo de sistema construtivo, apresentam vantagens no cronograma físico-financeiro em relação ao sistema de concreto armado.

**Palavras-chaves:** Sistemas construtivos. Alvenaria estrutural. Bloco de concreto. Viabilidade técnica-econômica.

## ABSTRACT

The structural masonry with concrete blocks is a rationalized constructive system that has been consolidated more and more in Brazil, being widely used in buildings of low and medium height. In Amapá, there is no work record with the use of the structural masonry system in buildings, but rather the use of the structural masonry design in the walls and structural walls. Thus, it is relevant for the growth of the State that a research work is developed with the purpose of analyzing the technical and economic viability of structural masonry with concrete blocks in buildings in Amapá. This work aims to analyze the existence or not of this technical and economic feasibility for the development of the State. The hypothesis raised was that the use of the constructive system in structural masonry with concrete blocks has not been and is not used in the state of Amapá due to the lack of companies producing concrete blocks with proven quality and also by the lack of professionals with More in-depth knowledge of the subject. To prove this hypothesis, the concepts of the four most used construction systems in Brazil, the historical evolution of the structural masonry, as well as the necessary aspects for the creation of an architectural project were pointed out. Also highlighted were the structural elements used in the structural masonry, the verification of the production of concrete blocks in the amapaense market and the existence of skilled labor for the creation and execution of projects in structural masonry. The economic viability was analyzed based on the cost comparison of an architectural project of a six-story building, in structural masonry versus reinforced concrete. The main difference between systems lies in composition. While the conventional system (reinforced concrete) consists of the slab, pillar and beam system, the structural masonry system consists of slab and masonry only. The growth of the use of this constructive method in all Brazilian territory, added to the little material referring to this technique, demonstrates the relevance of the theme. It is also worth noting that the good practices used in this type of construction system have advantages in the physical-financial schedule in relation to the reinforced concrete system.

**Key-words:** Construction systems. Structural masonry. Concrete block. Technical-economic

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Elementos básicos da estrutura de concreto armado.....	19
Figura 2 - Elementos básicos da estrutura de pré-fabricado de concreto.....	21
Figura 3 - Elementos básicos da estrutura em aço.....	23
Figura 4 - Alvenaria não-armada.....	27
Figura 5 - Alvenaria armada ou parcialmente armada.....	29
Figura 6 - Alvenaria protendida.....	30
Figura 7 - Reticulado modular de referência.....	34
Figura 8 - Dimensões do módulo.....	35
Figura 9 - Bloco vazado de concreto.....	39
Figura 10 - Família de blocos 14x29cm.....	39
Figura 11 - Colocação da argamassa.....	42
Figura 12 - Acabamento das juntas.....	43
Figura 13 - Acabamento das juntas.....	43
Figura 14 - Local onde será lançado o graute.....	44
Figura 15 - Colocação dos agregados.....	48
Figura 16 - Misturador.....	49
Figura 17 - Esteira transportadora.....	49
Figura 18 - Retirada do bloco.....	50
Figura 19 - Prateleiras de blocos sendo transportadas para as câmaras de cura.....	51
Figura 20 - Embalagem dos blocos.....	51
Figura 21 - Paquímetro digital.....	52
Figura 22 - Bloco capeado.....	54
Figura 23 - Realização da resistência à compressão.....	55
Figura 24 - Ferramentas básicas.....	57
Figura 25 - Colher de pedreiro para o assentamento da primeira fiada.....	57
Figura 26 - Aplicação da argamassa nas paredes longitudinais.....	58
Figura 27 - Meia-cana metálica.....	58
Figura 28 - Bisnaga para aplicação de argamassa nas juntas laterais.....	59
Figura 29 - Escantilhão.....	60
Figura 30 - Gabarito regulável de janela.....	60
Figura 31 - Gabarito regulável de porta.....	61



Figura 32 - Nível alemão.....	62
Figura 33 - Andaime com equipamento de proteção.....	62
Figura 34 - Carregador de blocos.....	63
Figura 35 - Caixote de argamassa com suporte.....	64
Figura 36 - Linha traçante ou cordex.....	64
Figura 37 - Terreno do projeto.....	67
Figura 38 - Localização do terreno com imagem de satélite.....	68
Figura 39 - O entorno do terreno.....	69
Figura 40 - Representação da insolação.....	70
Figura 41 - Representação da setorização urbana.....	71
Figura 42 - Fluxograma.....	76
Figura 43 - Planta baixa com layout.....	80
Figura 44 - Elevação principal.....	80
Figura 45 - Imagem digital lateral leste/frontal.....	81
Figura 46 - Imagem digital lateral oeste/frontal.....	81
Figura 47 - Imagem digital frontal.....	82
Figura 48 - Esquema de cálculo do Custo Global de Construção, adaptado da NBR 12721:2006.....	86
Figura 49 - Cálculo do Custo do projeto em concreto armado.....	90
Figura 50 - Cálculo do Custo do projeto em alvenaria estrutural.....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Ferramentas e equipamentos básicos na alvenaria estrutural.....	56
Quadro 2 -	Intensidade de ocupação.....	75
Quadro 3 -	Caracterização dos projetos: padrão da NBR 12721:2006 (adaptado de SINDUSCON-MG, 2007).....	84
Quadro 4 -	Percentual de economia de edifícios em alvenaria estrutural.....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CM	Centímetros
CUB	Custo Unitário Básico
$F_{bk}$	<i>Feature Compression Know</i> (Resistência do Bloco a Compressão)
LTDA	Limitada
M	Metro
M <sup>2</sup>	Metro quadrado
MM	Milímetros
MPA	Medida de Pressão Mega Pascal
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
PMM	Prefeitura Municipal de Macapá

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	18
1.1	SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS UTILIZADOS NO BRASIL.....	18
1.2	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO.....	18
<b>1.2.1</b>	<b>Vantagens</b> .....	20
<b>1.2.2</b>	<b>Desvantagens</b> .....	20
1.3	ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO.....	20
<b>1.3.1</b>	<b>Vantagens</b> .....	21
<b>1.3.2</b>	<b>Desvantagens</b> .....	22
1.4	ESTRUTURA EM AÇO.....	22
<b>1.4.1</b>	<b>Vantagens</b> .....	23
<b>1.4.2</b>	<b>Desvantagens</b> .....	24
1.5	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ESTRUTURA EM ALVENARIA.....	24
1.6	CONCEITOS E TIPOS DE ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO.....	26
<b>1.6.1</b>	<b>Alvenaria não armada</b> .....	27
<b>1.6.2</b>	<b>Alvenaria armada ou parcialmente armada</b> .....	28
<b>1.6.3</b>	<b>Alvenaria protendida</b> .....	29
<b>1.6.4</b>	<b>Vantagens</b> .....	30
<b>1.6.5</b>	<b>Desvantagens</b> .....	31
1.7	A MODULAÇÃO DO PROJETO.....	32
<b>1.7.1</b>	<b>Coordenação modular</b> .....	33
<b>1.7.2</b>	<b>Combinações de peças e suas dimensões modulares</b> .....	35
<b>1.7.3</b>	<b>A legenda do projeto</b> .....	36
1.8	OS COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	37
<b>1.8.1</b>	<b>Bloco de concreto estrutural</b> .....	37
1.8.1.1	Família de blocos.....	39
<b>1.8.2</b>	<b>Argamassa</b> .....	40
1.8.2.1	Função da argamassa.....	40
1.8.2.2	Componentes.....	40

1.8.2.3	Propriedades dos componentes.....	41
1.8.2.4	Colocação da argamassa e o acabamento das juntas no bloco.....	41
1.8.3	<b>Graute</b> .....	43
1.8.3.1	Preparação e lançamento.....	44
1.8.3.2	Componentes.....	44
<b>2</b>	<b>ANÁLISE TÉCNICA</b> .....	45
2.1	A VIABILIDADE TÉCNICA - PRODUÇÃO DE BLOCOS NO AMAPÁ .....	45
<b>2.1.1</b>	<b>Leis e normas aplicáveis a alvenaria estrutural com blocos de concreto</b> .....	46
2.1.2	<b>Etapas do processo de produção do bloco</b> .....	47
2.1.2.1	Colocação dos agregados.....	47
2.1.2.2	Mistura dos agregados.....	48
2.1.2.3	Transporte do concreto para a vibroprensa.....	49
2.1.2.4	Modelagem das peças.....	49
2.1.2.5	Cura dos blocos.....	50
2.1.2.6	Embalagem dos blocos.....	51
2.2	TESTES DE QUALIDADE.....	52
<b>2.2.1</b>	<b>Análise dimensional</b> .....	52
<b>2.2.2</b>	<b>Capeamento dos corpos de prova</b> .....	53
<b>2.2.3</b>	<b>Testes da resistência à compressão</b> .....	54
2.3	EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO.....	55
2.4	CAPACITAÇÃO TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	65
<b>3</b>	<b>PROJETO ARQUITETÔNICO</b> .....	66
3.1	LOCALIZAÇÃO E MEDIDAS DO TERRENO.....	67
3.2	DIAGNÓSTICO DO LOCAL.....	68
3.3	INSOLAÇÃO.....	69
3.4	ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO – LEI COMPLEMENTAR N° 026/2004 – PMM E LEI COMPLEMENTAR N° 029/2004 – PMM, DE 24 DE JUNHO DE 2004.....	70
<b>3.4.1</b>	<b>Localização do terreno – Zona Urbana de Macapá</b> .....	71
<b>3.4.2</b>	<b>Usos e atividades para o Setor Residencial 3 – SR3 e EA1</b> .....	72

3.4.3	<b>Estacionamento</b> .....	72
3.5	PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ-DIMENSIONAMENTO.....	73
3.6	FLUXOGRAMA.....	73
3.7	ATENDIMENTO DO PROJETO A LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNÍCIPIO DE MACAPÁ.....	74
3.8	MEMORIAL DESCRITIVO.....	76
3.8.1	<b>Fundações</b> .....	77
3.8.2	<b>Sistemas construtivos</b> .....	77
3.8.3	<b>Revestimento da alvenaria</b> .....	77
3.8.4	<b>Revestimento do piso</b> .....	77
3.8.5	<b>Revestimento do teto</b> .....	78
3.8.6	<b>Pintura</b> .....	78
3.8.7	<b>Esquadrias</b> .....	78
3.8.8	<b>Elevador</b> .....	78
3.8.9	<b>Sistema de refrigeração</b> .....	78
3.8.10	<b>Sistema de iluminação</b> .....	78
3.8.11	<b>Molduras externas</b> .....	79
3.8.12	<b>Calçamento externo</b> .....	79
3.10	MEMORIAL JUSTIFICATIVO.....	79
4	<b>CUSTO DO SISTEMA EM CONCRETO ARMADO (CONVENCIONAL) EM COMPARAÇÃO AO SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL...</b>	82
4.1	CUSTO UNITÁRIO BÁSICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	82
4.2	PERCENTUAL DE ECONOMIA DO SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL EM RELAÇÃO AO CONCRETO ARMADO (CONVENCIONAL).....	86
4.3	COMPARATIVO DOS CUSTOS.....	89
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	92
	<b>REFERENCIAS</b> .....	95
	<b>APÊNDICES</b> .....	98
	APÊNDICE A – Documento ao Conselho Estadual de Arquitetura e Urbanismo do Amapá.....	99
	APÊNDICE B – Documento ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá.....	100

APÊNDICE C – Documento ao Centro de Formação Profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Amapá.....	101
APÊNDICE D – Documento ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá.....	102
APÊNDICE E – Documento ao Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Amapá.....	103
APÊNDICE F – Orçamento de elevador do projeto.....	104
<b>ANEXOS</b> .....	105
ANEXO A – Resposta do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Amapá.....	106
ANEXO B – Resposta do Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Estado do Amapá.....	107
ANEXO C – Resposta do Centro de Formação Profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Amapá.....	108
ANEXO D – Resposta do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá.....	109
ANEXO E – Resposta do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá.....	110

## INTRODUÇÃO

No cenário atual após um forte crescimento da construção civil e uma busca incessante pela redução de custo, as construtoras direcionaram suas equipes a estudarem inovações tecnológicas. Tais estudos resultaram na implantação e melhoria de diferentes sistemas construtivos.

Um desses sistemas é a alvenaria estrutural, que vem sendo utilizada em quase todas as regiões do nosso país, com um custo menor e várias vantagens que serão demonstradas nesse trabalho, esse método tem conquistado seu espaço na indústria da construção e também vem sendo utilizado no combate ao déficit habitacional.

A alvenaria estrutural é usada desde a antiguidade, porém hoje alcança maior racionalização, uma vez que se tem visão sistêmica do processo, onde os projetistas compatibilizam os demais subsistemas: instalações, caixilharias, vedações, estruturas, tornando sua produção altamente industrializada, permitindo ainda a redução de formas, armaduras e produção excessiva de entulho.

O Estado de São Paulo foi o grande precursor desse tipo de sistema construtivo. A alvenaria estrutural atingiu seu apogeu no Brasil na década de 80, quando diversas construtoras e produtoras de blocos investiram nessa tecnologia para torná-la mais vantajosa.

Uma obra de alvenaria estrutural bem planejada se destaca pela total ausência de “rasgos” nas paredes para as instalações elétricas e hidrossanitárias e também pela inexistência de retrabalhos.

No Amapá, ainda não existe nenhuma obra com a utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural empregado na construção de um edifício, mas sim o emprego da concepção da alvenaria estrutural utilizados em obras de muros e fechamentos de paredes estruturais. Como exemplo: Shopping Garden, Atacadão empresa do grupo Carrefour e um muro de uma subestação da Eletronorte. A maioria das obras ainda utiliza tijolo cerâmico como elemento de vedação em conjunto com as estruturas de concreto armado. Seja pelo hábito ou pela ideia de que a utilização seja mais econômica para a execução do projeto.



Diante disso, faz-se relevante que se desenvolva um trabalho de pesquisa com o intuito de analisar o sistema construtivo utilizando alvenaria estrutural com blocos de concreto em edificações no estado do Amapá.

Este trabalho tem como objetivo analisar a existência da viabilidade técnica e econômica de se construir edifícios utilizando o sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto, no estado do Amapá.

Serão explorados os seguintes objetivos específicos:

Conceituar e apresentar vantagens e desvantagens de quatro sistemas construtivos utilizados no Brasil para a construção de edifícios, realizando um melhor detalhamento conceitual e histórico do sistema em alvenaria estrutural, assim como os aspectos necessários para a criação de um projeto arquitetônico;

Quantificar os elementos construtivos empregados na alvenaria estrutural;

Verificar a viabilidade técnica da alvenaria estrutural com blocos de concreto através da análise do mercado amapaense quanto a produção de blocos de concreto e a existência de mão de obra capacitada para a criação e execução de projetos em alvenaria estrutural;

Demonstrar o projeto arquitetônico de um projeto em alvenaria estrutural.

Analisar a viabilidade econômica do sistema em alvenaria estrutural, com base na estimativa de custo do projeto arquitetônico.

O crescimento do uso desse método construtivo em todo território brasileiro, somado ao pouco material referente a essa técnica, demonstram a relevância do tema. Destaca-se, ainda, que as boas práticas utilizadas nesse tipo de sistema construtivo, apresentam vantagens no cronograma físico-financeiro em relação ao sistema de concreto armado.

O Problema Científico formulado para esta pesquisa tem o condão de identificar:

Por que o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos, ainda é uma técnica pouco difundida no Estado do Amapá?

Apresentando como Hipótese, que se constitui uma resposta provisória formulada para o Problema Científico, podendo, ao longo da pesquisa, ser comprovada ou refutada, com o seguinte teor:

O uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto ainda não é utilizada no estado do Amapá devido à falta de empresas produtoras de

blocos de concreto com a qualidade comprovada e também pela falta de profissionais com o conhecimento mais aprofundado no assunto.

Já existem diversas fábricas de produção de artefatos de concreto, como: blocos, pavers, pisos táteis, meio-fio, manilhas, entre outros. A maioria adota processos artesanais que não permitem um padrão e resistência adequados às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para a construção em alvenaria estrutural, contudo, pelo levantamento de dados feito é possível identificar uma fábrica: Comblocos Indústria, Comércio e Serviços Ltda. (Comblocos) que produz em escala industrial, utilizando agregados de qualidade, com estrutura e laboratório para testes de resistência.

Neste trabalho, será destacado o método de produção da empresa Comblocos, localizada na cidade de Macapá, no estado do Amapá, para demonstrar a produção de blocos estruturais de concreto.

A fonte primária desse trabalho corresponde a intensa pesquisa bibliográfica, procurando buscar informações técnicas em sites, livros e publicações técnicas, dissertações, teses e relatórios técnicos das empresas construtoras. Adotando como base os seguintes autores: Márcio A. Ramalho e Marcio R.S. Corrêa com o livro Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural (2003); Carlos Alberto Tauil e Flavio José M. Nesse escritores da obra Alvenaria Estrutural (2010) e Idário Fernandes autor do livro Blocos e Pavers: produção e controle de qualidade (2013).

A fonte secundária de pesquisa correspondeu as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que foram consultadas e utilizadas para demonstrar as diretrizes que devem ser seguidas no sentido de orientar os trabalhos executivos sobre sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Após a coleta dos dados técnicos estes foram organizados para compor a pesquisa bibliográfica que permitiu compreender conceitos e reconhecer as tecnologias empregadas no sistema construtivo.

## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS UTILIZADOS NO BRASIL

De norte a sul do Brasil são vários os tipos de sistemas construtivos utilizados na execução de obras. No qual merecem destaque: sistemas construtivos em madeira, concreto armado, aço, alvenaria estrutural em blocos cerâmicos e em blocos de concreto, pré-moldado, sistemas tipo steel frame, etc.

A escolha do tipo de sistema construtivo tem uma relação direta com os impactos ambientais gerados, pois alguns sistemas representam a produção de muitas toneladas de entulhos que serão descartadas no meio ambiente.

A construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 70% da matéria-prima produzida no planeta. Atualmente, o consumo de cimento é maior que o de alimentos e o de concreto só perde para o de água. Para cada ser humano são produzidos 500 quilos de entulho, que equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano. Esses dados fazem da construção civil a indústria mais poluente do planeta (AGOPYAN, 2013).

Na sequência serão apresentados alguns dos sistemas construtivos mais utilizados no Brasil.

### 1.2 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

O concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Assim sendo, é imperiosa a necessidade de juntar ao concreto um material com alta resistência à tração, com o objetivo deste material, disposto convenientemente, resistir às tensões de tração atuantes. Com esse material composto (concreto e armadura), surge então o chamado “concreto armado”, onde as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões

de compressão, no que pode ser auxiliado também por barras de aço (caso típico de pilares, por exemplo).

No entanto, o conceito de concreto armado envolve ainda o fenômeno da aderência, que é essencial e deve obrigatoriamente existir entre o concreto e a armadura, pois não basta apenas juntar os dois materiais para se ter o concreto armado. Para a existência do concreto armado é imprescindível que haja real solidariedade entre ambos o concreto e o aço, e que o trabalho seja realizado de forma conjunta, como bem destaca o Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Bastos (2006):

Em resumo, pode-se definir o concreto armado como “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”. De forma esquemática pode-se indicar que concreto armado é: concreto armado = concreto simples + armadura + aderência.

