

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE**

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JEREMIAS LUCAS RAMOS DE MELO

**Controle da elaboração de traços e Layout de uma Fábrica de Blocos
de Concreto**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2023

JEREMIAS LUCAS RAMOS DE MELO

**Controle da elaboração de traços e Layout de uma Fábrica de Blocos
de Concreto**

Monografia apresentada como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel,
da Coordenação do Curso de Engenharia
Civil, do Instituto Federal de Sergipe –
Campus Aracaju.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Carla Cristina
Nascimento Santos Pereira

ARACAJU

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Melo, Jeremias Lucas Ramos de.

M528c Controle da elaboração de traços e layout de uma fábrica de blocos de concreto. / Jeremias Lucas Ramos de Melo. – Aracaju, 2023.

74 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Cristina Nascimento Santos Pereira.
Monografia (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Sergipe, 2023.

1. Fábrica de bloco. 2. Alvenaria estrutural. 3. Bloco de concreto. 4. Método de dosagem. I. Pereira, Carla Cristina Nascimento Santos. II. Título.

CDU 691

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

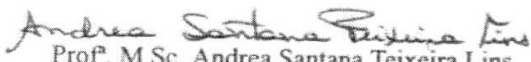
Título da Monografia N° 266

CONTROLE DA ELABORAÇÃO DE TRAÇOS E LAYOUT DE UMA FÁBRICA DE
BLOCOS DE CONCRETO

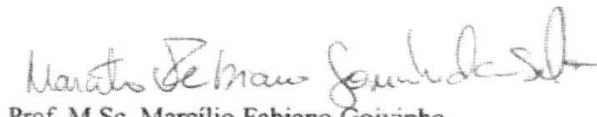
JEREMIAS LUCAS RAMOS DE MELO

Esta monografia foi apresentada às 10 h30 do dia 21 de Julho de 2023 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

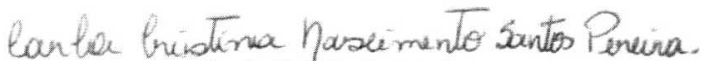
Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof. M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins

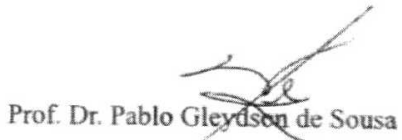
(IFS – Campus Aracaju)


Prof. M.Sc. Marcílio Fabiano Goivinho

(IFS – Campus Aracaju)


Prof. Dr. Carla Cristina Nascimento
Santos Pereira

(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora


Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho a minha família, por acreditar em mim, a minha companheira por me apoiar e a minha cadela Pandora, que já não está entre nós, por ter me acompanhado em momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda sabedoria que a mim foi concedida e por permitir finalizar esse ciclo, agradeço aos meus pais, Silvia Ramos de Melo e Randolpho Moreira de Melo Júnior, pelos ensinamentos, pelo apoio e incentivo, agradeço a minha companheira, por ser meu porto seguro em momentos difíceis, agradeço aos meus amigos de curso, Adelson Paulino e Leandro de Assis pelos conselhos e pelo camaradismo durante a graduação. Agradeço ao Instituto Federal de Sergipe, a Coordenadoria de Engenharia Civil por conceder toda estrutura para que a graduação ocorresse com prestígio e a minha orientadora Dr.^a Carla Cristina, por me guiar durante a monografia.

Por fim, agradeço minha família e amigos, todos vocês fazem parte dessa conquista, sem vocês nada seria possível.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”
Albert Einstein

RESUMO

Melo, Jeremias. **Controle da elaboração de traços e Layout de uma Fábrica de Blocos de Concreto.**

Número total de folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2023

Por meio de estudo de caso da fábrica de blocos, analisou-se suas disposições, seu layout e seus métodos de controle de traços. Com base nas informações obtidas, foram propostos um novo método de dosagem com a retirada da brita 0 da composição dos traços, um novo layout com ajustes de posicionamento, visando otimizar o deslocamento entre setores da fábrica. Além disso, foram sugeridas planilhas de controle e cronograma de manutenções, a fim de garantir a manutenibilidade e conservação dos maquinários que compõem a fábrica. Também foram sugeridas adequações na identificação dos agregados e aglomerantes por meio de placas informativas, com auxílio de cores para melhor entendimento. Foram sugeridas correções nas áreas de armazenamento de agregados, mitigando problemas com acúmulo de água nas baias. Por fim, foram feitos ensaios com base nas relações entre agregados propostas. Buscou-se atingir a relação entre agregados ótima, com auxílio do ensaio de massa unitária compactada e da moldagem de corpos de prova para verificação das resistências adquiridas após 28 dias para definir qual relação é ótima. Após os ensaios, definiu-se a relação 60/40 entre areia média e pó de pedra como ótima, sendo está a relação onde se obteve f_{bk} superior a 10MPa.

Palavras-chave: Fábrica de blocos; Alvenaria Estrutural; Bloco de concreto; Método de dosagem; layout.

ABSTRACT

Melo, Jeremias. **Controle da elaboração de traços e Layout de uma Fábrica de Blocos de Concreto.**

Número total de folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2023.

Through a case study of the block factory, its dispositions, layout and trace control methods were analyzed. Based on the information obtained, a new dosage method was proposed with the removal of 0 gravel from the composition of the traces, a new layout with positioning adjustments, aiming to optimize the displacement between sectors of the factory. In addition, control spreadsheets and maintenance schedules were suggested in order to ensure the maintainability and conservation of the machinery that make up the factory. Adjustments were also suggested in the identification of aggregates and binders through informative plates, with the aid of colors for better understanding. Corrections were suggested in the areas of aggregate storage, mitigating problems with water accumulation in the bays. Finally, tests were carried out based on the proposed relationships between aggregates. The optimal relationship between aggregates was sought, with the aid of the compacted unit mass test and the molding of test specimens to verify the resistances acquired after 28 days to define which relationship is optimal. After the tests, the 60/40 relationship between medium sand and stone powder was defined as optimal, this being the relationship where $f_{bk,est}$ greater than 10MPa was obtained.