Este sistema construtivo utiliza barras de aço (armaduras) inseridas no concreto, geralmente moldado “in loco”, em fôrmas de madeira (figura 1). Com esse sistema é possível obter estruturas que resistam a qualquer tipo de carga.

As estruturas de concreto armado ou convencional como também é conhecida, ainda é a mais empregada no Brasil devido a sua enorme popularidade e, por este motivo, da familiaridade que os trabalhadores da construção civil têm com o sistema.

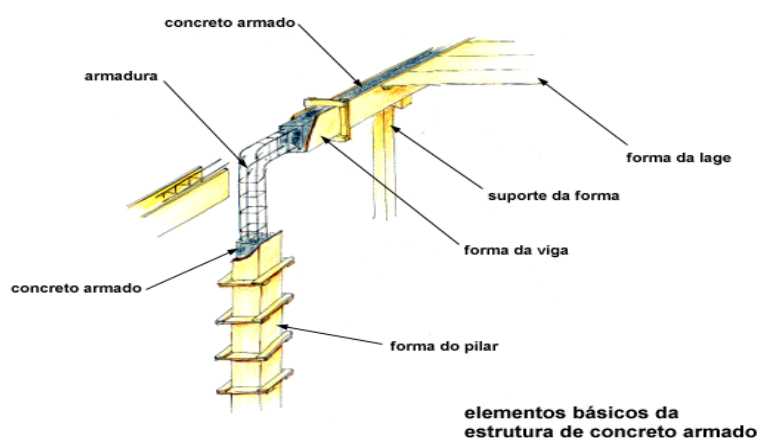


Figura 1 - Elementos básicos da estrutura de concreto armado. Fonte: Edifique (2011).

### **1.2.1 Vantagens**

Cabe destacar as vantagens desse sistema, com base no conceito elencado previamente e na execução de obras foi possível observar que:

- a) Vence grandes vãos;
- b) Durabilidade;
- c) Manutenção preventiva permite maior durabilidade devido à resistência do material;
- d) Grande facilidade de obter mão de obra;
- e) Facilidade de resolver os problemas oriundos do projeto na obra.

### **1.2.2 Desvantagens**

Da mesma forma, a utilização do sistema construtivo de concreto armado tem suas desvantagens, as quais pode-se elencar:

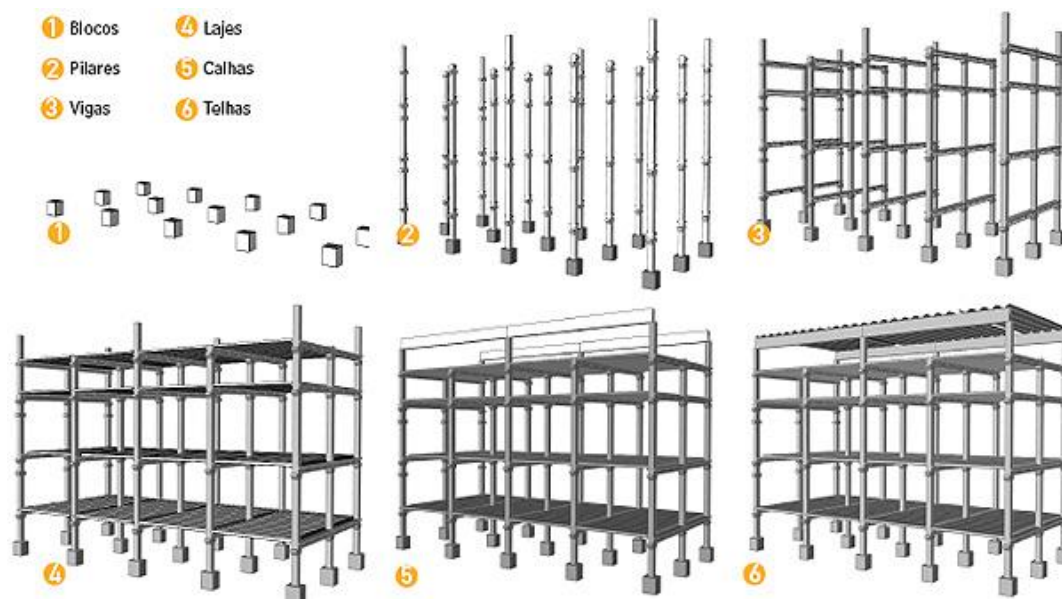
- a) Baixa produtividade;
- b) Grande desperdício de materiais;
- c) Morosidade na execução das edificações;
- d) Baixo controle de qualidade;
- e) Obra muito suja.

## **1.3 ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

A estrutura em concreto pré-moldado é aquela em que os elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e outros, são moldados e adquirem certo grau de resistência, antes do seu posicionamento definitivo na estrutura. Por este motivo,

este conjunto de peças é também conhecida pelo nome de estrutura pré-fabricada. Tendências do uso do pré-moldado se processam na automatização do projeto.

Convém apontar as vantagens e desvantagens, de forma sucinta, desse sistema construtivo para que seja possível definir sua melhor utilização ilustrar as seus elementos básicos.



**Figura 2 - Elementos básicos da estrutura de pré-fabricado de concreto. Fonte: Revista Técnica edição 144, março/2009.**

### 1.3.1 Vantagens

A adoção desse sistema para execução da obra traz agilidade a construção, como depreende-se pelo que foi exposto anteriormente, entre outras coisas conta com um rol de vantagens, algumas destacadas a seguir:

- a) Grande velocidade na produção;
- b) Elevada produtividade;
- c) Redução dos serviços de obra;
- d) Redução dos prazos de entrega;
- e) Menor custo com mão de obra;

- f) Menores custos de materiais;
- g) Redução dos custos totais da obra.

### 1.3.2 Desvantagens

A principal desvantagem das estruturas em concreto pré-moldado é a dificuldade para o transporte e montagem de ligação, que requer equipamentos e materiais específicos.

## 1.4 ESTRUTURA EM AÇO

As estruturas em aço são fabricadas em indústrias siderúrgicas ou nas indústrias metalúrgicas. Os produtos siderúrgicos, via de regra, podem ser classificados de forma geral em perfis, chapas e barras. As indústrias siderúrgicas produzem cantoneiras de abas iguais ou desiguais, perfis “H”, “I” ou “T”, perfis tipo “U”, barras redondas, barras chatas, tubos circulares, quadrados ou retangulares, chapas em bobinas, finas ou grossas; enquanto os produtos metalúrgicos são os compostos por chapas dobradas tais como perfis tipo “U” enrijecido ou não, cantoneiras em geral de abas iguais, perfil cartola, perfiz “Z” ou trapezoidais, ou ainda, compostos por chapas soldadas por perfis tipo “T” soldado ou “I” soldado.

Segundo Dias (2002), a primeira corrida de aço em usina siderúrgica integrada de grande porte, no Brasil, deu-se em 22 de junho de 1946, na Usina Presidente Vargas, da CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro.

O país importava até então praticamente todo o aço de que necessitava, tanto que as instalações industriais da própria CSN foram construídas por empresas estrangeiras.

Na figura a seguir pode-se identificar os componentes básicos das estruturas em aço:



Figura 3 - Elementos básicos da estrutura em aço. Fonte: Edifique (2011).

### 1.4.1 Vantagens

O sistema construtivo em aço apresenta vantagens significativas sobre o sistema construtivo convencional, pode-se frisar as seguintes:

- a) Prazos curtos;
- b) Racionalização de material e mão de obra;
- c) Confecção de trabalhos em paralelo;
- d) Obra limpa e organizada;
- e) Flexibilidade de reformas;
- f) Maior área útil e distância entre vãos;
- g) Possibilidade de reciclagem.



### 1.4.2 Desvantagens

É necessário um bom detalhamento do projeto estrutural que leve em conta possíveis interferências com os projetos de instalações elétricas, hidráulicas, ar condicionado, etc., e evitar improvisações no canteiro de obras. Independentemente do tipo de aço e do esquema de pintura empregados, são imprescindíveis alguns cuidados básicos nas etapas de projeto, fabricação e montagem da estrutura, pois isso contribuirá para melhorar a resistência à corrosão.

Demonstra-se abaixo algumas desvantagens na construção com estruturas em aço:

- a) Risco de custos maiores;
- b) Pouco indicado para pequenas construções;
- c) Dificuldade de transporte;
- d) Desembolso em curto espaço de tempo;
- e) Contração e dilatação constantes.

## 1.5 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ESTRUTURA EM ALVENARIA

O bloco de concreto para alvenaria foi inventado pelos ingleses em 1832, ainda no formato maciço. Conforme bem destaca Idário Fernandes (2013, p. 21) o bloco de concreto como elemento vazado como é concebido hoje, com furos para dirimir o seu peso, foi patenteado pelos ingleses em 1850, sendo difundido pelo mundo todo. Estados Unidos, Alemanha, Itália e Japão são os países que mais se destacam no emprego dessa tecnologia.

O uso de alvenaria como sistema estrutural já vem sendo usado a centenas de anos, desde as grandes civilizações, eles utilizavam essa técnica na construção de suas habitações, como exemplos podemos citar: o Coliseu, a Muralha da China, o Farol de Alexandria e até mesmo as pirâmides egípcias foram construídas utilizando esse método.

Destaca-se algumas dessas obras com o fulcro de ilustrar a utilização da alvenaria estrutural no decorrer dos séculos. Segundo Ramalho e Corrêa (2003, p. 2) as Pirâmides de Guizé foram construídas em blocos de pedras que datam de 2600 a.C., a grande pirâmide do faraó Quéops, mede 147 metros (m) de altura e sua base é um quadrado de 230 metros de lado.

Uma característica interessante do ponto de vista estrutural é que os teatros romanos, ao contrário dos gregos que aproveitavam o desnível do terreno, eram suportados por pórticos formados por pilares e arcos. Essa característica estrutural lhes conferia maior liberdade de localização (RAMALHO, CORRÊA; 2003).

Em Chicago de 1889 a 1891, foi construído o Edifício Monadnock, um símbolo clássico da moderna alvenaria estrutural, com 16 pavimentos e 65m de altura, foi considerado uma obra ousada, como se explorasse os limites dimensionais possíveis para edifícios de alvenaria, apesar das suas paredes na base medirem 1,80 metros de espessura. Acredita-se que se fosse dimensionado atualmente, com os mesmos materiais, a espessura seria inferior a 30 centímetros.

Ramalho e Corrêa (2003, p.4) citam também outro marco importante na alvenaria estrutural não-armada, em 1950, a construção de um edifício por Paul Haller com 13 pavimentos e 42m de altura, com paredes internas de 15cm e paredes externas de 37,5cm.

O mais alto edifício em alvenaria estrutural da atualidade é o Hotel Excalibur, em Las Vegas, EUA, o complexo do hotel é formado por quatro torres principais, com 28 pavimentos, cada uma contendo 1.008 apartamentos. As paredes estruturais foram executadas em alvenaria armada de blocos de concreto e a resistência a compressão especificada na base de aproximadamente 28Mpa.

No Brasil, apesar da alvenaria estrutural com blocos de concreto ser encarada como um sistema construtivo econômico e racional demorou muito para encontrar seu espaço. Supõe-se que os primeiros edifícios, com apenas 04 pavimentos, tenham surgido em 1966, em São Paulo. Apenas em 1977, se tem notícia dos primeiros edifícios em alvenaria não-armada com 09 pavimentos. Dessa forma, o sistema acabou se tornando uma alternativa econômica e eficiente, apesar do lento desenvolvimento a alvenaria estrutural foi muito bem aceita, percebendo-se pelo grande número de empresas produtoras de blocos (RAMALHO, CORRÊA; 2003, p.5)

Na década de 80, no Brasil, a alvenaria estrutural atingiu seu auge, quando várias empresas, interessadas em tornar esse método mais vantajoso, começaram a

investir em pesquisas para torná-lo mais viável, nos dias atuais com a comprovação das grandes vantagens do uso desta técnica, houve um aumento enorme do seu uso principalmente na região Norte onde até pouco tempo atrás não se utilizava com tanta frequência.

No Amapá, ainda não há registro de construção em alvenaria estrutural de concreto, entretanto, desde o ano 2000 o bloco de concreto vem sendo utilizado no Estado, como vedação estrutural e na construção de muros utilizando o conceito de alvenaria estrutural, ou seja, totalmente modulado com a utilização de armadura e graute<sup>1</sup>.

## 1.6 CONCEITO E TIPOS DE ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO

Destaca-se o conceito de alvenaria como o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso, trazido por TAUIL (2010).

Esse conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir a cargas oriundas da gravidade, às intempéries do tempo, promover segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes.

No caso da alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, daí a necessidade de um projeto bem detalhado, compatibilizando a utilização de produtos normatizados confiáveis e de mão de obra qualificada. As paredes chamadas de portantes compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações. É necessário ter bastante atenção para as armações e

---

<sup>1</sup> Na literatura técnica em inglês utiliza-se o termo *grout* para definir uma argamassa ou um microconcreto fluído, utilizado para preenchimento de um vazio. No Brasil, graute é definido como um concreto com agregados miúdos destinados ao preenchimento dos vazios dos blocos (TAUIL, NESSE, 2010).

quando houver grauteamento dos blocos. Posteriormente será contemplado neste trabalho conceitos de graute, bloco e argamassa.

### 1.6.1 Alvenaria não armada

Alvenaria não armada é a que não recebe graute, mas sim os reforços de aço (barras, fios e telas) apenas por razões construtivas, vergas de portas, vergas e contravergas de janelas e outros reforços construtivos em aberturas, a fim de evitar patologias futuras, como trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões.

À luz da NBR 8798:1985, estruturas de alvenaria não armada de blocos vazados de concreto são definidas como estruturas de alvenaria nas quais as armaduras têm finalidade construtiva e de amarração, não sendo estas consideradas na absorção dos esforços calculados.

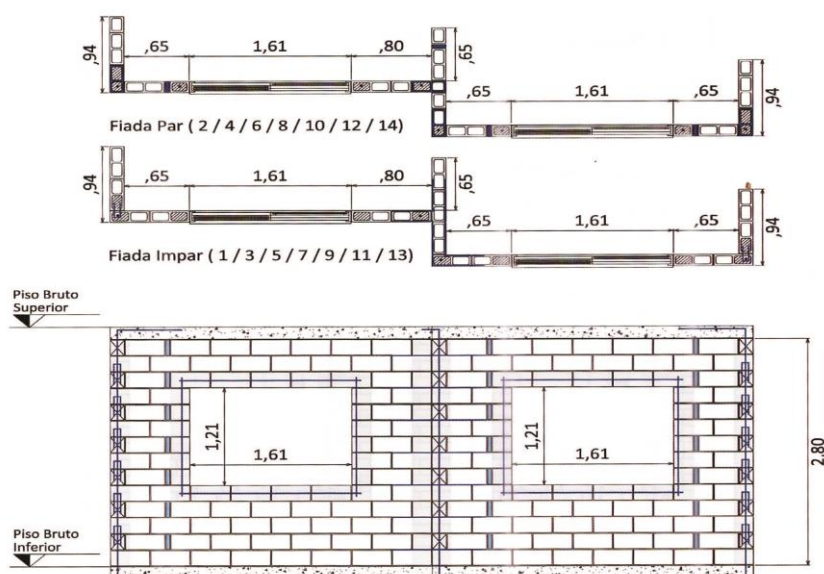


Figura 4 - Alvenaria não-armada. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

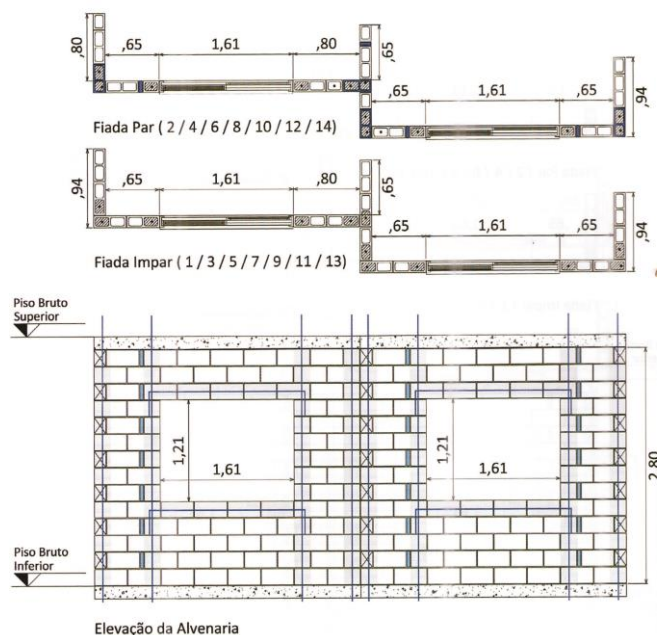
### 1.6.2 Alvenaria armada ou parcialmente armada

A alvenaria armada caracteriza-se por ter os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute, recebe ainda reforços em algumas regiões, devido a exigências estruturais. São utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e posteriormente grauteados, além do preenchimento de todas as juntas verticais.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003) a alvenaria armada de blocos vazados de concreto parece ser um dos mais promissores sistema construtivo pela economia proporcionada. Sua utilização é mais indicada em edificações residenciais de padrão baixo ou médio de até 12 pavimentos. Os citados autores indicam que sejam utilizadas paredes com espessura de 14 cm e a resistência de bloco normalmente necessária é de 1MPa vezes o número de pavimentos acima do nível considerado.

Segundo a normatização, NBR 8798:1985, as estruturas de alvenaria armada de blocos vazados de concreto são estruturas de alvenaria nas quais são dispostas armaduras ao longo do componente estrutural, constituindo um todo solidário com os elementos da alvenaria, para resistir aos esforços. Já nas estruturas de alvenaria parcialmente armada de blocos vazados de concreto são dispostas armaduras localizadas em certas regiões para resistir aos esforços calculados pelo profissional capacitado e conforme a norma.

Pode-se dizer também que a alvenaria estrutural parcialmente armada é aquela em que algumas paredes seguem a regra a alvenaria armada e as demais seguem a da alvenaria não armada, conforme está demonstrado na figura a seguir.



**Figura 5 - Alvenaria armada ou parcialmente armada. Fonte: Tauil; Nesse (2010).**

### 1.6.3 Alvenaria protendida

A alvenaria protendida destaca-se por ser reforçada com uma armadura ativa, pré-tensionada, que submete a alvenaria a esforços de compressão. Esse tipo de alvenaria é pouco utilizado, pois os materiais, dispositivos e mão de obra para a protensão tem custo elevado para o nosso padrão de construção.

A protensão na alvenaria tem como objetivo aplicar tensões de compressão no sistema antes de atuação dos carregamentos, assim, espera-se diminuir as pressões de tração que surgem com a estrutura em uso, aumentando a resistência à flexão. Segundo a NBR15961-1:2011, situações em que a tração é o esforço predominante são muros de arrimo, silos, reservatórios de água, paredes de galpão que estão sujeitas a ação do vento.

Os cabos de protensão usualmente são utilizados na alvenaria protendida são barras de aço com rosca em todo seu comprimento, a utilização de cordoalhas é restrita devido à dificuldade de realização de emendas nesse tipo de cabo. Os cabos devem estar antecipadamente ancorados na fundação, portanto é necessário que seja

prevista uma emenda nesses cabos para que não seja dificultada a execução da alvenaria (PARSEKIAN, FRANCO; 2002 p.3).

Com relação a aplicação da protensão na alvenaria protendida utilizando cordoalhas é necessariamente feita com o auxílio de um conjunto de bomba e macaco hidráulico. Para as barras podem-se usar macacos hidráulicos ou torquímetros e são necessárias duas pessoas para aplicar a protensão quando se utiliza macacos hidráulicos e bomba.

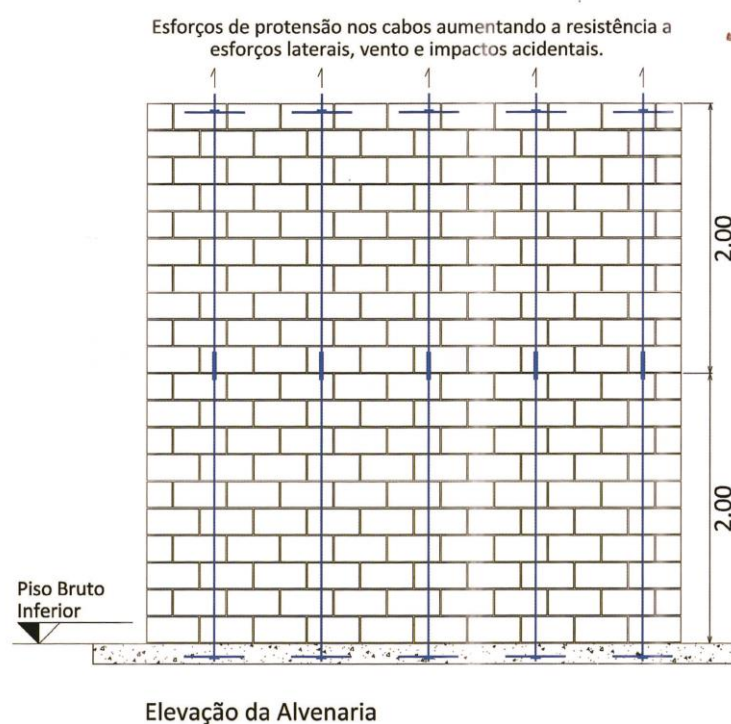


Figura 6 - Alvenaria protendida. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

#### 1.6.4 Vantagens

As vantagens que serão apresentadas a seguir do sistema construtivo em alvenaria estrutural possibilitam que esse sistema tenha o custo menor em comparação com o sistema em concreto armado.

- a) Economia de fôrmas. Quando existem, as fôrmas se limitam às necessárias para a concretagem das lajes;
- b) Redução significativa nos revestimentos. Por serem utilizado blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa. Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso dos azulejos, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos;
- c) Redução nos desperdícios de material e mão de obra. O fato das paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é uma importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarado como uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que encarecem significativamente o preço de uma construção;
- d) Redução do número de especialidades. Deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros;
- e) Flexibilidade no ritmo de execução da obra. Se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no das peças de concreto armado.

### **1.6.5 Desvantagens**

Apesar das vantagens elencadas acima, o sistema em alvenaria estrutural apresenta desvantagens que o impedem de ser utilizado em qualquer tipo de projeto.

- a) Dificuldade de se adaptar a arquitetura para um novo uso. Fazendo as paredes parte da estrutura, obviamente não existe a possibilidade de adaptações significativas no arranjo arquitetônico;
- b) Não é indicada para grandes vãos.
- c) Necessidade de mão de obra bem qualificada. A alvenaria estrutural exige uma mão de obra qualificada e apta a fazer uso de instrumentos adequados para sua execução. Isso significa um treinamento prévio da equipe contratada para a execução. Caso contrário, os riscos de falha que comprometam a segurança da edificação crescem sensivelmente.



## 1.7 A MODULAÇÃO DO PROJETO

A modulação é um procedimento absolutamente fundamental para que a edificação em alvenaria estrutural possa ser considerada econômica e racional. A não modulação de um projeto provocará desperdício no canteiro de obras, ocasionando a quebra de blocos e os enchimentos resultantes certamente levarão a um custo maior e menos racional para a obra.

A unidade é o componente básico da alvenaria. Uma unidade será sempre definida por três dimensões principais: comprimento, largura e altura. O comprimento e a largura definem o módulo horizontal, ou módulo em planta. Já a altura define o módulo vertical a ser adotado nos elevações.

Com base nessa definição entende-se que é muito importante que o comprimento e a largura sejam iguais ou múltiplos, de maneira que se possa ter efetivamente um único módulo em planta. Aplicando esse entendimento no projeto, a amarração das paredes será enormemente simplificada, havendo um ganho significativo em termos de racionalização do sistema construtivo. Contudo, se essa condição não for atendida, será necessário utilizar unidades especiais para a correta amarração das paredes, o que pode trazer consequências desagradáveis para o arranjo estrutural, que serão tratadas posteriormente.

Dessa forma, pode-se dizer que modular um arranjo arquitetônico, ou pelo menos modular as paredes desse arranjo, significa acertar suas dimensões em planta e também o pé-direito da edificação, em função das dimensões das unidades, de modo a não necessitar, ou pelo menos diminuir cortes ou ajustes necessários à execução das paredes. Neste trabalho a unidade adotada será o bloco de concreto, por ser frequentemente utilizada nas edificações estruturais.

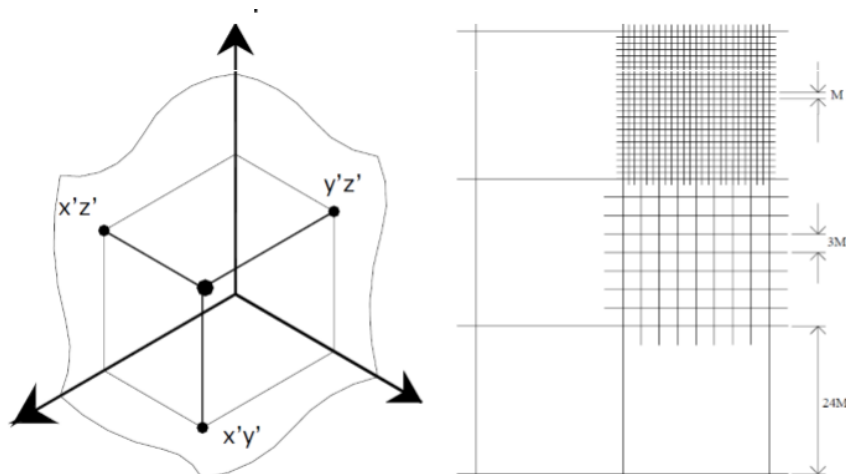
### 1.7.1 Coordenação modular

A função da coordenação modular é organizar ou arranjar todas as peças ou componentes que fazem parte de um edifício, dentro de uma base, com medidas pré-definidas.

Pode-se dizer que modulação é também o estabelecimento de medidas ou, de padrões de componentes, ou ainda de padrões de espaços tanto na horizontal como na vertical.

É necessário adotar um módulo básico, uma pequena medida, que na arquitetura significa um elemento que será repetido inúmeras vezes. Admite variante segundo regras básicas para o projeto, segundo Tauil e Nesse (2010, p.24) o módulo mais adotado pela literatura é o  $M=100\text{mm}$ , que é o módulo internacional de 10cm, o adotado em nível mundial (ISO). Adota-se essa medida de forma que,  $M$  seja a menor unidade de medida modular inteira da quadrícula de referência igual a  $100 \times 100\text{mm}$ , Essa medida passa a ser a base de todo o projeto e sempre que necessário se utiliza sub-módulos de  $M$ , possibilitando a flexibilidade no desenvolvimento do projeto de arquitetura.

Algumas pessoas adotam a posição de que projetar de maneira modular utilizando uma base reticulada espacial nos eixos cartesianos engessa o projeto, entretanto, modular possibilita uma perfeita organização dos espaços e compatibilização dos elementos construtivos com a flexibilidade necessária ao atendimento do escopo, a proposta técnica e o partido arquitetônico definido pelo arquiteto.



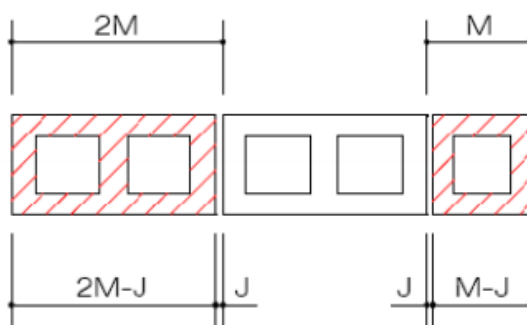
**Figura 7 - Reticulado modular de referência. Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para se definir o módulo do projeto tem-se que fazer um levantamento dos modelos de blocos disponíveis no mercado, após essa definição todo o processo de organização modular ocorrerá de maneira automática, e todos os ambientes do projeto terão suas medidas internas e externas múltiplas do módulo de referência adotado. No entendimento de Tauil e Nesse (2010), essa maneira de projetar auxilia, entre muitas vantagens, na definição dos ambientes, na definição de caixilhos, nas instalações e até mesmo na hipótese de existir alguma mudança no projeto, durante o processo de desenvolvimento ou mesmo após a finalização.

A modulação é essencial para a racionalização da alvenaria estrutural, é um dos principais motivos para a alvenaria estrutural ser considerada um processo racionalizado.

O importante é sempre o profissional adotar uma referência originada de um padrão base de medida, dessa forma, pode-se utilizar múltiplos e submúltiplos da medida modular.

Veja exemplo da figura abaixo:



**Figura 8 - Dimensões do módulo. Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na figura se tem as dimensões reais do bloco inteiro:  $2M - J$  e meio bloco  $M - J$ , onde  $J$  representa juntas de 1cm. Dessa forma, entende-se que para juntas de 1cm teremos dimensões nominais de 15, 20, 30, 35cm, etc., para as dimensões reais de 14, 19, 29, 34cm, respectivamente.

Outro ponto importante para se definir o padrão de módulo a ser utilizado é se há fornecedor para o padrão identificado como mais adequado para o projeto. A distância do fornecer dos blocos precisa ser pequena, a fim de que o frete não aumente os custos da obra tornando inviável a utilização daquele produto. Assim como, não se pode depender apenas de um fornecedor, para não ter risco de interrompimento do fornecimento ou aumento abusivo do preço.

Analisando as proposituras anteriores pode-se definir um roteiro ideal para uma modulação em planta da seguinte forma: estimar a largura mais adequada; adotar módulo igual à largura; utilizar múltiplos do módulo adotado e verificar fornecedores.

### **1.7.2 Combinações de peças e suas dimensões modulares**

A lógica indicaria que o único parâmetro a ser considerado para a adoção do módulo horizontal a ser adotado para uma edificação seja seu arranjo arquitetônico, isso porque, se adotado o módulo de 15cm, por exemplo, as dimensões internas dos ambientes em plantas devem ser múltiplas de 15. Dessa forma, pode-se ter 60cm, 1,20m, 2,10m, etc. Se utilizar-se módulo de 20cm, as dimensões devem ser múltiplas

deste, por exemplo, 60cm, 1,60m, 2,80m, entre outras. Portanto, o módulo a ser adotado seria aquele que ocasionasse menores alterações em uma arquitetura.

No entanto, Ramalho e Corrêa (2003) destaca que o principal parâmetro a ser considerado para a definição da distância modular horizontal de uma edificação em alvenaria é a largura do bloco a ser adotado. O ideal é que o módulo longitudinal dos blocos a serem utilizados seja igual à largura a ser adotada, dessa forma pode-se prescindir da utilização de blocos especiais e evitar uma série de problemas muito comuns, em especial na ligação de duas paredes, tanto em canto como em bordas.

É importante o projetista avaliar o edifício e verificar se a largura conveniente será 15cm ou 20cm, ou eventualmente um outro valor, antes de sugerir o módulo a ser adotado.

### **1.7.3 A legenda no projeto**

A legenda deve ser usada para informação, indicação e identificação do desenho, a saber: designação da firma, projetista, local, data, assinatura, conteúdo do desenho, escala, número do desenho, símbolo de projeção, logotipo da firma, unidade empregada, escala, etc. A legenda deve ter 178 mm de comprimento nos formatos A2, A3 e A4, e 175mm nos formatos A0 e A1.

Por não existir uma legenda que possa ser utilizada regularmente, Tauil e Nesse (2010) sugerem uma forma gráfica de representar os componentes nas quatro formas que ele pode aparecer no projeto, em planta (vista superior), em elevação (vista lateral), do topo (em vista na espessura da parede) e em corte transversal.

A NBR6492:94 preconiza que devem constar da legenda do projeto, no mínimo, as seguintes informações: identificação da empresa e do profissional responsável pelo projeto; identificação do cliente, nome do projeto ou do empreendimento; título do desenho; indicação sequencial do projeto (números ou letras); escalas; data; autoria do desenho e do projeto e indicação de revisão.

Para facilitar a compreensão deve ser inserida em todas as folhas do projeto uma legenda com as peças utilizadas na folha, bem como, a inserção de informações como resistência do componente, traço de argamassa, armazenagem, manuseio e transporte.

O ideal é que a legenda de blocos seja apresentada com desenhos das peças e suas dimensões, suas denominações de forma que um operário possa facilmente identifica-los.

Nesse capítulo foi observado que para atingir a máxima eficiência do sistema em alvenaria estrutural, se tornando um sistema racional e economicamente viável, deve-se utilizar toda técnica de modulação, ou seja, o arquiteto deve ser o principal agente desse processo, tendo uma visão ampla de todos os sistemas que irão contemplar o projeto, tais como: sistema elétrico, sistema de esgoto, sistema hidrossanitário, sistema de gás, sistema de combate à incêndio, sistema de ar condicionado, etc. Além de possuir também o conhecimento de todos os componentes utilizados no sistema em alvenaria estrutural que serão apresentados na sequência.

## 1.8 OS COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

O sistema construtivo é determinado pela forma de combinação das componentes para formar os elementos e estes, formarão os subsistemas que definirão o edifício. No caso das construções em alvenaria estrutural de concreto os componentes são: o bloco de concreto estrutural; a argamassa; o graute e as armaduras.

### 1.8.1 Bloco de concreto estrutural

Os blocos são elementos vibro prensados e constituídos basicamente de uma mistura de cimento Portland, agregados e água, podendo ser adicionados outros agregados e aditivos dependendo da resistência do tipo de bloco que se pretenda produzir. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência dos revestimentos.

As NBRs 6136:80 e 12118:83 da ABNT normatizam a produção dos blocos de concreto para alvenaria estrutural ou de vedação. Segundo Idário Fernandes

(2013) os blocos podem ser produzidos em equipamentos manuais, pneumáticos ou hidráulicos, por meio de vibro compactação e extrusão imediata, de uma mistura homogênea de cimento, areia, pó de pedra, pedrisco, água e aditivos facilitadores de moldagem.

O bloco normatizado possui formato e dimensões padronizadas, e cada linha possui uma família de componentes que, aplicados dentro da boa técnica, proporcionam um sistema construtivo limpo, prático, rápido, econômico e eficiente.

O produto que cumpre os padrões da norma é vazado no seu elemento predominante e tem apenas dois furos, a exceção dos blocos especiais de 44cm e 54cm. O bloco deve possuir arestas firmes e bem definidas, textura uniforme e é produzido nas categorias estrutural e vedação, de acordo com a aplicação.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a resistência característica do bloco à compressão, medida em relação à área bruta, deve obedecer aos seguintes limites:

$F_{bk} \geq 6$  Mpa: blocos em paredes externas sem revestimentos;

$F_{bk} \geq 4,5$  Mpa: blocos em paredes internas ou externas com revestimento.

Portanto, na prática, só podem ser utilizados blocos de concreto estrutural com resistência característica de no mínimo 4,5 MPa.

O profissional deve sempre estar atento a qualidade dos blocos disponíveis no mercado, possuem muitos fornecedores e produtores informais que não seguem os padrões da norma, produzindo blocos mais baratos, contudo sem atentar para resistência e medidas, muitas vezes esses produtos possuem três furos, fundo e dimensões diversas dos padrões da norma. Esse bloco pode ser mais barato na aquisição, mas a construção sai mais cara em razão dos gastos com quebra de peças, baixo rendimento na execução, grande consumo de argamassa e revestimento.

Destaca-se ainda que a construção em alvenaria estrutural não comporta a utilização de blocos produzidos fora da norma, uma vez que não se atinge as resistências necessárias para paredes portantes, sendo sempre necessária a utilização de colunas e vigas.

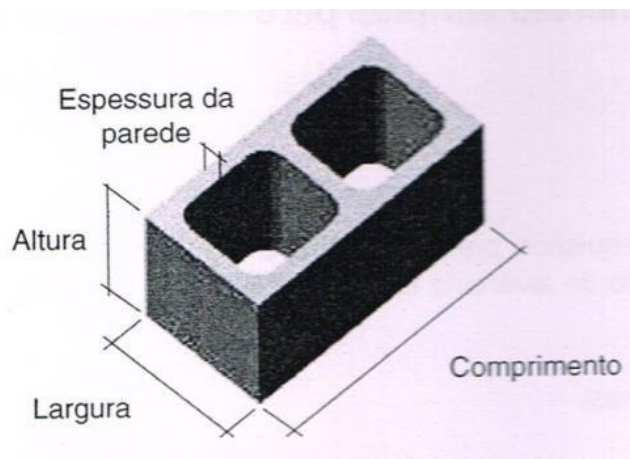


Figura 9 - Bloco vazado de concreto. Fonte: NBR 6236:2014.

#### 1.8.1.1 Família de blocos

Correspondem aos elementos normatizados para uma linha de tamanho específico de bloco. Na figura abaixo estão representados todos os elementos pertencentes a família de blocos do tamanho de 14x29cm.

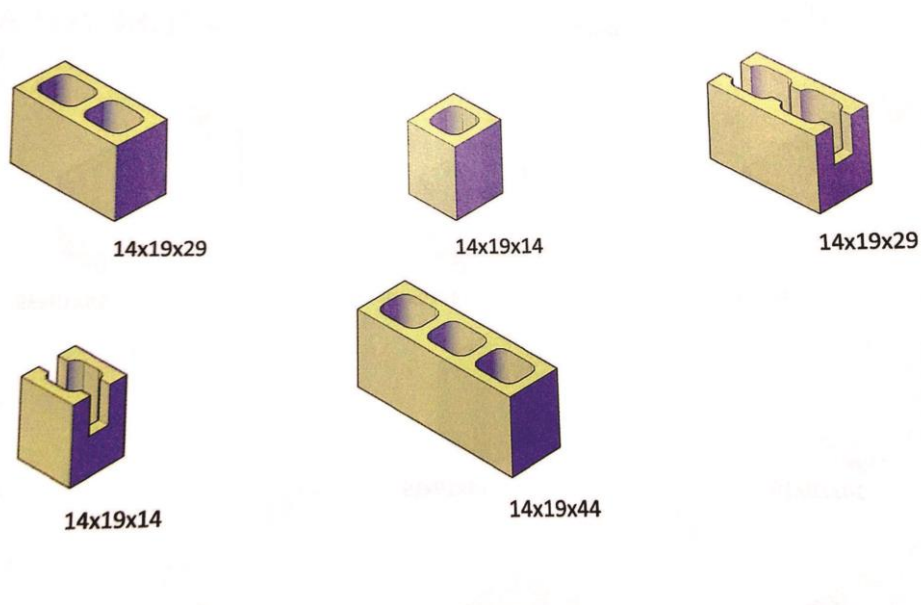


Figura 10 - Família de blocos 14x29cm. Fonte: Tauil; Nesse (2011).