Keywords: Block factory; Structural Masonry; Concrete block; Dosage method; Layout.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Resultados do ensaio de compressão axial 80/20	54
Quadro 2 - Resultado ensaio de compressão axial 70/30	56
Quadro 3 - Resultados do ensaio de compressão axial 60/40	58
Quadro 4 - Resultados do ensaio de compressão axial 50/50	60
Quadro 5 - Resultados do ensaio de compressão axial 40/60	61
Quadro 6 - Resultados do ensaio de compressão axial 30/70	62
Quadro 7 - Resultados do ensaio de compressão axial 20/80	63
Quadro 8 - Resultados dos ensaios de compressão axial	64
Gráfico 1 - – Resultado das massas unitárias	53
Gráfico 2 – Resultado ensaio de compressão axial 80/20	55
Gráfico 3 - Resultados do ensaio de compressão axial 70/30	57
Gráfico 4 - Resultados do ensaio de compressão axial 60/40	59
Gráfico 5 - Resultados do ensaio de compressão axial 50/50	60
Gráfico 6 - Resultados do ensaio de compressão axial 40/60	61
Gráfico 7 - Resultados do ensaio de compressão axial 30/70	62
Gráfico 8 - Resultados do ensaio de compressão axial 20/80	63
Gráfico 9 - Resultados dos ensaios de compressão axial	64
Figura 1 - Bloco de concreto simples	20
Figura 2 - Bloco canaleta	20
Figura 3 - Bloco compensador	21
Figura 4 – Dimensões nominais	22
Figura 5 – Processo produtivo.....	23
Figura 6 – Misturador de Concreto Atlanmix	25

Figura 7 – Correia Transportadora.....	26
Figura 8 – ELZ 2012.....	27
Figura 9 – Máquina Hidráulica.....	27
Figura 10 – Máquina Pneumática.....	28
Figura 11 – Tensão x Umidade	31
Figura 12 – Diagrama de afinidades	33
Figura 13 – Layout da fábrica de blocos	37
Figura 22 – Composições executadas	45
Figura 23 – Controle estatístico Mizu	46
Figura 27 – Capeamento dos corpos de prova	48
Figura 24 - Curva Granulométrica da Areia Média	49
Figura 25 – Curva Granulométrica do Pó de Pedra	50
Figura 35 – IDENTIFICAÇÃO PARA AGREGADOS.....	69
Figura 36 – IDENTIFICAÇÃO DO AGLOMERANTE.....	69
Foto 1 - Fábrica de blocos, Barra dos coqueiros - SE.....	36
Foto 2 - Misturador 600L	38
Foto 3 - Esteira Transportadora	39
Foto 4 – Máquina HATL 432	40
Foto 5 - Agregados.....	41
Foto 6 - Baias de agregados	42
Foto 7 – Armazenamento do cimento	43
Foto 8 – Mistura dos traços sugeridos	44
Foto 9 - Composições 80/20 a 20/80, da esquerda para direita, de cima para baixo.....	52
Foto 10 - Corpo de prova após ruptura	53
Foto 11 - – Corpo de prova durante ensaio de compressão axial.....	54
Foto 12 – Cobertura dos agregados com lona	65
Foto 13 - Caimento da área das baias	65
Foto 14 – Correção do caimento da área das baias.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Massa unitária seca solta – Areia Média	50
Tabela 2 - Massa unitária seca solta – Areia Média.....	51
Tabela 3 – Resultados das massas unitárias compactadas.....	52
Tabela 4 - TRAÇO 4MPa FÁBRICA DE BLOCOS	47
Tabela 5 - Traços testes em litros	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1	Método construtivo: Alvenaria Estrutural.....	18
3.2	Alvenaria estrutural de blocos de concreto	19
3.2.1	Definição e Características – Bloco de Concreto.....	19
3.2.1.1	Dimensões Nominais.....	22
3.3	Processo de Fabricação – Maquinárias e fatores relevantes	23
3.3.1	Misturador ou betoneira de eixo vertical	25
3.3.2	Correia Transportadora.....	26
3.3.3	Máquina de blocos.....	26
3.3.3.1	Máquina Manual	26
3.3.3.2	Máquina Hidráulica.....	27
3.3.3.3	Máquina Pneumática	28
3.3.4	Umidade Ótima.....	28
3.3.5	Processo de cura.....	29
3.4	Dosagem dos blocos de concreto.....	30
3.4.1	Método do menor número de vazios	30
3.4.2	Método da proporção ideal dos agregados.....	30
3.5	Layout da fábrica de blocos.....	32
3.5.1	Diagrama de afinidades	33
4	METODOLOGIA	34
4.1	Caracterização do processo produtivo da fábrica – Análise do layout da fábrica: Estudo de Caso	34
4.1.1	Visita à fábrica de blocos	34
4.1.2	Processo de Fabricação	35
4.1.3	Disposições da fábrica.....	36
4.1.4	Maquinários	38
4.1.4.1	Misturador.....	38
4.1.4.2	Correia Transportadora	39
4.1.4.3	Máquina Vibro Prensa	40
4.1.5	Disposição, limpeza e organização da fábrica.....	40
4.1.5.1	Agregados miúdos e graúdos.....	41
4.1.5.2	Baias de Armazenamento	42

4.1.5.3	Cimento	42
4.2	Melhoria dos Traços de Blocos de Concreto praticados na Fábrica	43
4.2.1	Determinação do tamanho da amostra.....	43
4.2.2	Produção dos Blocos com as Composições Utilizadas	44
4.3	Materiais e Métodos- Dosagem dos Blocos	45
4.3.1	Cimento	45
4.3.2	Areia Média.....	46
4.3.3	Pó de Pedra.....	46
4.3.4	Traço utilizado	46
4.3.5	Método.....	47
4.3.5.1	Ensaio de resistência a compressão	47
5	DISCUSSÕES E RESULTADOS	49
5.1	Área das baias de agregados	49
5.2	Caracterização dos agregados utilizados	49
5.2.1	Granulometria – Areia Média	49
5.2.2	Massa unitária solta seca – Areia Média	50
5.2.3	Granulometria – pó de Pedra	50
5.2.4	Massa unitária seca solta – pó de Pedra.....	51
5.3	Massa unitária compactada – Método do Menor Número de Vazios	52
5.4	Análise dos corpos de provas	53
5.4.1	Composição 80/20	54
5.4.1.1	Ensaio de compressão axial.....	54
5.4.2	Composição 70/30	55
5.4.2.1	Ensaio de compressão axial.....	56
5.4.3	Composição 60/40	57
5.4.3.1	Ensaio de compressão axial.....	57
5.4.4	Composição 50/50	59
5.4.4.1	Ensaio de compressão axial.....	59
5.4.5	Composição 40/60	60
5.4.5.1	Ensaio de compressão axial.....	61
5.4.6	Composição 30/70	62
5.4.6.1	Ensaio de compressão axial.....	62
5.4.7	Composição 20/80	63
5.4.7.1	Ensaio de compressão axial.....	63
5.4.8	Resultados dos ensaios de compressão axial	64
6	SUGESTÕES	65
6.1	Baias de Agregados	65
6.2	Proposta de Melhoria de Layout da fábrica.....	66
6.2.1	Layout de Estoque	66