Cada família de blocos possui blocos especiais, que são utilizados na modulação do projeto exercendo uma função específica. Na família do bloco de 14x29cm apresentada acima, podemos verificar um bloco com um “rasgo” no meio. Esse bloco é utilizado para desenvolver o papel de vigas, vergas e contravegas. Também podemos observar um bloco com o comprimento maior que 29cm, esse bloco de 44cm é utilizado para realizar o encontro de paredes na perpendicular.

### **1.8.2 Argamassa**

A argamassa consiste na mistura homogênea de agregado(s) miúdos(s), aglomerante(s) inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

É importante frisar que a argamassa industrializada deve sempre ser utilizada nos projetos de alvenaria estrutural.

#### **1.8.2.1 Função da argamassa**

A função da argamassa tem grande importância para o sistema em alvenaria estrutural, possibilitando que alvenarias se tornem portantes, aonde podemos destacar suas principais funções:

- Ligar os componentes da estrutura;
- Vedar as juntas contra a entrada de ar e água.

#### **1.8.2.2 Componentes**

Os principais componentes da argamassa industrial são:

- Cimento;
- Cal;
- Areia.

#### 1.8.2.3 Propriedades dos componentes

Cada componente tem uma função específica na constituição da argamassa:

- **Cimento:** resistência e durabilidade.
- **Cal:** trabalhabilidade da argamassa; retenção de água; plasticidade.
- **Areia:** enchimento e resistência da mistura; diminui o assentamento da massa, evitando retração.

#### 1.8.2.4 Colocação da argamassa e o acabamento das juntas no bloco

Na figura 11 está representada a forma correta como a argamassa deve ser colocada nas paredes longitudinais e transversais de um bloco com a função estrutural e de vedação.

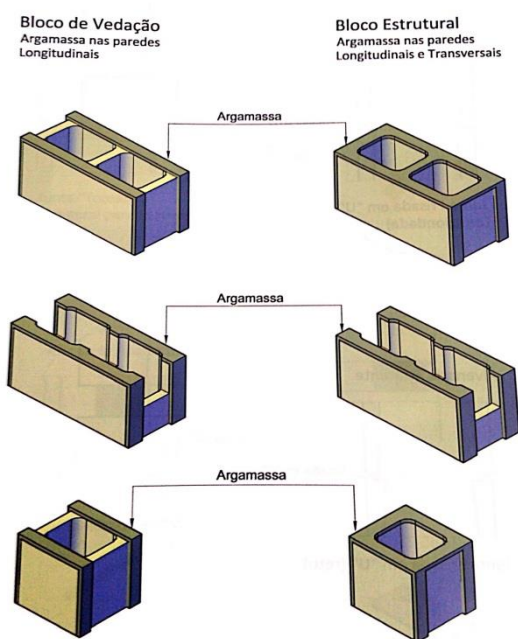


Figura 11 - Colocação da argamassa. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

Em seguida, podemos observar nas figuras 12 e 13 quatro formas de acabamento das juntas para a execução de uma alvenaria aparente ou de uma alvenaria que receberá revestimento.

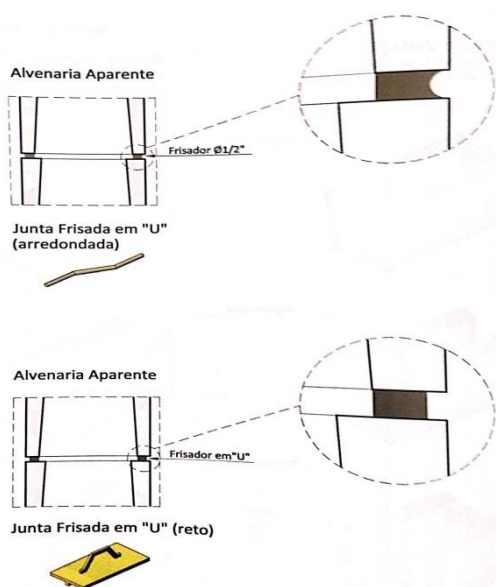


Figura 12 - Acabamento das juntas. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

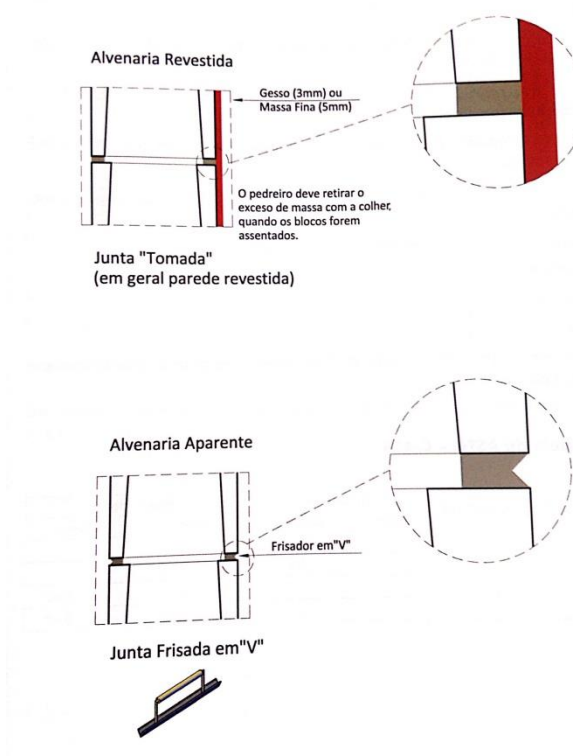


Figura 13 - Acabamento das juntas. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

### 1.8.3 Graute

O graute é um concreto com agregados miúdos destinados ao preenchimento dos vazios dos blocos, nos locais especificados pelo projetista da estrutura. Na figura 14 onde está posicionada a barra na vertical representa o local onde será grauteado.

Recomenda-se vibrar o graute por camadas, quando do lançamento, tomando-se os cuidados necessários para não abalar a parede já erguida.

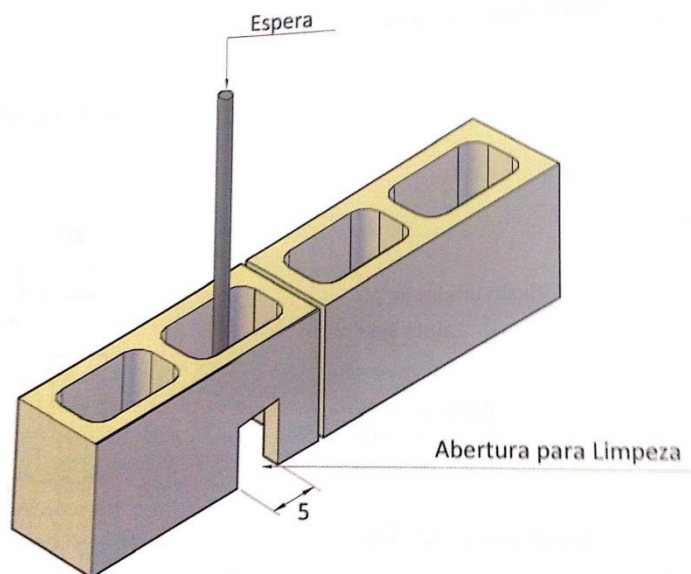


Figura 14 - Local onde será lançado o graute. Fonte: Tauil; Nesse (2010).

#### 1.8.3.1 Preparação e lançamento

Deve ser misturado em betoneira na obra ou ser usinado em centrais externas e enviado para a obra por meio de caminhão betoneiras.

#### 1.8.3.2 Componentes

Assim como a argamassa, o graute também deve ser industrializado para que todos os componentes (areia, pedrisco, cimento e cal) recebam a dosagem adequada.

Após todo embasamento teórico, é necessário sabermos na prática como está o processo de produção de blocos estruturais. No capítulo seguinte será apresentado o processo de produção e da análise de qualidade dos blocos estruturais produzidos em uma fábrica em Macapá.

## **2 ANALISE TÉCNICA**

### **2.1 A VIABILIDADE TÉCNICA - PRODUÇÃO DE BLOCOS NO AMAPÁ**

A avaliação da viabilidade precisa atender alguns requisitos técnicos. Isso significa que é necessário verificar: se há adequação às leis e normas aplicáveis, se há tecnologia de produção e equipamentos disponíveis, se a equipe técnica tem conhecimento do sistema construtivo empregado e se há domínio do processo de execução da obra.

Portanto, a construção em alvenaria estrutural com blocos de concreto será viável tecnicamente se dispuser de fornecedores locais, máquinas e equipamentos adequados, equipe técnica treinada, entre outros que permitam a execução da obra de forma racional.

A partir de alterações em parâmetros técnicos e planejamento antes da execução é possível obter melhores resultados, como maior produtividade e menor custo, evitando desperdício no canteiro de obra. Sendo assim, isso pode interferir diretamente na viabilidade econômica também.

#### **2.1.1 Leis e normas aplicáveis a alvenaria estrutural com blocos de concreto**

Quanto às leis e normas aplicáveis tem-se em âmbito nacional as Normas da ABNT relacionadas ao tema, algumas já citadas nesse trabalho, e em âmbito municipal pode-se citar o Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo de cada município. Neste trabalho será estudada a legislação pertinente a Macapá, capital do Estado.

As principais normas da ABNT voltadas à qualidade dos materiais e ao sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto são:

a) NBR 15873:2010 – Coordenação Modular para Edificações

- b) NBR 6136:2008 – Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Requisitos
- c) NBR 7184:1992 – Determinação da resistência à compressão
- d) NBR 8215:1983 - Prisma de Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural Preparo e ensaio à Compressão
- e) NBR 15961-1:2011 - Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto
- f) NBR 15961-2:2011 - Alvenaria estrutural — Blocos de concreto — Parte 2: Execução e controle de obras
- g) NBR 12118:2011 – Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Métodos de ensaio
- h) NBR 14321:1999 – Paredes de Alvenaria Estrutural – Determinação da resistência ao cisalhamento
- i) NBR 14322:1999 – Paredes de Alvenaria Estrutural – Verificação da resistência à flexão simples ou à flexo-compressão.
- j) NBR 10837:1989 – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto
- k) NBR 8798:1985 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.

A Lei complementar nº 026 de 2004 institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Macapá, que é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana do Município de Macapá. Estabelece as diretrizes e regras fundamentais para a ordenação territorial e para que a propriedade urbana cumpra sua função social. Conforme define a constituição federal e a partir da aprovação do Estatuto da Cidade pela Lei nº 10.257 de 2001, abre também uma perspectiva para o Poder Executivo Municipal atuar de forma indutora no desenvolvimento urbano, aplicando novos instrumentos de política urbana, como bem propõe a citada legislação.

Bem como, as normas estabelecidas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo tem como pressuposto o atendimento às disposições previstas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá e à legislação municipal, estadual e federal a fins. A citada lei complementar deve ser observada para o licenciamento das obras e instalações, conforme previsto no Código de Obras e Instalações de Macapá.

As normatizações expostas acima são as entendidas como mais relevantes para o desenvolvimento deste trabalho e de projetos relacionados ao tema no âmbito municipal.

Destarte, para que haja viabilidade técnica é preciso entender também outro requisito que é a tecnologia de produção e equipamentos disponíveis para execução da obra de alvenaria estrutural. Outrossim, será descrito como se dá a produção do bloco de concreto estrutural.

### **2.1.2 Etapas do processo de produção do bloco**

O Amapá, como base no levantamento feito, dispõe somente de uma fábrica de blocos de concreto estrutural, capaz de comprovar a resistência do produto. Observou-se que a fábrica Comblocos, possui produção em escala, o que possibilita a capacidade de fornecimento para projetos em alvenaria estrutural.

O processo de fabricação tem início logo após o encarregado de produção confirmar se todos os equipamentos estão funcionando corretamente e se o material destinado a fabricação dos blocos estão acessíveis e na quantidade correta. Vencida essa etapa, o encarregado informa para os ajudantes de produção, a quantidade de agregados que eles terão que colocar na caçamba do misturador.

#### **2.1.2.1 Colocação dos agregados**

É o momento em que os ajudantes de produção colocam a quantidade determinada de agregados na caçamba do misturador, conforme apresentado na figura 15.





**Figura 15 - Colocação dos agregados. Fonte: Manual de produção de bloco da empresa Comblocos. Gabriela Lustosa (2016).**

#### 2.1.2.2 Mistura dos agregados

Nessa etapa a água e o aditivo são adicionadas aos agregados para formar o concreto que será prensado, demonstrado na figura 16.



**Figura 16 – Misturador. Fonte: Manual de produção de bloco da empresa Comblocos. Gabriela Lustosa (2016).**

### 2.1.2.3 Transporte do concreto para a vibroprensa

Após a produção do concreto no misturador, ele é despejado em uma esteira que o transportará até a máquina vibroprensa. Conforme detalhe apresentado na figura 17.



**Figura 17 - Esteira transportadora. Fonte: Manual de produção de bloco da empresa Comblocos. Gabriela Lustosa (2016).**

### 2.1.2.4 Modelagem das peças

O concreto é vibro-prensado, recebendo a mesma forma do molde que foi instalado na máquina. Na figura 18 é verificada a peça de bloco pronta em cima de uma bandeja de madeira.



**Figura 18 - Retirada do bloco. Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### 2.1.2.5 Cura dos blocos

Os blocos fabricados são colocados em prateleiras e levados para as câmaras úmidas, onde passarão pelo processo de cura.

Segundo Idário Fernandes (2013), o processo de curar os blocos significa proporcionar condições adequadas de umidade e temperatura para a perfeita hidratação do cimento e desenvolvimento da resistência do concreto. Na figura 19, percebe-se as prateleiras de blocos sendo transportadas para dentro das câmaras úmidas, onde permanecerão por um período de quarenta e oito horas.



**Figura 19 - Prateleiras de blocos sendo transportadas para as câmaras de cura. Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### 2.1.2.6 Embalagem dos blocos

Essa corresponde a última etapa do processo de produção, todos os blocos são organizados e empilhados em paletes<sup>2</sup> de madeira e depois lacrados com filme plástico transparente, apresentado na figura 20.



**Figura 20 - Embalagem dos blocos. Fonte: Elaborado pelo autor.**

---

<sup>2</sup> Estrutura, geralmente confeccionada em madeira, utilizada para armazenagem e transporte dos blocos de concreto.

## 2.2 TESTES DE QUALIDADE

Para realização do teste de qualidade do bloco de concreto estrutural a norma estabelece uma sequência dos itens que devem ser checados. Na sequência será apresentado um passo a passo.

### 2.2.1 Análise dimensional

Para análise dimensional, o principal aparelho usado é o paquímetro metálico ou digital. Calibrado com resolução mínima de 1mm para medição de comprimento, largura e altura. A seguir a demonstração de um paquímetro digital.



**Figura 21 - Paquímetro digital. Fonte: Digimess (2016).**

Para cada dimensão do corpo-de-prova<sup>3</sup> (altura, largura, comprimento), devem ser realizadas pelo menos três determinações em pontos distintos.

---

<sup>3</sup> O corpo-de-prova mencionado neste trabalho consiste em uma amostra de bloco coletada aleatoriamente para fins de teste de resistência, segundo a NBR 6136:2014

### 2.2.2 Capeamento dos corpos de prova

O capeamento é o revestimento com gesso, que regulariza (nivela) os topos dos corpos-de-prova. Com o objetivo de distribuir uniformemente a carga durante o ensaio. Os materiais utilizados são: gesso, óleo, peça de vidro, espátula, marreta e água.

- a) Passo 1 – Os blocos são raspados para que as superfícies fiquem retas;
- b) Passo 2 – Os blocos são pesados;
- c) Passo 3 – Passa-se óleo no vidro. A peça de vidro é usada para deixar as superfícies regulares e o óleo ajuda na remoção do bloco com gesso do vidro;
- d) Passo 4 - Mistura-se o gesso em pó com água devagar, colocando o gesso aos poucos, até ter uma massa homogênea mas, ainda líquida;
- e) Passo 5 – Coloca-se gesso na vidro e espalha com a espátula. A espessura é de 3mm. É necessário muita atenção para execução dessa etapa, já que o gesso seca muito rápido.
- f) Passo 6 – Coloca-se o bloco em cima do gesso e aplica-se leves batidas com a marreta de borracha para nivelar. Aguardar por aproximadamente 10 minutos para secagem do gesso. Depois basta soltar o bloco de vidro;
- g) Passo 7 – Repetir os passos 3,4,5 e 6 na outra superfície do bloco.

A seguir a demonstração, através da figura 22, onde o bloco encontra-se capeado e pronto para ser prensado.





**Figura 22 - Bloco capeado. Fonte: Manual de produção de bloco da empresa Comblocos. Gabriela Lustosa (2016).**

### **2.2.3 Teste da resistência à compressão**

Essa corresponde a última etapa da reverificação da qualidade, também é a mais importante, pois a não checagem correta dos itens definidos pela NBR 12118:2013, pode ocasionar resultados imprecisos. Como bem leciona Idário Fernandes:

Entre os erros mais frequentes dos laboratórios de ensaio menos preparados, está o fato de romper o bloco úmido, sem capeamento, mal centralizado no pórtico, prensa não aferida e, principalmente, incremento de cargas com velocidade fora do especificado. (Fernandez,2013).

A figura 23 apresenta o momento em que o bloco começa a sofrer a compressão gerada pelo sistema hidráulico da prensa.



**Figura 23 - Realização da resistência à compressão. Fonte: Idário Fernandes (2013).**

O processo de produção e análise de blocos de concreto apresentado acima comprova que o produto final (bloco de concreto estrutural) só atingirá os parâmetros normatizados nas NBRs, se todas as etapas de produção forem rigorosamente cumpridas.

### 2.3 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA A EXECUÇÃO DE ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO

Os equipamentos e ferramentas adequados tem uma importância singular na execução de qualquer serviço. Pelo fato de termos adquirido muitos hábitos ruins durante anos, a indústria da construção civil se torna hoje um campo fértil ao desenvolvimento e mudanças. Mudanças aparentemente simples como a colocação de rodas no suporte do caixote de massa para assentamento, a introdução do esticador de linha, o emprego do fio traçador de linhas, resultam num ganho significativo de produtividade, organizam o serviço e muda a postura do trabalhador.



Para a padronização e racionalização do trabalho no canteiro de obras a equipe técnica precisa conhecer e dominar o manuseio de cada ferramenta e equipamento. A seguir observa-se uma tabela formulada com base nas informações da ABCP, indicando onde cada uma das ferramentas é utilizada:

**Quadro 1 - Ferramentas e equipamentos básicos na alvenaria estrutural**

Uso das ferramentas e equipamentos		
Ferramentas e equipamentos	Uso na execução e alvenaria	
	Serviços de marcação	Serviços de elevação
Colher de pedreiro	X	x
Palheta		x
Bisnaga		x
Brocha		x
Esticador de linha	X	x
Fio traçador de linha	X	
Caixote para argamassa e suporte		x
Trena de 30m	X	
Trena de 5m	X	
Nível (alemão ou laser)	X	
Régua prumo-nível de 1,20m	X	
Esquadro (60 X 80 X 100 cm)	X	
Escantilhão	X	x
Andaime		x
Equipamento de proteção no andar	X	x

**Fonte: Prática recomendada PR2 da ABCP**

O quadro acima não esgota os materiais usados no canteiro de obra, deve-se considerar a utilização de outras ferramentas convencionais, como talhadeiras, marretas de borracha, baldes, pás, vassouras, linha de náilon e espátulas.



Já a palheta é usada para a aplicação do cordão de argamassa de assentamento nas paredes longitudinais dos blocos por meio do movimento vertical e horizontal ao mesmo tempo.



**Figura 26 - Aplicação da argamassa nas paredes longitudinais. Fonte ABCP.**

Outras alternativas para a colocação da argamassa são a meia-cana metálica e a bisnaga. A meia-cana metálica exige um recipiente com água para permitir a aplicação da argamassa no bloco.



**Figura 27 - Meia-cana metálica. Fonte ABCP.**

A bisnaga pode ser utilizada para colocação da argamassa nas juntas verticais dos blocos. Tarefa essa que pode ser executada pelo ajudante, proporcionando ao pedreiro maior produção na elevação da alvenaria.



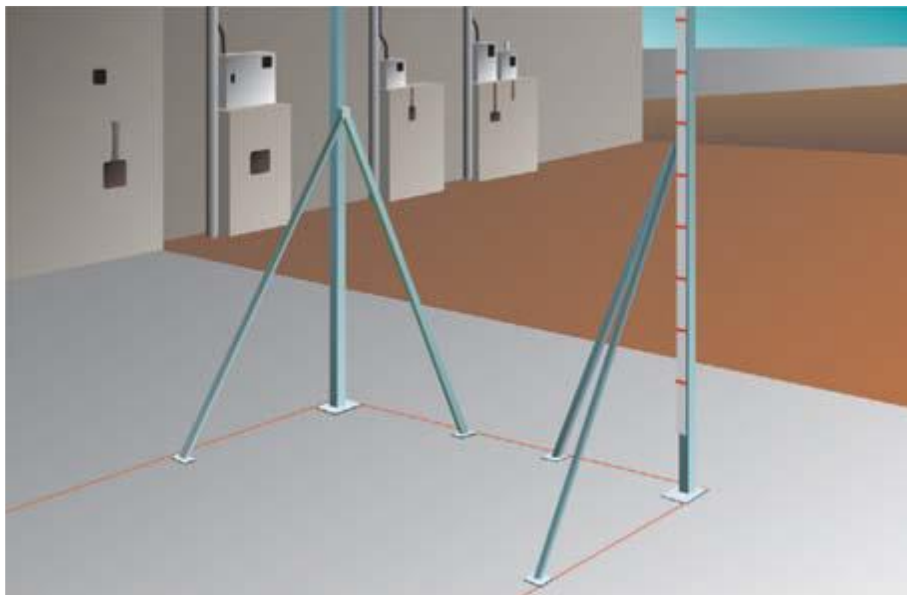
**Figura 28 - Bisnaga para aplicação de argamassa nas juntas laterais. Fonte: ABCP.**

Para melhor utilização dessas ferramentas e necessário intenso treinamento com a equipe da obra, pois o grande problema identificado em obras que utilizaram blocos de concreto em sua construção, visitadas durante a confecção deste trabalho, é que os pedreiros insistem em assentar blocos de concreto como se fossem tijolos de cerâmica, sem a técnica adequada o que acaba gerando desperdício de material e má qualidade no assentamento do bloco.

Na alvenaria estrutural a qualidade de assentamento do bloco é extremamente importante, o profissional encarregado deve estar atento à execução.

Outra ferramenta utilizada é o escantilhão, que é assentado após a marcação das linhas que definem as direções das paredes em pontos definidos pelo encontro das paredes, com a primeira marca nivelada em relação à referência definida pelo ponto mais alto da laje, garante o nivelamento perfeito das demais fiadas. Equipamento constituído de uma haste vertical metálica com cursor graduado de 20 em 20 cm e duas hastes telescópicas articuladas à 1,20 m de altura e é fixado sobre a laje com auxílio de parafusos e buchas.

Abaixo tem-se a figura de um escantilhão:



**Figura 29 - Escantilhão. Fonte: ABCP.**

O gabarito de janela regulável para vãos de janelas em obras de alvenaria estrutural possibilita vãos com dimensões precisas e perfeita regularidade das laterais, abolindo a regularização dos mesmos com argamassas, o mesmo é ajustável na altura e na largura atendendo a diversos projetos.



**Figura 30 – Gabarito regulável de janela. Fonte: ABCP.**

Assim como o gabarito regulável de janela, o gabarito regulável para porta tem o objetivo de promover um perfeito ajuste à alvenaria, minimizando o gasto de argamassa e agilizando a execução da obra. A seguir tem-se modelo desse equipamento:



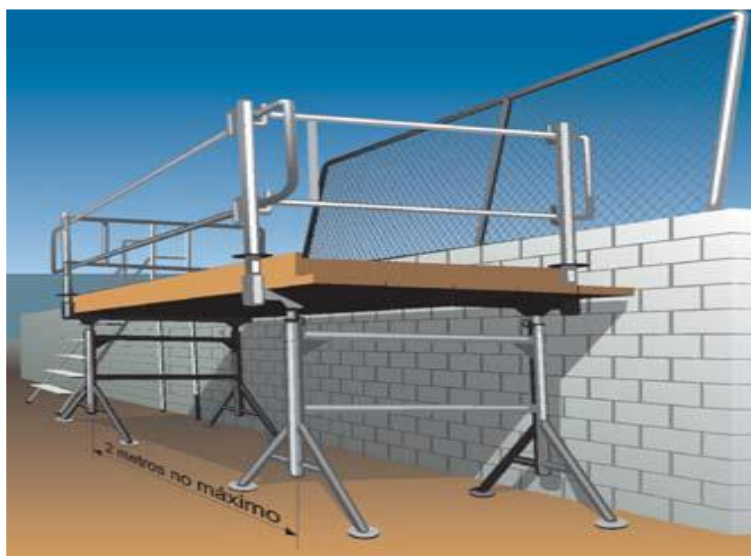
**Figura 31 - Gabarito regulável de porta. Fonte: ABCP.**

A ABCP sugere a utilização do nível alemão por ser um equipamento simples, eficiente e barato se comparado com o nível a laser, podendo ser fabricado com facilidade. Compõe-se de uma mangueira de nível com 16m de comprimento, acoplada em uma extremidade a um recipiente de água de aproximadamente 5 litros e na outra extremidade a uma haste de alumínio com 1,70m de altura. O recipiente se apoia a um tripé metálico com 1m de altura. A haste de alumínio possui um cursor graduado em escala métrica de -25 a +25 cm.



**Figura 32 - Nível alemão. Fonte: ABCP.**

O andaime com equipamento de proteção é pouco usado, como proposto, porém responsável por significativo aumento de produtividade, pois a montagem, movimentação e desmontagem dos andaimes convencionais tomam muito tempo. O andaime proposto possui abas móveis que servem como equipamento de proteção para os profissionais. Abaixo tem-se um modelo desse equipamento:



**Figura 33 - Andaime com equipamento de proteção. Fonte: ABCP.**

O profissional da construção civil tem que visar sempre pela utilização de equipamentos adequados para o transporte dos materiais, para tanto, o uso do carrinho para blocos facilita a movimentação e reduz a quebra dos blocos e a perda de outros materiais, além de aumentar a produtividade da obra.

Os carrinhos para transporte de blocos possuem formato ideal para o deslocamento desses materiais, evitando perdas geradas pela quebra de blocos. Geralmente, os carrinhos são utilizados quando não há grua em obra. Neste caso, o transporte vertical é realizado por elevadores. Quando se utiliza a grua, esta é responsável pelo transporte horizontal e vertical, retirando o material do local de armazenamento e colocando-o diretamente no ponto de utilização. Neste caso, raramente se utiliza o carrinho. O peso do bloco estrutural é um dos pontos negativos para a mobilidade da equipe.

Observa-se um exemplo de carrinho para blocos:



**Figura 34 - Carregador de blocos. Fonte: ABCP.**

O caixote para argamassa de assentamento deve possuir paredes perpendiculares para possibilitar o emprego da régua (40 cm). O suporte com rodas permite que o pedreiro desloque o caixote com menos esforço e sem necessidade da ajuda do servente, a seguir a imagem do caixote com suporte:





**Figura 35 - Caixote de argamassa com suporte. Fonte: ABCP.**

O esticador de linha mantém a linha de náilon esticada entre dois blocos estratégicos definindo o alinhamento e nível dos demais blocos que serão assentados. Quando um bloco estratégico é assentado as seguintes operações são realizadas: locação do bloco na posição segundo o projeto, devendo ser nivelado em relação a referência de nível, apruma-lo e mantê-lo no alinhamento da futura parede. O bloco estará locado quando essas condições forem conseguidas.



**Figura 36 - Linha traçante ou cordex. Fonte: ABCP**

O emprego da linha traçante elimina dois procedimentos no assentamento desses blocos: a locação e o alinhamento, otimizando o serviço.

Diante do exposto neste subitem, é patente que a utilização das ferramentas e equipamentos adequados a execução da alvenaria estrutural com blocos de concreto tem um papel chave para a otimização e a redução de desperdício no canteiro de obra, contribuindo para a viabilidade técnica do sistema.

Somado a isso, tem-se a capacitação técnica dos profissionais que coordenam a execução da obra e os que atuam diretamente na construção.

#### 2.4 CAPACITAÇÃO TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM ALVENARIA ESTRUTURAL

A qualificação profissional do arquiteto e do engenheiro em alvenaria estrutural com blocos de concreto é de suma importância para o bom desempenho do processo construtivo. Desde sua concepção até a implementação da obra o profissional tem que conhecer bem como o sistema funciona e orientar seus funcionários a seguirem as normas e procedimentos adequados na construção.

Algumas instituições foram consultadas a fim de coletar informações acerca da mão de obra no mercado da construção amapaense, como o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Amapá (CAU-AP), o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá (CREA-AP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá (SINDUSCON-AP) e o Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Amapá (STICC-AP). Foram solicitados dados sobre cursos ministrados na área de alvenaria estrutural, profissionais registrados nos respectivos Conselhos com capacidade técnica e obras registradas utilizando o sistema construtivo alvenaria estrutural.

Foi possível constatar que não há promoção de treinamento e qualificação voltadas especificamente para a alvenaria estrutural. No manuseio com blocos de concreto, os pedreiros são treinados de forma geral e os que são contratados para trabalhar em obras com blocos de concreto acabam aprendendo de forma empírica, contudo, em grande parte com técnicas e ferramentas não adequadas.

Com relação a obras e profissionais registrados nos Conselhos, o CAU-AP informou que possui um arquiteto que declarou ter frequentado curso específico sobre alvenaria estrutural e, ainda, há um Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) de obra em alvenaria estrutural no Estado.

O CREA-AP informou que os profissionais da modalidade de engenharia civil possuem atribuição para executar atividades na área de alvenaria estrutural e que no período de 2014 a 12 de fevereiro de 2017 foram cadastradas 150 (cento e cinquenta) anotações de responsabilidade técnica (ARTs) nessa área.

Percebe-se que há poucos profissionais com capacitação no tema disponíveis no Amapá, o que acaba onerando mais a execução de uma obra de alvenaria estrutural com blocos de concreto, pois o proprietário necessita contratar profissionais de fora do Estado a custos maiores para elaboração e acompanhamento da obra, bem como, a promoção de cursos para pedreiros e ajudantes após a contratação.

Uma das atividades importantes que é competência do profissional de arquitetura é a elaboração do projeto arquitetônico, onde será abordada todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de um projeto.

### 3 PROJETO ARQUITETÔNICO

Projetar é uma produção criativa, exige do arquiteto disciplina e um processo de trabalho, porém não linear, não como um manual de instruções. Exige a poética da profissão, inspirações e desejos. A produção arquitetônica é única, impessoal e deve prevalecer o significado de concepção.

Como bem destaca o professor Gustavo Tenca:

Projetar é livre, porém alguns elementos são tidos como fundamentais à prática, como entender o local e as condições climáticas, levar em consideração o terreno onde será implantado e o entorno. Questões funcionais, como o programa de necessidades, a função e usos do edifício e a relação das pessoas que vão utilizar o espaço. Outros aspectos técnicos também são importantes para o processo de projeto, as soluções estruturais, sistemas de vedação, aberturas, materiais e acabamentos. Tudo somado para viabilizar o projeto e tornar aquele desenho uma realidade em escala 1:1.

### 3.1 LOCALIZAÇÃO E MEDIDAS DO TERRENO

O terreno possui a medida de 36m de frente por 30m de fundo, localizado na Avenida Stephan Houat, totalizando uma área de 1.080m<sup>2</sup>.

Na área onde será construída a edificação de seis pavimentos, possui vegetação de capoeira composta por gramíneas e arbustos baixos. Conforme observa-se na figura 37.



**Figura 37 - Terreno do projeto. Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na figura 38, percebe-se a imagem por satélite da localização extraída do sítio eletrônico *Google Earth*:

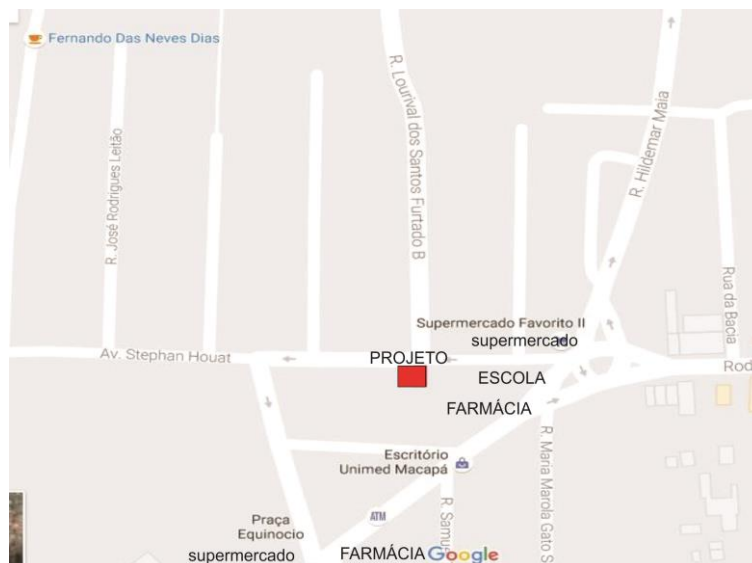


**Figura 38 - Localização do terreno com imagem de satélite. Fonte: Google Earth, acesso em: 14.12.2016.**

A área destacada em amarelo, corresponde ao terreno onde será construída a edificação.

### 3.2 DIAGNÓSTICO DO LOCAL

No levantamento de informações sobre o entorno do lote, foi encontrado vários equipamentos, conforme representados na figura 39.



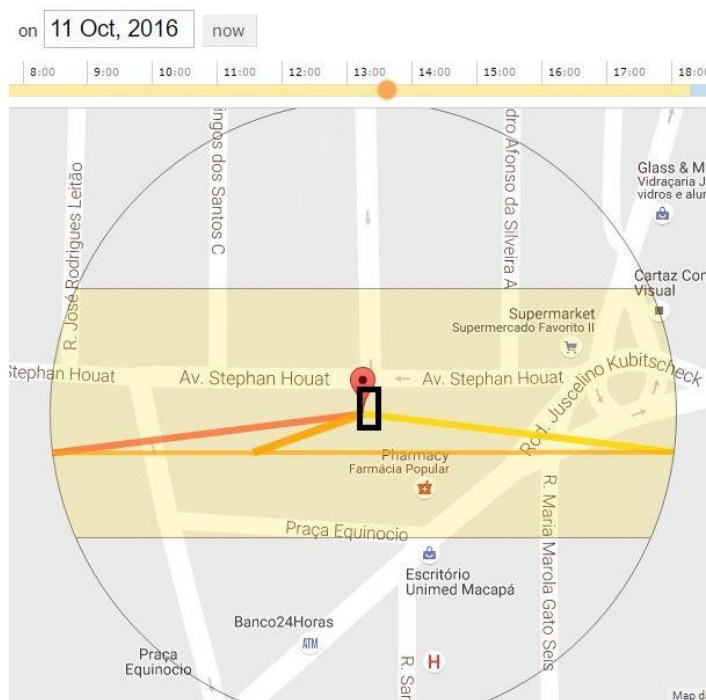
**Figura 39 - O entorno do terreno. Fonte: Google Earth, acesso em: 14.12.2016.**

Observando a figura acima, notamos que o terreno está em uma área muito movimentada, próximo a escolas, supermercados, farmácias, hospitais, etc. Essa análise se faz necessária para que os impactos ocasionados com construção do edifício e com o funcionamento do empreendimento gere o menor transtorno possível para o entorno.

### 3.3 INSOLAÇÃO

No período de janeiro a julho, a frente do terreno, que está votada para o norte terá incidência solar o dia todo. De agosto à dezembro, a incidência solar é na parte sul o dia todo, e incidirá na parte de trás do terreno. Pela parte da manhã a insolação ocorre na lateral esquerda do terreno e na parte da tarde na lateral direita.

Com o estudo da insolação, será possível ter um maior aproveitamento da eficiência energética da edificação, conseqüentemente melhor conforto térmico e redução do consumo de energia elétrica. A insolação está representada na figura 40.



**Figura 40 - Representação da insolação. Fonte: Suncalc.net, acesso em: 22.12.2016.**

### 3.4 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO – LEI COMPLEMENTAR N° 026/2004-PMM E LEI COMPLEMENTAR N° 029/2004-PMM, DE 24 JUNHO DE 2004

A Lei Complementar n° 026/2004, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Macapá.

O Plano Diretor constitui o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana do Município de Macapá. Estabelece as diretrizes e regras fundamentais para a ordenação territorial e para que a propriedade urbana cumpra a sua função social.

A Lei Complementar n° 029/2004, institui as Normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Macapá.