6.2.1.1 Aplicação da metodologia PePs (Primeiro que entra, é o primeiro que sai)
66

6.3 Programa de Manutenção de Equipamentos	66
6.3.1 Planilha de manutenção proposta	68
6.3.2 Cronograma de Manutenções	68
6.4 Identificação dos Insumos.....	69
6.5 Sugestão de melhoria do Layout.....	70
7 CONCLUSÃO	71
8 REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o método construtivo de alvenaria estrutural de concreto vem ganhando espaço na construção de edifícios verticais, considerada um método construtivo racional, sua geração de resíduos é menor em comparação a outros métodos construtivos convencionais, aliada à sua alta produtividade, agilidade e alto grau de detalhamento em seus projetos, o método está cada vez inserido no mercado.

Em 2022, segundo dados da CBIC, (2023) a construção civil empregou cerca de 2,5 milhões de trabalhadores no Brasil, correspondendo 5,86% dos empregos formais no país, com um aumento de 8,42% em relação a 2021, dessas novas vagas, 43,65% ocorreu no setor de construção de edifícios, ou seja 4,16% das novas vagas de emprego no Brasil, podemos observar que o setor da construção de edifícios tem um papel fundamental na economia do País.

O presente estudo, visa analisar o principal insumo do método construtivo de Alvenaria Estrutural, o bloco de concreto, analisaremos seu processo produtivo por meio de um estudo de caso de uma fábrica de blocos projetada para suprir a demanda de um complexo residencial no município da Barra dos Coqueiros em Sergipe. Analisaremos o layout da fábrica, o processo produtivo e métodos de dosagem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver composições granulométricas de um traço de bloco de concreto usado na prática corrente de um canteiro fabril.

2.2 Objetivos Específicos

Sugerir melhorias no layout de um estudo de caso sendo este uma fábrica de blocos de concreto estrutural;

Verificar quanto à identificação dos insumos, bem como sua disposição na planta fabril

Propor melhorias quanto ao controle de manutenções da fábrica.

Retirar a Brita 0 da composição do traço utilizado pela fábrica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Método construtivo: Alvenaria Estrutural

Apesar de ser um método antigo, o método construtivo em Alvenaria Estrutural vem ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro. Muito utilizado em construções populares, devido ao custo ser relativamente inferior em comparação a outros métodos construtivos ele propõe uma construção racionalizada, com redução no tempo de execução, além da simplicidade nas etapas executivas, devido ao seu grande detalhamento presente nos projetos.

A alvenaria estrutural se mostrou mais viável, no quesito econômico, em mais de 30%, ao considerar construções de três pavimentos em relação ao sistema de concreto armado. Sendo mais viável tanto para construtora quanto para o cliente, além de possuir maior produtividade de acordo com o cronograma. (SILVA, 2020).

A utilização de bloco de concreto se mostrou mais econômico em relação ao bloco cerâmico, com base num estudo comparativo, além de atender a demanda por espaços habitacionais. (VIEIRA, 2023)

Sua aplicação traz consigo possibilidades, como a verificação da viabilidade de instalações fabris próximas ao canteiro de obras, com base em estudos preliminares na região onde será desenvolvido o empreendimento, uma vez que a alta demanda do bloco pode viabilizar o investimento inicial da fábrica.

A alvenaria estrutural tem como característica, um menor número de elementos em seu processo de execução, porém devido ao seu detalhamento, exige profissionais mais capacitados, mas tal nível de detalhamento contribui para redução de custos e racionalização. (JUNIOR, 2021)

3.2 Alvenaria estrutural de blocos de concreto

Segundo Tauil, (2010), a alvenaria se conceitua como o conjunto de peças justapostas coladas em suas interfaces, por meio de argamassa, formando por fim um elemento coeso.

A alvenaria estrutural de blocos de concreto, assim como a de blocos cerâmicos, é um método construtivo onde se destaca a produtividade e racionalização da obra.

A alvenaria estrutural de blocos de concreto, possui alto grau de detalhamento, pois suas paredes de vedação possuem função estrutural e conta com modulação específica, sendo assim, permitindo a compatibilização prévia entre projetos, como hidráulicos e elétricos, reduzindo significativamente a necessidade de rasgos e quebras nas alvenarias já elevadas, além de maior previsibilidade em quantitativos de materiais, reduzindo assim a ocorrência prejuízos ou atrasos de materiais.

O projeto de alvenaria estrutural tem uma modulação pensada de uma forma que garanta maior economia e o mínimo de desperdício de material possível, desde sua concepção até sua execução. É um modelo que também possibilita um melhor planejamento e uma melhor previsão de materiais, tendo assim em suas etapas construtivas uma diminuição de tempo de execução, diminuindo o tempo de entrega da obra. (GONÇALVES, 2022, pg.7).

Para uso em residências unifamiliares de baixo padrão, com geometrias simples e modular, a alvenaria estrutural se mostrou eficiente, porém não se aplica tão bem para grandes vãos, o que pode inviabilizar a adoção do método. (GUIMARÃES et. al., 2022)

Limitando-se comumente a 20 pavimentos, a alvenaria estrutural é bastante usada em construções de condomínios de médio e baixo padrão, se encaixando em programas sociais do governo, como Minha Casa Verde e Amarela, e o Programa Minha Casa Minha Vida

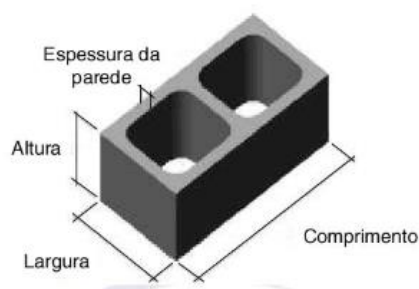
3.2.1 Definição e Características – Bloco de Concreto

Segundo a NBR 6136/2016, o bloco estrutural de concreto pode ser dividido em três tipos de bloco, bloco vazado de concreto simples, blocos tipo canaleta, que visa auxiliar a execução de contra vergas e vergas, servindo como forma e o bloco compensador, como seu nome indica, sua função é fazer a compensação para

preenchimento em modulações onde o bloco de concreto vazado não atende a área da parede desejada.