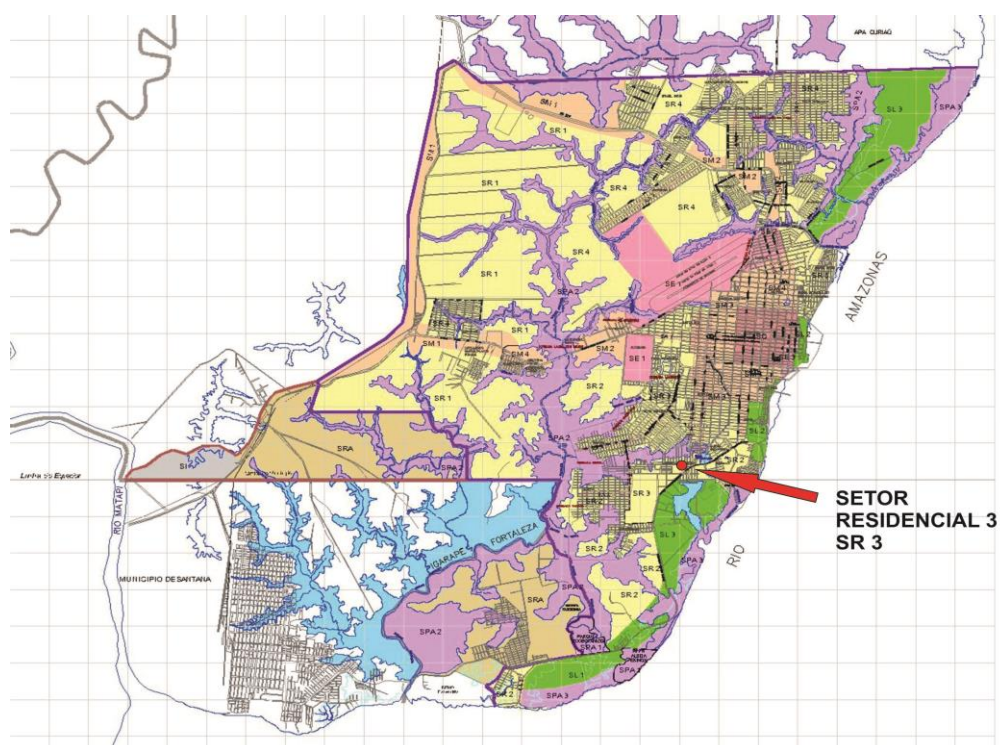


### 3.4.1 Localização do terreno – Zona Urbana de Macapá

A zona urbana de Macapá pelo Plano Diretor foi dividida em sete subzonas urbanas conforme o artigo 80.

O terreno do projeto está inserido na Subzona de Ocupação Prioritária SPO, fazendo limite com a Subzona de fragilidade Ambiental SFA.

Analisando as Normas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Macapá, essa zona de transição no qual o terreno está inserido faz parte do Setor Residencial 3 no Eixo de Atividades 1 – EA1, que corresponde a toda extensão da Rua Santos Dumont até a Avenida Equatorial. Sendo que o terreno está localizado no término da Rua Santos Dumont.



**Figura 41 - Representação da setorização urbana. Fonte: Lei Complementar 029/2004.**

A indicação da seta em vermelho refere-se a localização do terreno no mapa da setorização urbana de Macapá. Onde indica que o terreno está inserido no Setor Residencial 3 – SR 3.



### **3.4.2 Usos e Atividades para o Setor Residencial 3 – SR3 e EA1**

Segundo a Lei Complementar 029/2004 que instituiu o uso e ocupação do solo, as atividades econômicas ou não que poderão fazer uso de ocupação do solo são classificadas conforme os níveis de impactos ambientais e de vizinhança ocasionados pelo projeto.

O projeto apresentado nesse trabalho, conforme estudo da Lei complementar representa um grau de nível 3, correspondendo as seguintes características, no qual a lei complementar 029/2004 apresenta as seguintes características:

- a) Desenvolvidos em unidades de pequeno, médio e grande porte;
- b) Convivência com o uso residencial e meio ambiente urbano com restrições;
- c) Funcionamento submetido ao licenciamento com consulta prévia aos órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela circulação viária.

### **3.4.3 Estacionamento**

Para se ter o máximo aproveitamento do sistema em alvenaria estrutural do prédio, optou-se pela não utilização do subsolo, nem do sistema em concreto armado (pilotis) para fazer o estacionamento. A opção escolhida devido ao tamanho do terreno de 1.080 m<sup>2</sup> foi projetar o estacionamento ao lado do edifício de seis pavimentos utilizando o sistema construtivo pré-moldados. Para tanto foi seguida a Lei Complementar 029/2004 no qual estabelece o mínimo de uma vaga por sala comercial.

### 3.5 PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ DIMENSIONAMENTO

O programa de necessidade é a relação de todos os cômodos, ambientes, ou elementos arquitetônicos previstos para o edifício.

Considerando o projeto arquitetônico que está sendo analisado neste trabalho, tem-se o seguinte programa simplificado:

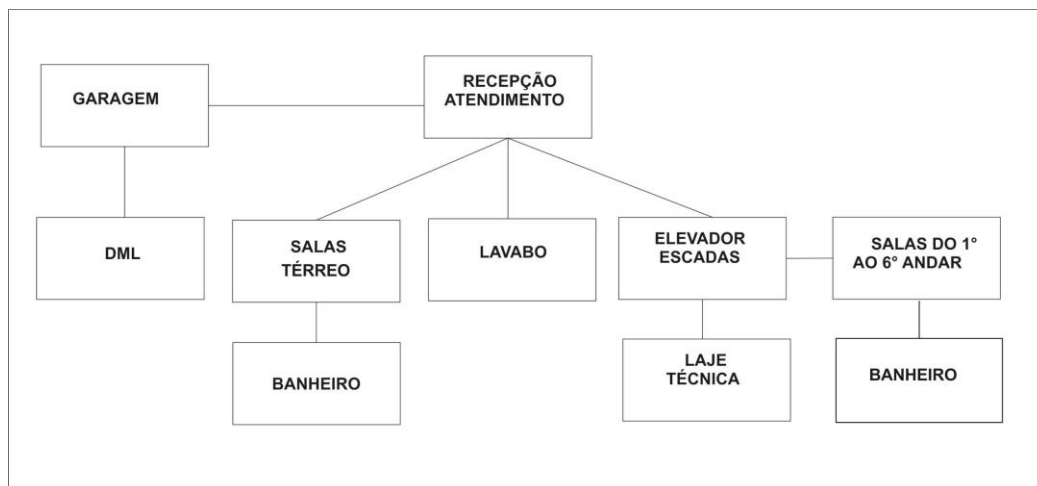
- Tema: Edifício comercial
- Recepção.....22,0m<sup>2</sup>
- Lavabo da recepção.....2,4m<sup>2</sup>
- Depósito de material de limpeza – DML.....4,5m<sup>2</sup>
- 28 salas multifuncionais.....35,0m<sup>2</sup>
- 28 banheiros.....2,4m<sup>2</sup>
- Elevador.....3,0m<sup>2</sup>
- Laje técnica.....60,0m<sup>2</sup>
- 28 garagens.....12,5m<sup>2</sup>

O programa de necessidade também conhecido como programa de arquitetônico, recebe muita influência do investidor do projeto, pois nesse momento o arquiteto recebe todas as informações do proprietário com relação aos seus anseios.

### 3.6 FLUXOGRAMA

As relações funcionais de maior ou menor intimidade, ou de afinidades, podem ser expressas de maneira gráfica, num diagrama com as respectivas ligações, indicando o grau de intimidade entre elas. Esse diagrama é denominado de funcionograma.

O fluxograma consiste no diagrama das reações funcionais dos elementos do programa, representado na figura gráfica 42.



**Figura 42 – Fluxograma. Fonte: Elaborado pelo autor.**

A recepção demonstrada na figura acima é o ambiente representado no funcionograma que possui ligação com todos os outros ambientes. O banheiro é um ambiente privativo de cada sala.

### 3.7 ATENDIMENTO DO PROJETO A LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ

Após o estudo da legislação para o Uso e Ocupação do Solo no município de Macapá, e a definição do partido arquitetônico, é necessário checar se o projeto obedece todas as normas para a aprovação dos órgãos competentes.

No quadro abaixo é apresentado as normas para a ocupação da área no Setor Residencial 3 – RS3, e as informações referente ao projeto apresentado nesse trabalho.

A intensidade de ocupação corresponde aos valores máximos determinados para cada área de ocupação.

Quadro 2 –Intensidade de ocupação.

SETOR	DIRETRIZES PARA INTENSIDADE DE OCUPAÇÃO	PARÂMETROS PARA OCUPAÇÃO DO SOLO					
		CAT máximo	Altura Máxima da Edificação (m)	Taxa de Ocupação Máxima	Taxa de Permeabilização Mínima	Afastamentos Mínimos	
						Frotal	Lateral e fundos
Residencial 3 – SR3	Média densidade Verticalização média (*)	1,0 (a) ou 1,5 (b) ou 2,0 (c)	23	60%	20%	3,0 ou 0,2 x H (d)	1,5 ou 2,5 (e) ou 0,3 x H (d)
Eixos de Atividades 1 e 2 – EA1 e EA2				70%	15%		
Localização do projeto	Ok	Total de área construída 2.150m <sup>2</sup> Dividido pela área do terreno 1.080m <sup>2</sup> = CAT = 1.99	23	Área construída 650m <sup>2</sup> Dividido pela área do terreno 1.080m <sup>2</sup> = 0,60 x 100 = 60%	25%	3,0	1,5

Notas:

(\*) condicionada à implantação de instalações coletivas de saneamento básico

(a) CAT básico, conforme previsto no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

(b) CAT máximo com aplicação da outorga onerosa do direito de construir, conforme previsto no Plano diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

(d) H= altura da edificação

(e) para ocupação horizontal encostado em 1 (uma) das divisas.

Fonte: Lei Complementar 029/2004.

Na tabela acima é observado todos os parâmetros para a ocupação do lote no Setor Residencial 3 (SR3), no Eixo de Atividades 1 (EA1), como: coeficiente de aproveitamento do terreno máximo - CAT máx., altura máxima da edificação, taxa de ocupação máxima, taxa de permeabilidade mínima e os afastamentos mínimos.

### 3.8 MEMORIAL DESCRITIVO

O Memorial descritivo é o documento que descreve os materiais que serão utilizados no projeto. Este documento serve de base para a compra dos materiais e para a execução da obra.

Alguns itens que devem conter no memorial descritivo: localização da obra; dados do proprietário; detalhe de cada etapa da construção; tipo de alvenaria; acabamento; conceituação do projeto; normas adotadas para a realização dos cálculos; premissas básicas adotadas durante o projeto; objetivos do projeto; detalhamento de materiais empregados na obra ou no produto; demais detalhes que pode ser importantes para o entendimento completo do projeto.

Tudo de acordo com a Norma de Desempenho, NBR 15575:2013, a qual estabelece parâmetros técnicos para vários requisitos importantes de uma edificação, como desempenho acústico, desempenho térmico, durabilidade, garantia e vida útil, e determina um nível mínimo obrigatório para cada um deles.

### **3.8.1 Fundações**

Serão utilizadas fundações do tipo radier no edifício das salas comerciais e no edifício garagem será utilizada fundações pré-moldadas. Nessa fundação pré-moldada já contém o local exato para receber o encaixe dos pilares e vigas.

### **3.8.2 Sistemas construtivos**

O sistema construtivo utilizado para o edifício das salas comerciais será o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

No edifício garagem será utilizado o sistema construtivo de concreto pré-moldado.

### **3.8.3 Revestimento da alvenaria**

O revestimento da alvenaria será realizado com gesso na parte interna da edificação e reboco com aditivo impermeabilizante na parte externa. O edifício garagem terá alvenaria aparente com bloco de concreto.

### **3.8.4 Revestimento do piso**

Porcelanato esmaltado 60X60cm com junta de 2mm para todo o edifício comercial. O revestimento do piso no estacionamento será de concreto polido.

### **3.8.5 Revestimento do teto**

Os ambientes do prédio comercial serão revestidos com gesso, e o edifício garagem não terá forro, ficando a laje e as instalações elétricas e hidráulicas aparentes.

### **3.8.6 Pintura**

Tinta acrílica nas cores branco e bege.

### **3.8.7 Esquadrias**

Esquadrias em alumínio, na cor branca e os vidros tipo laminado espelhado.

### **3.8.8 Elevador**

Elevador panorâmico, com vidro fixo no lado oposta da porta.

### **3.8.9 Sistema de refrigeração**

O sistema de refrigeração central, com distribuição para os ambientes por meio de dutos metálicos.

### **3.8.10 Sistema de iluminação**

O sistema de iluminação será composto de luminárias LED.

### **3.9.11 Molduras externas**

Todo o acabamento externo das fachadas do edifício das salas comerciais deverão receber molduras em PVC, seguindo o modelo neoclássico.

### **3.9.12 Calçamento externo**

Parte da calçada frontal e lateral deverá ser executada com pavimento tipo pisograma, para facilitar a permeabilidade do solo.

## **3.10 MEMORIAL JUSTIFICATIVO**

O projeto foi elaborado para comprovar a viabilidade econômica na construção de edifícios no estado Amapá, utilizando o sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Segundo Eng. Arnaldo Wendler (2009), o sistema em alvenaria estrutural atinge um grau máximo de economia, quando não faz uso de outros sistemas construtivos no mesmo projeto.

Baseado nos ensinamentos do Eng. Arnaldo Wendler, foi elaborado um projeto totalmente em alvenaria estrutural, sem subsolo. Para cumprir as determinações do Uso e Ocupação do Solo com relação ao número mínimo de vagas de garagem, foi desenvolvido um projeto de um edifício garagem ao lado da edificação.

O edifício garagem não fará parte do estudo da estiva de custo, pois ele foi elaborado com o sistema construtivo de concreto pré-fabricado.

Na sequência serão apresentados a planta baixa, elevações e a maquete eletrônica do projeto elaborado.





Figura 43 – Planta baixa com layout. Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 44 – Elevação principal. Fonte: Elaborado pelo autor.



**Figura 45 – Imagem digital vista lateral leste/frontal. Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 46 – Imagem digital vista lateral oeste/frontal. Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 47 – Imagem digital vista frontal. Fonte: Elaborado pelo autor.**

#### **4 CUSTO DO SISTEMA EM CONCRETO ARMADO (CONVENCIONAL) EM COMPARAÇÃO AO SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

O custo do sistema de concreto armado em comparação ao de alvenaria estrutural será realizado através da metodologia de estimativa de custos diretos. Para isso será utilizado o Custo Unitário Básico (CUB) para estimar o custo global do edifício em concreto armado. Desse valor global será subtraído um percentual que corresponderá ao valor global para a execução do edifício em alvenaria estrutural.

##### **4.1 CUSTO UNITÁRIO BÁSICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Através do CUB pode-se calcular o custo global de uma construção a partir das áreas equivalentes em áreas de custo padrão e da semelhança do empreendimento com um projeto-padrão definido pela norma.

De acordo com a cartilha desenvolvida pelo Sindicato da Indústria da Construção do Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG) o CUB teve origem através da Lei Federal nº 4.591 de 16 de dezembro de 1964. O principal objetivo do CUB/m<sup>2</sup>, conforme esta publicação é “...disciplinar o mercado da incorporação

imobiliária, servindo como parâmetro na determinação dos custos dos imóveis”; porém, devido à credibilidade alcançada, “...a evolução relativa do CUB/m<sup>2</sup> também tem sido utilizada como indicador macroeconômico dos custos do setor da construção civil”. (SINDUSCON-MG, 2007)

A Cartilha do SINDUSCON-MG afirma, ainda, que em decorrência disso foi definida a NBR 140:1965 a qual regula a avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínios, sendo que sua última revisão ocorreu em 2006 com a introdução de novos projetos-padrão e novo lote básico.

A norma NBR 12721: 2006 estabelece o cálculo de custo de construção através do CUB, indicando os seguintes passos:

- a) Seleção do projeto padrão que mais se assemelha ao do empreendimento;
- b) Utilização do valor do custo unitário básico (CUB), para o projeto padrão selecionado, que é divulgado no Sindicato da Construção na região em que o empreendimento será construído;

Soma dos seguintes valores:

- c)  $CUB \times \sum$  áreas equivalentes à área de custo padrão;
- d) Valor de todas as demais despesas não incluídas no cálculo do custo unitário básico, com a inclusão, no mínimo dos seguintes itens: fundações especiais, elevadores, equipamentos e instalações, playground, obras e serviços complementares, etc.

Os projetos-padrões são aqueles selecionados para representar os diferentes tipos de edificações, variando o número de pavimentos, números de dependências por unidade, áreas equivalentes à área de custo padrão privativas das unidades autônomas, padrão de acabamento da construção e o número total de unidades (NBR 12721:2006).

O quadro abaixo mostra os projetos-padrão utilizados no cálculo do CUB/m<sup>2</sup>.

**Quadro 3 - Caracterização dos projetos: padrão da NBR 12721:2006 (adaptado de SINDUSCON-MG, 2007)**

RESIDENCIAIS	Padrão	Sigla	Pavimentos	N apart./tipo	Dormitórios
Residência unifamiliar	Baixo	R1-B	1	1	2
	Normal	R1-N	1	1	3
	Alto	R1-A	1	1	4
Residência Popular		RP1Q	1	1	1
Projeto de Interesse Social		PIS	Térreo + 4	4	2
Prédio Popular	Baixo	PP-B	Térreo + 3	4	2
	Normal	PP-N	Pilotis + 4	4	3
Residência Multifamiliar (R8)	Baixo	R8-B	Térreo+7	4	2
	Normal	R8-N	Garagem + Pilotis + 8	4	3
	Alto	R8-A	Garagem + Pilotis + 8	2	4
Residência Multifamiliar (R16)	Normal	R16-N	Garagem + Pilotis + 16	4	3
	Alto	R16-A	Garagem + Pilotis + 16	2	4
COMERCIAIS	Padrão	Sigla	Pavimentos	salas/tipo	
Comercial: salas e lojas (CSL-8)	Normal	CSL-8	Garagem + Pilotis + 8	8 salas/tipo	
	Alto	CSL-8	Garagem + Pilotis + 8	8 salas/tipo	
Comercial: salas e lojas (CSL-16)	Normal	CSL-16	Garagem + Pilotis + 16	8 salas/tipo	
	Alto	CSL-16	Garagem + Pilotis + 16	8 salas/tipo	
Comercial: andares livres	Normal	CAL-8	Garagem + Pilotis + 8	Andar livre	
	Alto	CAL-8	Garagem + Pilotis + 8	Andar livre	
Galpão Industrial		GI	1	-	

Fonte: SINDUSCON-MG (2007).

Segundo a mesma norma as áreas equivalentes à área de custo padrão são a soma das áreas cobertas-padrão e áreas equivalentes.

As áreas cobertas-padrão são medias de superfície de dependências cobertas, incluindo as superfícies das projeções de paredes de pilares e demais elementos construtivos, que possuem áreas de padrão de acabamento semelhantes às respectivas áreas de projetos-padrão (NBR 12721: 2006).