Pode-se observar o bloco simples na figura abaixo:

Figura 1 - Bloco de concreto simples

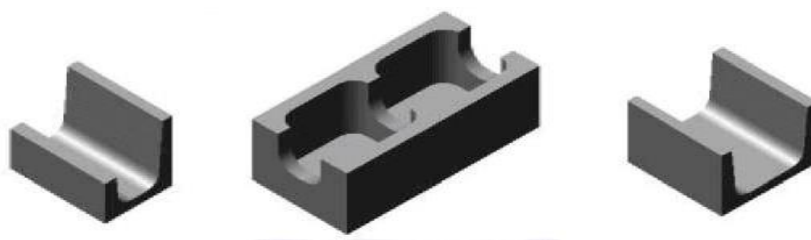


Fonte: NBR 6136/2016

O bloco simples, mais utilizado na modulação da alvenaria estrutural, tem como função, além de resistir cargas, preencher e exercer a vedação dos ambientes.

Abaixo, pode-se observar o bloco canaleta:

Figura 2 - Bloco canaleta

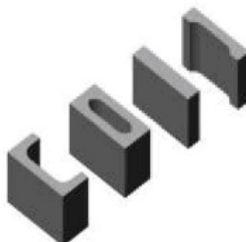


Fonte: NBR 6136/2016

O bloco canaleta, tem como função auxiliar no processo produtivo da alvenaria, servindo como forma para auxiliar a execução de vergas e contravergas.

Abaixo, pode-se observar o bloco compensador:

Figura 3 - Bloco compensador



Fonte: NBR 6136/2016

O bloco compensador tem como função o preenchimento de vazios presentes na modulação devido a incompatibilidade do comprimento da alvenaria com o comprimento dos blocos simples.

De acordo com a NBR 6136/2016, suas dimensões e funções devem ser seguidas rigorosamente de acordo com a modulação de projeto.

3.2.1.1 Dimensões Nominais

Abaixo, podemos observar as dimensões nominais de cada família de blocos:

Figura 4 – Dimensões nominais

Tabela 1 – Dimensões nominais

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-

NOTA 1

As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de ± 2,0 mm para a largura e ± 3,0 mm para a altura e para o comprimento.

NOTA 2

Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873.

NOTA 3

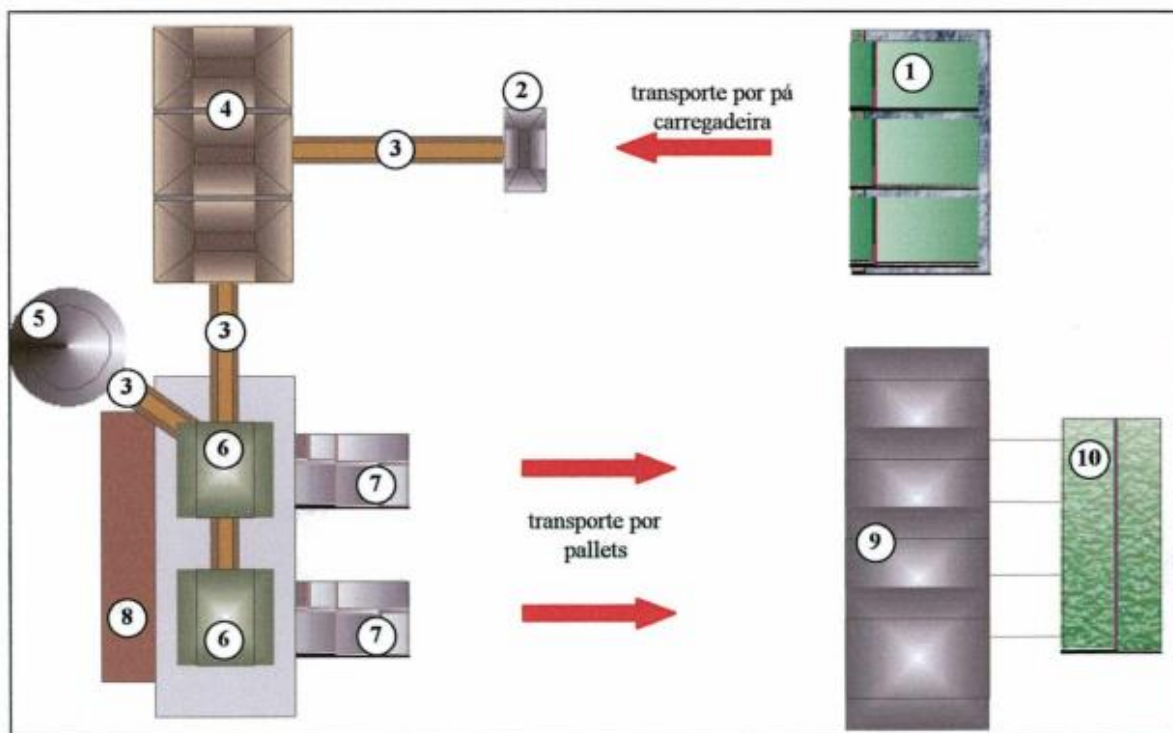
As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.

Fonte: NBR 6136/2016

3.3 Processo de Fabricação – Maquinárias e fatores relevantes

O processo produtivo de uma fábrica de blocos compreende em algumas etapas, como podemos ver abaixo:

Figura 5 – Processo produtivo



Fonte: FRASSON, 2000

De acordo com FRASSON, (2000), temos o seguinte processo produtivo em uma fábrica de blocos:

1- Baias de agregado:

Área responsável pelo armazenamento das areias e britas, devem ser cobertas, para proteção da água da chuva.

2- Cuba para recepção dos agregados das baias:

Responsável pelo abastecimento do agregado na correia transportadora

3- Correia transportadora:

Responsável por transportar o agregado aos silos

4- Silo de agregados:

Responsável por armazenar os agregados para posteriormente ser depositados no misturador

5- Silo de cimento:

Responsável por armazenar o aglomerante para posteriormente ser depositado no misturador

6- Máquinas vibro-prensas:

Responsável pela compactação do bloco

7- Transportador de chapas:

Responsável pela retirada do compensado da vibro-prensa.

8- Misturadores:

Responsável pela mistura do agregado, aglomerante e água.

9- Câmaras de cura:

Responsável por garantir a diminuição de perda de água no processo de hidratação.

10- Caldeira:

Para cura térmica, quando necessário.

3.3.1 Misturador ou betoneira de eixo vertical

Abaixo, pode-se observar um modelo de misturador de eixo vertical disponível no mercado:

Figura 6 – Misturador de Concreto Atlanmix



Fonte: Atlântica Máquinas, 2023

De acordo com o manual da ABCP BT-107, (1995), uma boa mistura contribui para uma menor variação entre blocos de um mesmo lote. O manual recomenda a seguinte sequência:

- 1º) Adiciona-se o agregado graúdo + a maior parte de água e mistura por 15 segundos
- 2º) Adiciona-se o cimento e mistura por mais 15 segundos
- 3º) Adiciona-se a areia e adiciona-se água até atingir a umidade ótima

Essa sequência visa contribuir com uma melhor aderência entre os grãos maiores e a pasta de cimento.

A correta execução da mistura promove um melhor arranjo entre os agregados e o aglomerante, contribuindo para uma boa prensagem, pois promoverá uma ótima compactação contribuindo com o ganho de resistência.

3.3.2 Correia Transportadora

Abaixo, pode-se observar um modelo de correia transportadora disponível no mercado:

Figura 7 – Correia Transportadora



Fonte: Atlântica Máquinas, 2023

A correia transportadora tem como finalidade efetuar o transporte da mistura recém obtida no misturador para a vibroprensa.

3.3.3 Máquina de blocos

A máquina de blocos tem como finalidade a transformação da mistura obtida na etapa anterior, no produto propriamente dito, o bloco de concreto.

3.3.3.1 Máquina Manual

Segundo a fabricante, é ideal para pequenas fábricas e produção própria, com capacidade de até 2250 blocos/ dia, em 8h de trabalho, possui compactação de 30 libras.

Pode-se observar um modelo disponível no mercado abaixo:

Figura 8 – ELZ 2012



Fonte: Atlântica máquinas, 2023

3.3.3.2 Máquina Hidráulica

Auxiliada por uma unidade hidráulica, é recomendada para atividades profissionais, possui uma maior gama de tipos de blocos e possui capacidade de produzir até 4000 blocos/ dia, com compactação de 4400 libras.

Pode-se observar um modelo disponível no mercado abaixo:

Figura 9 – Máquina Hidráulica



Fonte: Atlântica Máquinas, 2023

3.3.3.3 Máquina Pneumática

Possui capacidade de até 3000 blocos por dia, ideal para atividade profissional, possui compactação de 300kg.

Pode-se observar um modelo disponível no mercado abaixo:

Figura 10 – Máquina Pneumática



Fonte: Atlântica Máquinas, 2023

A escolha da máquina depende diretamente dos requisitos da demanda, podendo ser voltada para alta escala de produção, ou determinada por uma necessidade de resistência ser atingida.

Segundo Rodrigues, (1995), uma má compactação afeta diretamente no consumo de cimento, além de propiciar fissuras nos blocos.

3.3.4 Umidade Ótima

Segundo Rodrigues, (1995), a determinação do teor ótimo de água deve ser feita com o próprio equipamento de moldagem, fabricando-se peças com teores crescentes de umidade até alcançar a umidade ótima; quanto maior ela for, as peças serão mais compactas e mais resistentes. Portanto, deve-se colocar a maior quantidade de água possível, desde que após a moldagem os blocos não percam a forma original ou grudem nas sapatas de compactação ou no próprio molde.

A produção do bloco de concreto envolve uma tecnologia bastante peculiar. Diferente de um concreto convencional, o concreto para a produção de blocos não segue à risca a “Lei de Abrams”, com a sua conhecida regra da relação água/cimento. Portanto, neste caso, não vale a recomendação de reduzir a quantidade de água na mistura para melhorar a resistência mecânica. Ao contrário, via de regra, quanto mais água se coloca na mistura, maior será a resistência alcançada. Isto ocorre, pois, a água dosada confere à mistura uma plasticidade que facilita a prensagem do material nas formas da máquina. Existe uma umidade ótima na qual as misturas conseguem obter uma melhor compactidade, bem parecido como o que ocorre na compactação de solos, por exemplo. Evidentemente, existe uma quantidade limite acima da qual as peças não conseguem ser produzidas. (FRASSON, 2000, pg. 14)

Portanto, é crucial ter um controle preciso na definição e aplicação da proporção correta de água, a fim de evitar prejuízos, uma vez que a resistência desejada pode não ser alcançada. Além disso, a dosagem adequada de água também desempenha um papel importante na compactidade da massa do concreto.

Uma dosagem correta contribui para uma melhor compactação e reduz a possibilidade de ocorrência de trincas e fissuras durante o processo de secagem.

A água de amassamento deve ser definida por meio de testes no processo de fabricação, até a determinação do teor ótimo, onde não haverá desforma dos blocos, uma vez que quanto mais água puder ser adicionada sem afetar a consistência do bloco, maiores resistência e compactidades serão obtidas. (FRASSON, 2000)

Para garantir um controle efetivo da água adicionada à mistura, é recomendado o uso de baldes medidores. Essa prática permite que o profissional que opera o misturador tenha controle sobre a quantidade de água utilizada, evitando distrações e erros no processo de dosagem.

É importante ressaltar que blocos com uma quantidade insuficiente de água na mistura tendem a desmanchar durante a remoção da vibro prensa. Isso ocorre devido estrutura de o bloco ficar comprometida pela falta de coesão da mistura.

3.3.5 Processo de cura

O processo de cura consiste em molhar os blocos durante o processo de secagem, uma vez que o bloco de concreto passa pelo processo de evaporação de água, podendo favorecer à retração das unidades resultando em grande perda de umidade nas primeiras horas após a saída da vibro prensa. Portanto, a cura com água evita que o bloco venha a fissurar ou trincar devido às tensões produzidas com a perda de

água em grande velocidade, pois satura as superfícies dos elementos com o intuito que a água de amassamento ou não evapore, ou evapore em menor velocidade.

A molhagem dos blocos pode ser feita por um sistema de irrigação, ou por um servente munido de uma mangueira, molhando os blocos durante ciclos de tempo pré-definidos, vale lembrar que em dias mais quentes, a taxa de evaporação é maior, sendo assim, esses ciclos devem possuir intervalos menores, pois o processo de perda de umidade ocorre mais agressivamente.