Já as áreas equivalentes são áreas virtuais cujo custo da construção é equivalente ao custo da respectiva área real, utilizada quando este custo é diferente do custo unitário básico da construção adotado como referência. Pode ser, conforme o caso, maior ou menor que a área real correspondente, utilizando, para a

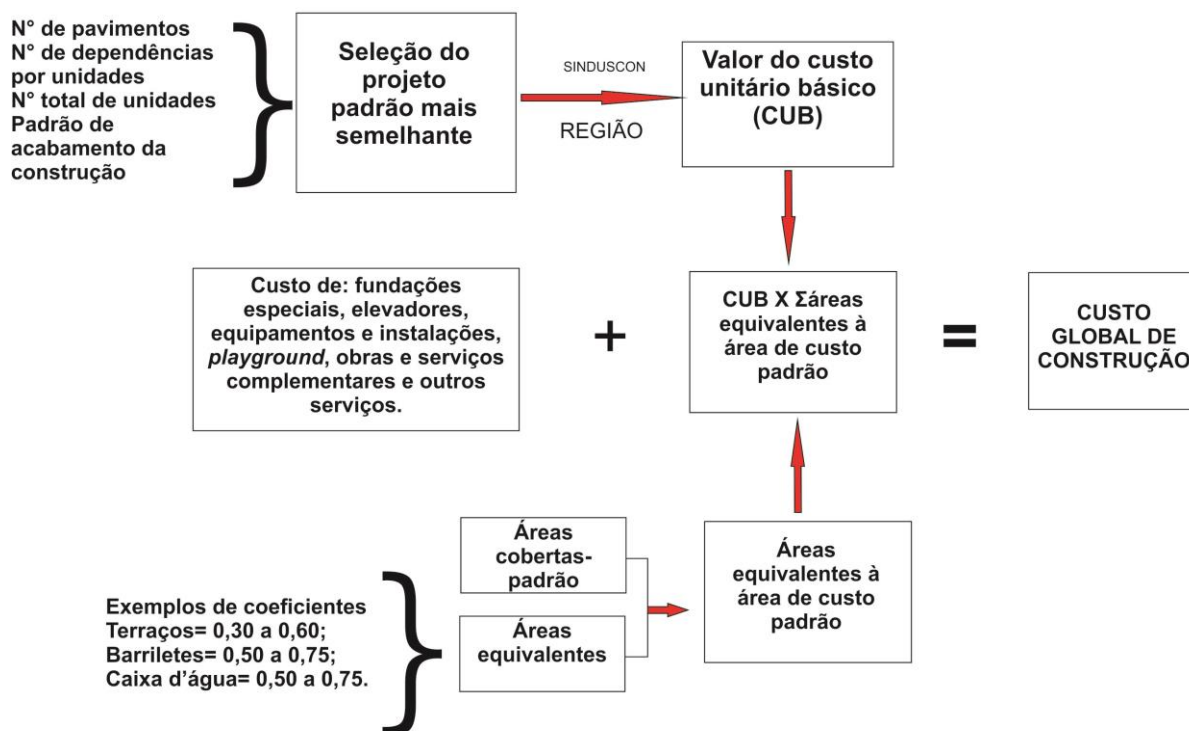
transformação, um coeficiente multiplicado pela área do ambiente, que não possua mesmo valor que área coberta-padrão (NBR 12721: 2006).

Apesar de a norma recomendar que os coeficientes sejam calculados pelas empresas, com base em seus próprios projetos, ela indica, como referência, os seguintes coeficientes médios para o cálculo da equivalência:

- a) Garagem (subsolo)= 0,50 a 0,75;
- b) Área privativa (unidade autônoma padrão) = 1,00;
- c) Área privativa salas com acabamento= 1,00;
- d) Área privativa salas sem acabamento= 0,75 a 0,90;
- e) Área de loja sem acabamento= 0,40 a 0,60;
- f) Varandas= 0,75 a 1,00;
- g) Terraços ou áreas descobertas sobre lajes= 0,30 a 0,60;
- h) Área de projeção do terreno sem benfeitoria= 0,00;
- i) Área de serviço – residência unifamiliar padrão baixo (aberta)= 0,50;
- j) Barrilete= 0,50 a 0,75;
- k) Caixa d'água= 0,50 a 0,75; e
- l) Piscinas, quintais, etc.= 0,50 a 0,75.

A figura a seguir retrata o fluxo esquematizado que deve ser considerado para o cálculo do custo global de construção com base no CUB e atendendo os padrões estabelecidos na norma.





**Figura 48 - Esquema de cálculo do Custo Global de Construção, adaptado da NBR 12721:2006.**

Seguindo esse fluxo, fica possível estimar o custo global de construção, tendo como principal referência o CUB/m<sup>2</sup> da região fornecido pelo SINDUSCON de cada Estado.

#### 4.2 PERCENTUAL DE ECONOMIA DO SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL EM RELAÇÃO AO CONCRETO ARMADO (CONVENCIONAL)

Um dos pontos principais para o proprietário da obra é o custo-benefício que o projeto apresentado pelo profissional contratado, seja o arquiteto ou o engenheiro, vise uma execução racional dos recursos.

Com o aprimoramento da técnica de projetos e da execução das obras, o modelo em alvenaria estrutural, observou-se quais são os projetos em que o investidor pode obter a máxima rentabilidade. Conforme a tabela apresentada pelo Eng. Arnoldo Wendler (2009).

**Quadro 4 - Percentual de economia de edifícios em alvenaria estrutural**

<b>Economia</b>	<b>Característica da Obra</b>
25 a 30 %	04 Pavimentos
20 a 25 %	07 Pavimentos sem pilotis com alvenaria não armada
15 a 20 %	07 Pavimentos sem pilotis com alvenaria armada
12 a 20 %	07 Pavimentos com pilotis
10 a 15 %	12 Pavimentos sem pilotis
8 a 12 %	12 Pavimentos c/ pilotis, térreo e subsolo em concreto armado
4 a 6 %	18 Pavimentos c/ pilotis, térreo e subsolo em concreto armado

Fonte: Engº Arnoldo Wendler, Sinduscom/Goiás (2009).

No quadro acima é observado que o sistema em alvenaria estrutural apresenta maior viabilidade econômica com relação ao sistema de concreto armado, quando o projeto é desenvolvido para edifícios sem a execução de estruturas de transição, ou seja, a utilização de dois sistemas construtivos diferentes.

Nesse sentido, a engenheira calculista Heloisa Martins Maringoni, coaduna que a modulação e a racionalização do projeto são as essências de uma obra feita em alvenaria estrutural, e é exatamente a presença da integração entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico das edificações que gera uma economia em torno de 25% a 30% no custo total da obra segundo o arquiteto Carlos Alberto Tauil, membro do conselho da ABCI –Associação Brasileira da Construção Industrializada (Revista Técnica nº 24).

O resultado técnico e financeiro do uso da alvenaria estrutural está condicionado à atenção com alguns pontos críticos durante as etapas de projeto e de execução. A concepção, por exemplo, deve considerar não apenas a viabilidade



estrutural, mas também a integração entre os subsistemas, arquitetura, estrutura e instalações. Conforme alerta Parsekian:

Se o projeto não for pensado como um todo, compatibilizando arquitetura com a coordenação modular oferecida pelos blocos, se as instalações não estiverem previamente resolvidas e detalhadas no projeto, o sistema construtivo não irá funcionar.

Ao tema, acrescenta ainda, o engenheiro civil Arnaldo Wendler:

O mais importante na fase de projetos é a compatibilização entre todas as suas modalidades e também entre o projeto total, a construtora e o empreendedor. O projeto deve representar a viabilidade financeira do empreendedor, a viabilidade executiva da construtora e atender a todos os aspectos normativos do sistema, principalmente a norma de desempenho NBR 15.575.

Outro ponto fundamental é o uso de blocos estruturais, de alta resistência e com uniformidade dimensional. A alvenaria estrutural pode ser executada com bloco de concreto, cerâmico e sílico-calcário. A opção por um ou outro material depende da análise de uma série de fatores, como disponibilidade e distância do fornecedor dos blocos, necessidade de altas resistências para edifícios, escolha de algum modelo específico e custos. A alvenaria estrutural é normatizada por um conjunto de textos, como a NBR 15.961:1994 - Alvenaria Estrutural: Blocos de Concreto, já mencionada anteriormente neste trabalho.

A entrada em vigor da NBR 15.575:2013 - Edificações Habitacionais - Desempenho trouxe algumas novidades para o projeto e execução de estruturas de unidades habitacionais de modo geral. Entre elas, a determinação de parâmetros de resistência estrutural, resistência ao fogo, estanqueidade e desempenho térmico e acústico.

As normas existentes de projeto e execução que tratam da alvenaria estrutural de blocos de concreto apresentam especificações que garantem os requisitos de segurança estrutural da NBR 15.575. Em particular em relação à resistência a impactos de corpo mole e corpo duro, a alvenaria estrutural com blocos de concreto é dispensada da realização deste ensaio, como descreve o item 7.4, da parte 2, da NBR 15.575-2 que dispensa da verificação desse requisito as estruturas projetadas de

acordo com uma lista de normas, e na qual se encontra a NBR 15.961, que trata de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.

#### 4.3 COMPARATIVO DOS CUSTOS

A estimativa do custo do projeto proposto nesse trabalho terá como base, o custo CUB/m<sup>2</sup> do SINDUSCON do Amapá, em que pese, a última atualização realizada foi em dezembro de 2015 para encontrar o valor aproximado da edificação no sistema construtivo de concreto armado.

Segundo Ramalho Corrêa (2003), nos custos usuais, o acréscimo de custo para produção da alvenaria estrutural compensa com folga a economia que se obtém com a retirada dos pilares e vigas.

Entretanto, é necessária que se atente para alguns detalhes importantes para que a situação não se inverta, passando a ser a alvenaria um processo mais oneroso para a produção da estrutura, Porém para a execução de alvenaria estrutural gera a necessidade de profissionais qualificados coisa que em nossa região a quantidade desses profissionais ainda é baixa, o que pode onerar economicamente o empreendimento. Outro modo para redução de custo é a utilização de blocos de concreto de várias resistências a compressão, a resistência dos blocos diminui à medida que sobem os andares, o mesmo acontece com o graute, a medida de sobem os andares sua resistência também diminui.

A figura abaixo representa o valor global do projeto para o sistema em concreto armado.

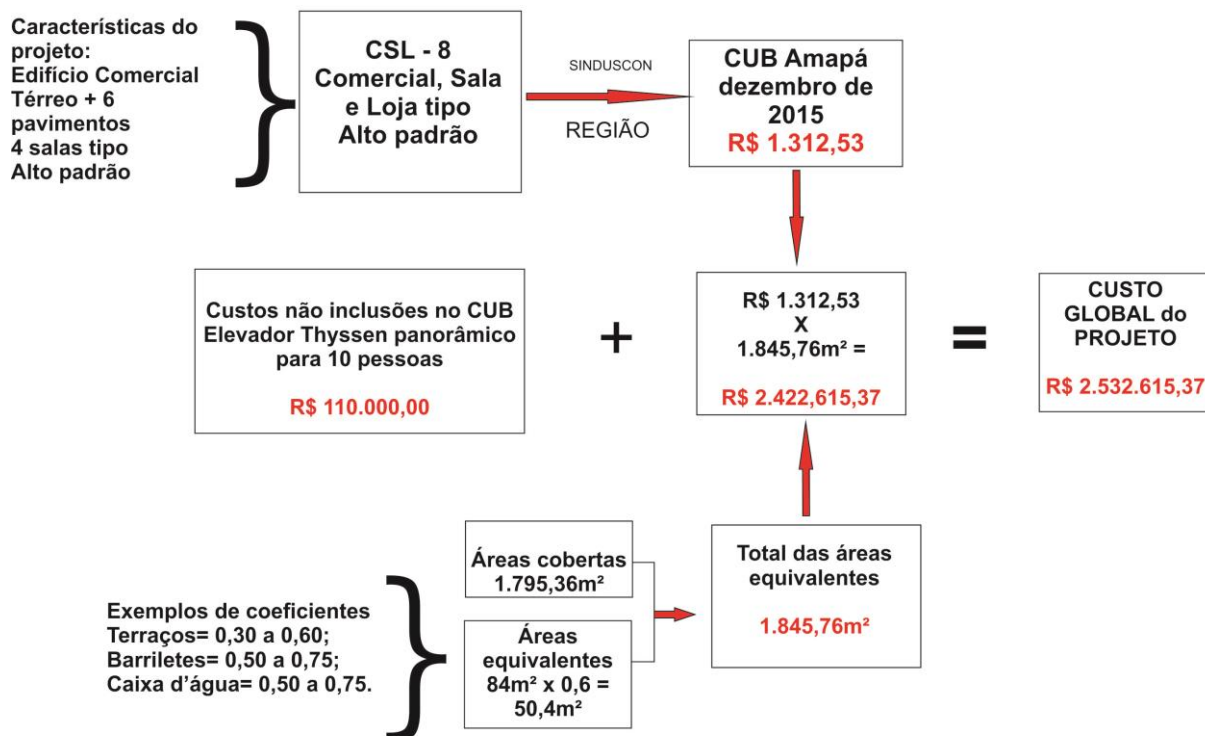


Figura 49 – Cálculo do Custo do projeto em concreto armado, adaptado da NBR 12721:2006.

Considerando que o custo global do projeto foi de R\$ 2.532.615,37 para o sistema em concreto armado, agora para determinar o custo do sistema em alvenaria estrutural será subtraído o valor de 20% desse total conforme a tabela 2 apresentada pelo o eng. Arnaldo Wendler.

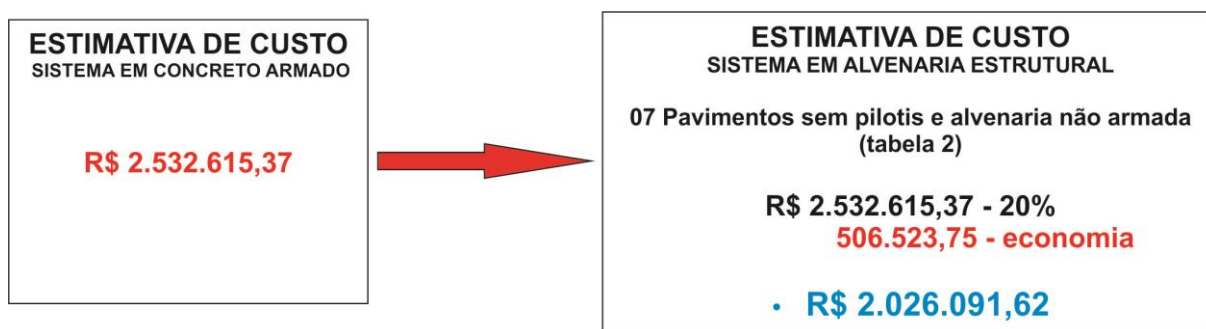


Figura 50 - Cálculo do Custo do projeto em alvenaria estrutural. Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura acima destaca a diferença nos custos do mesmo projeto construído em dois sistemas diferentes, ou seja, o mesmo projeto em concreto armado, sendo construído com o sistema em alvenaria estrutural corresponderá a uma economia de mais de R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais) para o investidor.

Para atender a esta demanda e proporcionar qualidade, com menor custo, a alvenaria estrutural é a alternativa mais indicada, pois, além de sua sustentabilidade, principalmente em relação aos sistemas construtivos convencionais que utilizam muito mais materiais, geram muito resíduos, a alvenaria estrutural não possui pilares nem vigas reduzindo o gasto com forma e aço e agredindo muito menos o meio ambiente.

## CONCLUSÃO

O sistema construtivo que utiliza a alvenaria estrutural com blocos de concreto, oferece solução eficaz testada em empreendimentos públicos e privados há mais de três décadas, no Brasil e que ao longo desse tempo evoluiu extraordinariamente. Hoje, grandes construtoras recorrem ao sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto para imprimir métodos produtivos industrializados, diminuir cronograma, garantir custos e qualidade.

O desenvolvimento técnico do sistema inclui completa normalização dos materiais (blocos), produzidos com garantia de resistência e uniformidade, por exemplo, e dos serviços envolvidos (projeto, construção da estrutura, execução de instalações e acabamento). A somatória desses elementos montou o alicerce para o enorme salto técnico-econômico no sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Estudos realizados por especialistas em construção comprovam que a alvenaria estrutural com blocos de concreto permite reduzir o custo das obras em até 30% (em torres de até quatro pavimentos) e 15% (em torres de até 20 pavimentos), com ganhos ambientais, por praticamente não gerar rejeitos de canteiro e quase não utilizar fôrmas e escoras de madeira.

Todos os sistemas construtivos possuem vantagens e desvantagens, o importante é que o profissional, incluindo o arquiteto, do projeto tenha capacidade técnica para definir o sistema construtivo mais apropriado para a construção, ou seja, o sistema construtivo que traga mais benefícios físicos-financeiros para o investidor.

A análise de todos os aspectos deve ser considerada na tomada de decisão sobre o método que será empregado. Analisando-se a fundo as fases de projeto, obra, o uso e também as condições econômicas e ambientais. Deve-se fazer a escolha do método construtivo mais adequado.

Foi possível constatar no decorrer desse trabalho que é necessário a integração total entre todos os participantes das equipes envolvidas, desde a etapa de concepção do projeto, entre o arquiteto e o engenheiro estrutural calculista, até a fase construtiva da edificação, quando estão envolvidos os engenheiros responsáveis pela execução do projeto e os encarregados técnicos

de todas as instalações. Portanto, nos projetos de alvenaria estrutural é fundamental que ocorra integração, pois o resultado final é baseado na inter-relação dos diversos projetos e na harmonia do conjunto.

Uma das principais condicionantes da viabilidade econômica do sistema em alvenaria estrutural é a disponibilidade no mercado amapaense dos materiais que serão empregados no projeto, ou seja, a existência de fábricas de blocos de concreto que garantam e comprovem a qualidade do produto.

Na pesquisa realizada, somente uma fábrica-produtora de blocos de concreto foi encontrada no estado do Amapá. A fábrica encontrada tem o nome de Comblocos Indústria, Comércio e Serviço LTDA., e foi utilizada como referência nesse trabalho. Durante o trabalho ficou claro que a mesma apresenta os requisitos necessários para a produção de produtos com qualidade, sendo que todo o processo produtivo e da comprovação da qualidade está localizado no capítulo 3.2 desse trabalho.

Outro ponto crucial, abordado nesse trabalho, que compromete a viabilidade econômica dos projetos em alvenaria estrutural no estado do Amapá, é falta de mão de obra qualificada, o que compromete parcialmente a viabilidade técnica do sistema, tanto para a elaboração de projetos arquitetônicos, estruturais, etc., quanto para a execução da obra. Esse fator também influencia no custo da obra, pela necessidade de contratação de profissionais de fora do Estado. A desqualificação da força de trabalho tem afetado todos os setores na construção civil, principalmente, as áreas que exigem melhor conhecimento por parte dos trabalhadores, nesse caso específico do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

A presente pesquisa conclui que o estado do Amapá, ainda precisa avançar bastante com relação ao desenvolvimento da técnica construtiva para que a execução dos sistemas em alvenaria estrutural alcancem grau considerável de viabilidade econômica, ressaltando que apesar de toda carência, hoje é possível a execução de edifícios em alvenaria estrutural no estado do Amapá.

Portanto, a hipótese apresentada para essa pesquisa de que “o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto ainda não foi e não é utilizado no estado do Amapá devido à falta de empresas produtoras de blocos de concreto com a qualidade comprovada e também pela falta de profissionais com o conhecimento mais aprofundado no assunto” foi parcialmente comprovada, pois há

uma empresa produtora de bloco estrutural no Estado, a mão de obra capacitada apresentou uma carência maior.