3.4 Dosagem dos blocos de concreto

Segundo Ambrozewicz, (2012), existem dois modos para executar a dosagem do concreto, a dosagem empírica, onde se baseia pela experiência do engenheiro, e a racional, onde se baseia no proporcionamento dos materiais constituintes, definindo a dosagem como o ato de misturar os constituintes do concreto, a fim de conseguir-se um material plástico com as características pré-fixadas.

O método de dosagem deve ser escolhido de acordo com a necessidade e capacidade financeira da fábrica, devendo-se escolher o método que melhor atende a situação.

3.4.1 Método do menor número de vazios

De acordo com Rodrigues, (1995), o método baseia-se no ensaio de massa unitária do agregado, ou seja, é feito combinações com proporções entre os agregados, para posteriormente ser feitas comparações entre as massas unitárias obtidas.

Nesse método, o grau de compactação entre agregados é fundamental para obtenção da relação entre agregados ótima. O método pode ser considerado simples e de fácil execução por necessitar de poucos equipamentos e materiais.

3.4.2 Método da proporção ideal dos agregados

A proporção ideal dos agregados procura definir a melhor relação entre agregados da mistura, por meio da massa unitária compactada o método busca definir relações

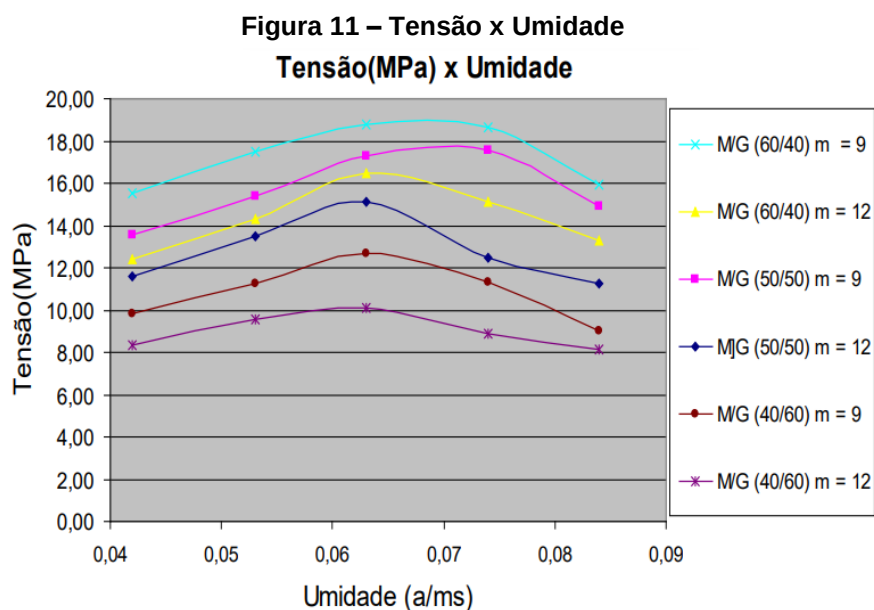
que permitem um melhor arranjo entre os grãos, proporcionando uma melhor compactação, assim, por consequência uma maior resistência do bloco.

Segundo FELIPE (2010), a relação de 60/40 entre agregados miúdos e graúdos contribuiu para uma maior massa específica, sendo essa, responsável pelas maiores resistências obtidas em seu estudo.

Pode-se verificar pelos resultados que a adição da areia fina aumenta a massa específica da mistura até a relação agregados miúdos e graúdos (m/g) = 60/40, a partir deste ponto, a adição do agregado miúdo reduz a massa específica da mistura.

Isso indica que a adição da areia fina auxiliou no preenchimento dos vazios encontrados no pedrisco e que a partir do percentual acima de 60% ela passou a ocupar os espaços do agregado graúdo tornando a mistura mais leve devido a menor massa específica da areia fina. (FELIPE, 2010, pg.90).

Pode-se observar as resistências obtidas por FELIPE, (2010) abaixo:



Fonte: (FELIPE,2010)

“Relação agregado miúdo / graúdo (m/g) = 60/40 foi a que apresentou maiores valores de resistência para todas as umidades verificadas de um mesmo teor de cimento. Comprovando assim que a mistura ideal de agregados conferiu também na maior resistência do concreto.” (FELIPE, 2010)

3.5 Layout da fábrica de blocos

O projeto de layout em um campo fabril tem como característica a busca pela otimização da mão de obra, dos maquinários, da área disposta para projeto, em busca da qualidade, racionalização e da redução de processos que não agregam valor ao produto ou processos redundantes à produção, ou seja, desperdícios.

Com foco na redução de conflitos, busca evitar e mitigar cruzamentos no processo, utilizando dados e análises, junto a aplicação de metodologia e ferramentas que auxiliem na elaboração do projeto.

A organização da fábrica é um ponto crucial para a otimização e eficiência do processo produtivo, contribuindo diretamente com a segurança dos trabalhadores, com a qualidade do produto e satisfação dos clientes.

Fatores como logística, desde o recebimento dos materiais à saída do produto, disposição das matérias primas, maquinários, depósitos e ferramentas devem ser considerados para uma elaboração de um projeto eficiente.

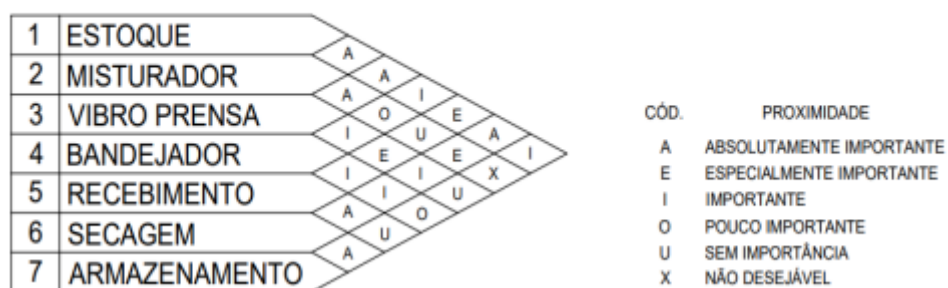
3.5.1 Diagrama de afinidades

O diagrama de afinidades busca garantir que setores interdependentes estejam em seus corretos posicionamentos no campo fabril, uma vez que um mal posicionamento gera processos que não agregam valor ao produto, como conflitos e deslocamentos desnecessários

Pode-se observar modelo abaixo:

Figura 12 – Diagrama de afinidades

Figura 7 – Diagrama de afinidades das unidades de planejamento de espaços



Fonte: Vieira, (2022)

Diagrama de afinidades, busca correlacionar setores da fábrica, buscando definir a melhor disposição. (VIEIRA, 2022)

4 METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho consiste inicialmente em um estudo de caso em que buscou-se analisar um layout de uma unidade fabril viabilizada para execução de um complexo composto por 4 condomínios de uma mesma construtora. Em um segundo momento, foi realizado um estudo do traço dos blocos de concreto produzidos por esta fábrica, com o intuito de primeiramente retirar o agregado graúdo usado até então e substituí-lo por composições de agregados miúdos.

O processo metodológico desta pesquisa se baseia em revisão bibliográfica, a fim de obter informações pertinentes ao processo produtivo estudado, trazendo informações a respeito do bloco de concreto estrutural.

Sendo assim, após definição das proporções a serem ensaiadas, foi proposta a produção in loco dos blocos de concretos, ou seja, as unidades foram produzidas na própria fábrica, com 6 unidades de cada proporção, passando por todas as etapas desde mistura, vibroprensagem e cura. Eles foram posteriormente levados ao Instituto Federal de Sergipe, para serem rompidos à compressão.

Além disso, foram executados ensaios para obtenção da curva Granulométrica, massa unitária seca solta e massa unitária compactada, a fim de obter a melhor proporção entre agregados.

Por fim, foi proposto melhorias na disposição do canteiro, a fim de otimizar o processo de produção da fábrica.

4.1 Caracterização do processo produtivo da fábrica – Análise do layout da fábrica: Estudo de Caso

4.1.1 Visita à fábrica de blocos

Após visita em campo e verificação do processo produtivo aplicado na fábrica, foi verificada a inexistência de um método de dosagem definido, fato que pode vir a gerar desperdícios de matérias primas, além de problemas no processo produtivo.

Um dos pontos relatados, foi a necessidade de retirada da brita 0 dos traços utilizados, pois, segundo o responsável, a sua utilização estaria causando prejuízos, com empenos e desgaste precoce das máquinas.

Além disso, após visita à fábrica analisada, foi proposto a execução do método de dosagem do menor volume de vazios, utilizando apenas areia média e pó de brita, a fim de retirar a utilização da brita 0 da composição de traços utilizadas.

4.1.2 Processo de Fabricação

O processo de fabricação do bloco estrutural de concreto é dividido em algumas etapas, desde a chegada da matéria prima, como aglomerante e agregados, até a sua saída, como produto o bloco de concreto. A estrutura de uma fábrica do bloco de concreto estrutural pode ser dividida em 4 partes: Área de armazenagem da matéria prima, sendo elas, cimento, agregados miúdos como areias e agregados graúdos, como britas; Área de produção, sendo esta composta por maquinários como misturador, esteira e vibro prensa, estas, responsáveis pela transformação da matéria prima em bloco; Área de secagem, nesta área será posto o bloco de concreto, onde passará pelo processo de cura, a fim de adquirir a resistência adequada dentro dos limites das normas vigentes; área de estoque, para onde será levado os blocos após o processo de cura, devidamente identificado e paletizado, afim de aguardar a retirada para seu destino final.

Estas unidades fabris que são compostas de áreas de armazenagem de matéria prima, como baias ou silos, devendo possuir armazenagem de acordo com as recomendações do fabricante, e normas específicas. A área de produção, deve ser pensada a fim de facilitar o deslocamento de colaboradores e das matérias primas, facilitando desde o lançamento do agregado ao misturador, como também a retirada do bloco da vibro prensa. Um ponto a ser levado em consideração, é o posicionamento estratégico dos agregados de acordo com a composição do traço, para que se haja a otimização dos deslocamentos na área de produção.

O controle tecnológico é um fator fundamental para o processo, que visa atestar por meios de ensaios a padronização do bloco produzido, garantindo sua resistência e amparo normativo, sendo necessário atender as exigências da norma NBR 6136/2016.

A unidade fabril analisada, localizada na cidade Barra dos Coqueiros-SE, tem capacidade de produção de aproximadamente 2800 unidades de bloco por dia, tendo um consumo de até 2640kg de cimento por dia, sendo fabricado blocos com dimensões 14x29x19, 14x44x19, 14x34x19, além de blocos de concreto intertravado, com dimensões de 10x20x6 e 10x20x8. Conta com um engenheiro civil, responsável pelo gerenciamento e acompanhamento do processo produtivo, um operador de máquinas, responsável pelo manuseio da máquina de blocos, um operador de betoneira, responsável pelo misturador e dosagem dos traços e sete serventes, responsáveis pela alimentação do misturador com agregados transporte do bloco para área de secagem, e paletização dos blocos após a cura. Na fábrica analisada, não é feito o uso de nenhum aditivo incorporador de ar.

Abaixo, pode-se observar uma fotografia da fábrica:

Foto 1 - Fábrica de blocos, Barra dos coqueiros - SE



Fonte: Autor (2022)

4.1.3 Disposições da fábrica

Pode-se analisar, por meio de visitas e registros fotográficos, que o layout atual da fábrica de blocos consiste em sua instalação próxima aos condomínios que estão sendo executados com os blocos nela produzidos, sua localização é estratégica, pois facilita o recebimento e entrega dos blocos produzidos, a fim de otimizar a

logística, uma vez que a entrega do material dispensa a utilização de fretes, sendo feitas por retroescavadeiras utilizadas nos canteiros de obras.