A sugestão para que haja o desenvolvimento da técnica construtiva no Amapá é que as Instituições voltadas para esse segmento, como o SENAI, SINDUSCON-AP, STICC-AP e os conselhos CAU-AP e CREA-AP promovam ações direcionadas para a divulgação e treinamento de práticas construtivas, não só na utilização de alvenaria estrutural, mas de todos os sistemas construtivos industriais, que possam de alguma forma melhorar a produtividade, rentabilidade e a consciência ambiental na execução das obras no estado do Amapá.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta.** In: Globo Ciência. 2013. Disponível em: [matéria-prima-do-planeta.html](#)>. Acesso em 10 de janeiro de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118: **Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria: método para ensaio.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Edificações Habitacionais: Desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: **Alvenaria Estrutural: Blocos de Concreto Parte 1: Projeto.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6492: **Representação de projetos de arquitetura.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8798: **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721: 2006. **Estabelece o cálculo de custo de construção através do CUB.** 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 140:1965. **Dispõe sobre a avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínios.**

DIAS, L. A. M. **Edificações de Aço no Brasil.** Zigurate Editora. 2002.

DIGIMESS **instrumentos de precisão:** paquímetro digital. Disponível em: <http://www.digimess.com.br/categorias/paquimetros-digitais.html>. Acesso em: 04 de dezembro de 2016.



FARIA, R.. Logística pré-fabricada. **Revista Técnica**. ed. 144. Março:2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/144/artigo285454-1.aspx>. Acesso em: 13 de novembro de 2016.

FERNANDES, I. D. **Blocos e Paviers: produção e controle de qualidade**. 4. ed. São Paulo: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais, 2013.  
Google Earth. **Avenida Stephan Houat**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Av.+Stephan+Houat+--+Jardim+Marco+Zero,+Macap%C3%A1+--+AP/@0.0051936,-51.079806,1151m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8d61e1e6fdeeabf:0x3c05abc217a7c63c!8m2!3d0.0051882!4d51.077612>. Acesso em: 14 de dezembro de 2016.

LUSTOSA, G. **Manual de produção de bloco da empresa Comblocos**. Macapá, 2016.

MACAPÁ. **Lei Complementar nº 029/2004**, institui as Normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Macapá.

MACAPÁ. **Lei complementar nº 026**. Plano diretor de desenvolvimento urbano e ambiental de Macapá. Macapá, P.M.M. – SEMPLA, IBAM. 2004. 81p.

MINAS GERAIS. **Cartilha desenvolvida pelo Sindicato da Indústria da Construção do Estado de Minas Gerais**, 2007.

NAKAMURA, J. **Saiba em quais situações a alvenaria estrutural é competitiva, assim como condicionantes para o uso bem sucedido dessa solução**. Edição 158 – Setembro/2014. <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/158/artigo326571-2.aspx>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

NEVES, L P. **Adoção do partido na arquitetura**. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia. 1998.

PARSEKIAN, G. A.; FRANCO, L.S. **Recomendações para projeto e execução de alvenaria estrutural protendida**. São Paulo. EPUSP, 2002. Boletim Técnico PCC nº 312.

RAMALHO, M. A; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

TAUIL, C. A. **Revista Técnica**, Entrevista, ed 24. Maio, 2010. Construção Fácil. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/158/artigo174020-1.asp>>. Acesso em 05 de janeiro de 2017.

TAUIL, C. A; NESSE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

TENCA, G. **Partido Arquitetônico**. PUC-Campinas. 2014. Disponível em: <http://www.247arquitetura.com.br/2014/12/18/partido-arquitetonico/>. Acesso em 19 de dezembro de 2016.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Documento ao Conselho Estadual de Arquitetura e Urbanismo do Amapá

Macapá-AP, 09 de fevereiro de 2017.

**Carta nº001/2017 – TCC**

**Ao Presidente do Conselho Estadual de Arquitetura e Urbanismo do Amapá**  
Av. Anhanguera, 1805 - Buritizal, Macapá - AP, 68901-350.

Sr. Presidente,

Cumprimentando-o cordialmente, visando coletar informações acerca do tema Alvenaria estrutural com blocos de concreto no estado do Amapá, solicito informações sobre profissionais registrados neste Conselho que possuam capacitação na área de alvenaria estrutural e, ainda, se há registros de responsabilidade técnica em obras que sejam executadas no sistema objeto desta pesquisa.

Destaco, ainda, que as referidas informações integrarão trabalho de conclusão de curso a ser apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, nesse sentido é de suma importância que os dados sejam disponibilizados com certa brevidade.

As informações podem ser encaminhadas para o email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com).

Certo de sua colaboração, reitero votos de estima e respeito.

Atenciosamente,

  
**Ruither da Silva Ladeira**

ACADÊMICO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAP



Dados do acadêmico  
Endereço: Av. Argentina, 65, Residencial Jardim América.  
Fone: 98124-0494/99184-1084.  
Email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)

APÊNDICE B - Documento ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

PROTOCOLO Nº 1739673/A  
 ENTRADA: 14/02/2017  
 AS: 11/18 b

Macapá-AP, 09 de fevereiro de 2017.

**Carta nº002/2017 – TCC**

**Ao Presidente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá**

Av. Raimundo Álvares da Costa, Nº 1597 - Central  
 Cep: 68.900-915 - Macapá/AP  
 Telefone/Fax: (96) 3223-0318 / 3223-4008 / 3222-3555

Sr. Presidente,

Cumprimentando-o cordialmente, visando coletar informações acerca do tema Alvenaria estrutural com blocos de concreto no estado do Amapá, solicito informações sobre profissionais registrados neste Conselho que possuam capacitação na área de alvenaria estrutural e, ainda, se há registros de responsabilidade técnica em obras que sejam executadas no sistema objeto desta pesquisa.

Destaco, ainda, que as referidas informações integrarão trabalho de conclusão de curso a ser apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, nesse sentido é de suma importância que os dados sejam disponibilizados com certa brevidade.

As informações podem ser encaminhadas para o email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com).

Certo de sua colaboração, reitero votos de estima e respeito.

Atenciosamente,

  
**Ruiher da Silva Lúcia**  
 ACADÊMICO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAP

RECEBI OS ORIGINAL:

AS.: 10:55 h

Em: 13/02/2017

Dados do acadêmico  
 Endereço: Av. Argentina, 65, Residencial Jardim América.  
 Fone: 98124-0494/99184-1084.  
 Email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)

  
 Geovane Sotoca da Conceição  
 Assistente Administrativo  
 Matrícula: 34-CREA-AP

APÊNDICE C – Documento ao Centro de Formação Profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Amapá

006002

Macapá-AP, 09 de fevereiro de 2017.

Carta nº005/2017 – TCC

**À Coordenação do Centro de Formação Profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Amapá**

Centro de Formação Profissional  
Av. Padre Júlio Maria Lombaerd, 2000 - Sta. Rita  
CEP: 68901-283 | Macapá-Amapá

Sra. Coordenadora,

Cumprimentando-a cordialmente e visando coletar informações acerca do tema Alvenaria estrutural com blocos de concreto no estado do Amapá, solicito informações sobre cursos de capacitação para profissionais da construção civil voltados para a execução de obras em alvenaria estrutural com blocos de concreto, caso já tenha sido ministrado, qual a periodicidade anual e o quantitativo de profissionais capacitados até o momento.

Destaco, ainda, que as referidas informações integrarão trabalho de conclusão de curso a ser apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, nesse sentido é de suma importância que os dados sejam disponibilizados com certa brevidade.

As informações podem ser encaminhadas para o email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com).

Certo de sua colaboração, reitero votos de estima e respeito.

Atenciosamente,



**Ruither da Silva Lobo**

ACADÊMICO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAP

Dados do acadêmico  
Endereço: Av. Argentina, 65, Residencial Jardim América.  
Fone: 98124-0494/99184-1084.  
Email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)

## APÊNDICE D – Documento ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá

Macapá-AP, 09 de fevereiro de 2017.

**Carta nº003/2017 – TCC**

**Ao Presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá**

Rua Jovino Dinoá; nº 1770 - Sala 07. Centro  
CEP: 68901-130 Macapá -AP  
Fone: (96) 32175945

Sr. Presidente,

Cumprimentando-o cordialmente, visando coletar informações acerca do tema Alvenaria estrutural com blocos de concreto no estado do Amapá, solicito informações sobre indústrias produtoras de bloco estrutural de concreto registrados neste Sindicato.

Destaco, ainda, que as referidas informações integrarão trabalho de conclusão de curso a ser apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, nesse sentido é de suma importância que os dados sejam disponibilizados com certa brevidade.

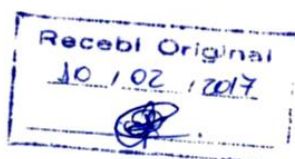
As informações podem ser encaminhadas para o email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com).

Certo de sua colaboração, reitero votos de estima e respeito.

Atenciosamente,

  
**Ruither da Silva Lobo**

ACADÊMICO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAP



Dados do acadêmico  
Endereço: Av. Argentina, 65, Residencial Jardim América.  
Fone: 98124-0494/99184-1084.  
Email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)

APÊNDICE E – Documento ao Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Amapá

Macapá-AP, 09 de fevereiro de 2017.

**Carta nº004/2017 – TCC**

**Ao 1º Secretário do Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Amapá**

Avenida Henrique Galúcio, 1224, Centro. Macapá -AP

Sr. Secretário,

Cumprimentando-o cordialmente, visando coletar informações acerca do tema Alvenaria estrutural com blocos de concreto no estado do Amapá, solicito dados quantitativos sobre os trabalhadores registrados neste Sindicato que atuam na indústria da construção civil, se possuem capacitação e/ou experiência em execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Destaco, ainda, que as referidas informações integrarão trabalho de conclusão de curso a ser apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, nesse sentido é de suma importância que os dados sejam disponibilizados com certa brevidade.

As informações podem ser encaminhadas para o email: [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com).

Certo de sua colaboração, reitero votos de estima e respeito.

Atenciosamente,

  
Ruither da Silva Lobato

ACADÊMICO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAP



Dados do acadêmico



## APÊNDICE F – Orçamento de elevador do projeto

### I –OBJETO DA PROPOSTA:

Venda e instalação, no local abaixo indicado, de equipamentos conforme especificações técnicas a seguir descritas:

EDIFÍCIO: ED.

ENDEREÇO DA OBRA: AE FAB, 0

CIDADE DA OBRA: MACAPA

CNPJ DA OBRA:

INSCRIÇÃO ESTADUAL DA OBRA:

INSCRIÇÃO MUNICIPAL DA OBRA:

CEI:

### II - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

Edifício ED.

Grupo 1 (ED)

Quantidade de elevadores: 1

Linha: 61 - Frequencydyne

Sistema de Tração: ROOMLESS

Tipo: Passageiro

Capacidade: 10 pessoas

Velocidade: 60 m/min

Paradas/Entradas: 6 / 6

Cabina: Pan.A New Export Abrig

Guarda-Corpo: GUARDA-CORPO LATERAL/FUNDO INOX POLIDO

Sub-Teto: Subteto New Export com Led

Botoeira de Cabina: Botoeira Cabina High Protection

Indicador de Cabina: Display Matricial (PLUS) na Cabina

Dispositivo Excesso de Carga e Lotado

Botoeira de Pavimento: BOTOEIRA DE PAVIMENTO TK-505 P/ DEF.FISICO

### III- PREÇO:

a) R\$ 123.077,00 , divididos em:

Serviços: R\$ 20.947,70

Material: R\$ 102.129,30 mais IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados), que será cobrado conforme disposto na Cláusula Tributos e Encargos constante no contrato que será assinado pelas partes.

b) Proposta atualizada em 13/02/2017

c) As mercadorias serão expedidas pela fábrica da CONTRATADA, sediada à Rua SANTA MARIA, 1000, GUAÍBA/RS, CNPJ nº. 90.347.840/0001-18, inscrição estadual nº. 058/0003043, enquanto que os serviços de instalação dos equipamentos serão prestados pelo estabelecimento regional ou equipe indicada pela CONTRATADA.

d) Endereço para cobrança:

País: BRASIL

UF: AP

Cidade: MACAPA

Bairro: MARABAIXO

CEP: 68909-899

Endereço: ROD AP-20, 0

### IV- CONDIÇÕES DE PAGAMENTO:

a) Valores e vencimentos das parcelas:

Parcela 1 R\$ 24.615,40 13/02/2017

Parcela 2 R\$ 24.615,40 13/03/2017

**ANEXOS**

## ANEXO A – Resposta do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Amapá

**CAU/AP** Conselho de Arquitetura  
e Urbanismo do Amapá

Ofício nº 12/2017-CAU/AP

Macapá, 20 de fevereiro de 2017.

**Ao Senhor**  
**RUITHER DA SILVA LOIOLA**  
**Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo**

**Assunto:** Solicitação de dados de cadastro e registro de RRT.

Prezado Senhor,

Cumprimentamos cordialmente V. S<sup>a</sup>. e, em atenção à solicitação realizada em 13 de fevereiro de 2017, que pede informações de profissionais arquitetos e urbanistas registrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Amapá – CAU/AP que possuam capacitação na área de alvenaria estrutural e se existem registros de responsabilidade técnica em obras que sejam executadas com aplicação do tema.

Em face da solicitação, o Conselho realizou um levantamento nos registros do Sistema de Informação e Comunicação do CAU (SICCAU) e resultou com os seguintes dados:

Quanto ao número de profissionais que declararam a realização de capacitação na área em questão, em nosso banco de dados foi localizado apenas um registro. Destacamos que neste Regional os profissionais não possuem o hábito de informar as capacitações complementares que realizam, visto que, apenas a especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho é considerada como título, podendo as demais serem declaradas como cursos complementares.

A respeito do número de Registros de atividades, em nosso sistema consta um Registro de responsabilidade Técnica com inclusão de alvenaria estrutural no campo de descrição de atividades. No entanto, informamos que o sistema utilizado pelo profissional não possui um campo específico para essa atividade, restando a possibilidade de declarar a informação em um campo para descrição, para o qual só possuímos um meio de pesquisa, havendo ainda a possibilidade de o profissional haver declarado sua atuação de forma mais abrangente, não mencionando a frase: "alvenaria estrutural" inviabilizando o meio de pesquisa.

Atenciosamente,

**EUMENIDES DE ALMEIDA MASCARENHAS**  
Presidente do CAU/AP

ANEXO B – Resposta do Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Estado do Amapá

**STICC - Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil do Estado do Amapá**

Fundado em 13 de setembro de 1958  
Reconhecido pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social  
Processo 141.128/58 – Diário Oficial 12.05.1959  
Sede Social Av. Henrique Galúcio, n.º 1224 – Fones: 222-0353 222-0839 223-3086 CEP 68900-170

Ofício n.º 001 / 2017-STICC

Macapá-AP, 20 de fevereiro de 2017

**Ao Exmo. Sr. RUITHER DA SILVA LOIOLA**

Dirigimo-nos a V. Sa. com os cumprimentos de praxe, para prestar as informações requeridas na Carta Nº 004/2017, de 09/02/2017.

O normativo que rege as relações de trabalho da categoria da construção civil no estado do Amapá é a convenção coletiva de trabalho (CCT), firmada com o sindicato patronal, SINDUSCON.

Nas convenções coletivas de trabalho dos últimos 5 (cinco) anos não há a função específica de assentamento de blocos de concreto, já que referida atividade é de competência do profissional “pedreiro”, incluído na 2ª faixa salarial da CCT.

Por tal motivo, não há como estimar o quantitativo de trabalhadores que atuem especificamente com blocos de concreto ou que tenham qualificação certificada para trabalhar com referido material.

Atenciosamente,

Francisco Carlos dos Anjos Fildena  
CPF: 106.173.702-06  
1º Secretário do STICC-AP

**SINDICATO DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL NO ESTADO DO AMAPÁ – STICC**

ANEXO C – Resposta do Centro de Formação Profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Amapá

**De:** RAYZA RUANA PINTO AIRES DOS SANTOS <[rayza.aires@edu.ap.senai.br](mailto:rayza.aires@edu.ap.senai.br)>

**Data:** 17 de fevereiro de 2017 17:57:41 BRT

**Para:** [ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)

**Assunto: RE: Carta nº 002/2017 - TCC**

Prezado Ruither,

Atendendo a sua solicitação, informamos que o SENAI Amapá não oferta capacitação na área referida.

Nossas ofertas são alinhadas com as demandas de mercado e até o presente momento não recebemos demandas acerca de capacitação para assentamento de blocos de concreto.

Consideramos sua pesquisa bastante válida. A execução de obras em alvenaria estrutural vem ganhando espaço em Macapá e precisamos nos preparar para atendimento de futuras demandas.

Lamentamos por não poder contribuir com sua pesquisa.

Atenciosamente,

**Rayza Ruana P. Aires dos Santos**

SENAI/DR-AP

[rayza.aires@edu.ap.senai.br](mailto:rayza.aires@edu.ap.senai.br)

(96) 3084-8988 / 3084-8983

## ANEXO D – Resposta do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amapá

**De:** SINDUSCON - AP <[sindusconap@hotmail.com](mailto:sindusconap@hotmail.com)>

**Data:** 20 de fevereiro de 2017 10:04:17 BRT

**Para:** "[ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)" <[ruither@me.com](mailto:ruither@me.com)>

**Assunto:** Resposta à Carta nº 003/2017 - TCC

Bom Dia!

Em resposta à sua Carta, o sindicato lhe informa que não temos como saber a especificidade das atividades de cada empresa Associada ao sinduscon, no entanto, estamos enviando a lista de associados para que vc dê a continuidade da sua pesquisa, mas de antemão lhe informo que a maioria, não produz bloco estrutural de concreto.

No entanto, tem uma empresa, que **NÃO** é associada ao sindicato que pode produzir este tipo de material

#### **A CONCRETEIRA**

**Rod. Duca Serra, 5149 - Alvorada, Macapá - AP, 68906-720**  
**Telefone: (96) 3261-2230**

Do mais, estamos à disposição para eventuais dúvidas.

*Ana Paula Costa*

**SINDUSCON-AP**

<http://www.sindicatodaindustria.com.br/sindusconap>

96.32175945

96.991633908

96.981190612

## ANEXO E – Resposta do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá



Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Amapá

## CREA-AP

### Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

Caro(a) RUITHER DA SILVA LOIOLA,

Um novo despacho foi efetuado para o seu Protocolo: **1734673 / 2017**.

**DESPACHO:** Considerando o protocolo nº 1734673/2017 no qual o senhor RUITHER DA SILVA LOIOLA solicita ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá - CREA-AP informações acerca de profissionais que possuam atribuição para desenvolver atividades na área de alvenaria estrutural e se há registros de responsabilidade técnica nesta área; Informamos que os profissionais da modalidade de engenharia civil possuem atribuição para executar atividades na área de alvenaria estrutural e que no período de 2014 a 12 de fevereiro de 2017 foram cadastradas 150 (cento e cinquenta) anotações de responsabilidade técnica (ARTs) nessa área. Igor Felipe Castelo Rocha Chefe da Seção de Registro e Cobrança do CREA-AP Matrícula 039

Atenciosamente,  
SUPORTE SITAC

**Não responda. Esta é uma mensagem automática.**