A fábrica possui:

Depósito de cimentos: 37m²

Baias para agregados:106,92m²

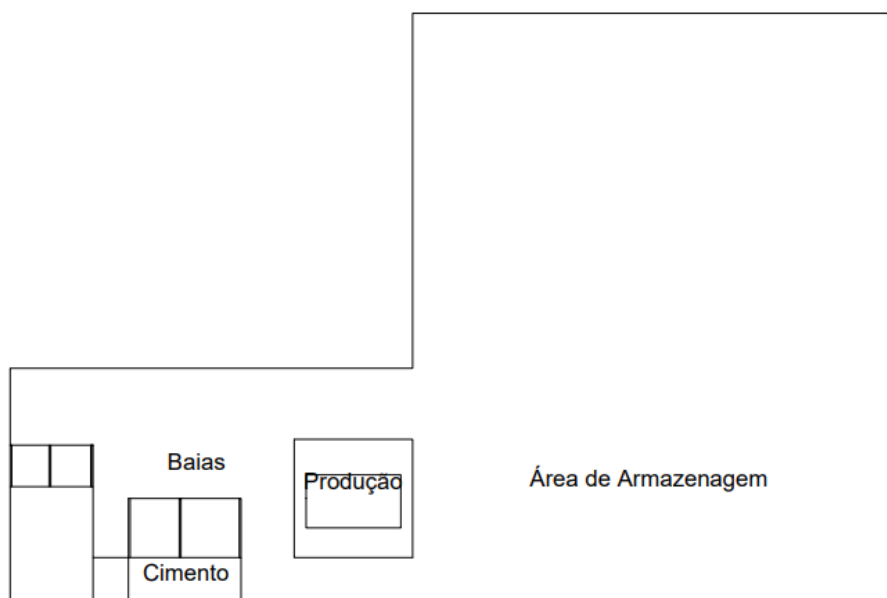
Área de produção:357,69m²

Depósito (onde é feito a secagem e armazenamento dos blocos produzidos): 2303,90m²

A partir de análises da atual disposição da fábrica de blocos, pode-se sugerir melhorias em seu layout, ou validações das disposições existentes, buscando sempre a melhoria e redução de processos que não geram valor. A correta disposição do espaço fabril traz consigo a otimização do processo produtivo e melhoria do produto.

Pode-se observar o layout abaixo:

Figura 13 – Layout da fábrica de blocos



Fonte: Autor (2022)

4.1.4 Maquinários

Os maquinários compõem o setor produtivo da fábrica de blocos, responsáveis pela transformação da matéria prima no produto.

4.1.4.1 Misturador

Com capacidade para 600L, o misturador é equipado com um motor com 7,5 CV de potência, é responsável pela mistura dos agregados com o aglomerante, a fim de produzir a massa que posteriormente será vibro prensada para produção do bloco de concreto.

Pode-se observar modelo existente na fábrica, abaixo:

Foto 2 - Misturador 600L



Fonte: Autor (2022)

4.1.4.2 Correia Transportadora

A Correia Transportadora, equipada com um motor 1 CV, é responsável pelo transporte da massa do misturador ao silo da vibro prensa.

Pode-se observar modelo existente na fábrica, abaixo:

Foto 3 - Esteira Transportadora



Fonte: Autor (2022)

4.1.4.3 Máquina Vibro Prensa

A Vibro Prensa, equipada com uma unidade hidráulica com 10 CV, e dois motores de 2 CV, responsáveis pela geração da vibração, é responsável pela transformação da massa em bloco, por meio da vibro prensagem, sua capacidade é de fabricação de até 4000 blocos/ dia.

Pode-se observar modelo existente na fábrica, abaixo:

Foto 4 – Máquina HATL 432



Fonte: Autor (2022)

4.1.5 Disposição, limpeza e organização da fábrica

A disposição, atrelada à limpeza e organização do campo fabril, visa garantir a otimização do espaço, eliminando desperdícios, contribuindo com a comunicação, segurança dos colaboradores, além contribuir para a qualidade do produto, racionalização e consequentemente a satisfação do cliente.

A disposição, limpeza e organização correta traz benefícios durante e após o processo produtivo, reduzindo possíveis falhas, e garantindo a satisfação do cliente. A manutenção do canteiro é uma responsabilidade de todos envolvidos no processo.

4.1.5.1 Agregados miúdos e graúdos

Os agregados miúdos e graúdos são armazenados em baias contidas lateralmente por alvenaria e sobre uma camada de concreto magro, a fim de mitigar o contato direto com o solo, evitando assim o risco de contaminação do material, entretanto, é possível verificar areias de granulometrias diferentes sendo armazenadas na mesma baia.

Pode-se observar abaixo:

Foto 5 - Agregados



Fonte: Autor (2023)

Não há identificação do agregado ali armazenado, podemos pontuar também que os agregados não estão totalmente protegidos contra intempéries, como a chuva, podendo ocasionar um alto teor de umidade na areia, impossibilitando a produção do bloco, uma vez que é a relação entre agregados fica comprometida devido a umidade.

4.1.5.2 Baías de Armazenamento

Observou-se em períodos chuvosos o acúmulo de água das chuvas nas baías, prejudicando o processo produtivo, uma vez que o agregado demanda de um maior período para perder a umidade adquirida, afetando a relação entre agregados, além de impossibilidade de prensagem, uma vez que a massa perde consistência devido ao alto teor de umidade presente, ainda que não seja adicionada água na etapa do misturador.

Pode-se observar baías abaixo:

Foto 6 - Baías de agregados



Fonte: Autor (2022)

4.1.5.3 Cimento

O armazenamento do cimento se dá em local inadequado, com empilhamento ultrapassando o número máximo de sacos sobrepostos, pois ao observar as embalagens, pode-se observar que recomendado pelo fabricante de até 10 unidades. Vale lembrar que a norma NBR 16868/2020, parte 2, permite o empilhamento de até 15 sacos, desde que seja utilizado num prazo máximo de 15 dias.

O armazenamento incorreto pode levar a possibilidade de formação de torrões, ocasionando a perda do material, gerando prejuízos a empresa. Pode-se observar que o local de armazenamento é aberto e não protege contra umidade ambiente e

nem da umidade por capilaridade, sendo assim, possibilitando a contaminação do cimento, ainda que coberto parcialmente por lona.

Como pode-se observar abaixo:

Foto 7 – Armazenamento do cimento



Fonte: Autor (2022)

4.2 Melhoria dos Traços de Blocos de Concreto praticados na Fábrica

Obedecendo critérios definidos na NBR 12118/2013, as etapas a seguir foram definidas de acordo com o item 6.4 da norma, determinando as etapas do processo em relação ao ensaio de resistência a compressão.

4.2.1 Determinação do tamanho da amostra

Seguindo critérios da NBR 6136/2016, foi definida a produção dos corpos de prova, onde, aleatoriamente, foram selecionados 6 corpos de prova para o processo de rompimento, de cada proporção sugerida, levando em consideração o critério estabelecido em 6.5.1 desta norma e a produção diária da fábrica de blocos, de aproximadamente 2800/lote.

Sendo assim, a quantidade mínima de blocos para resistência a compressão axial foi atendida, levando em consideração a indefinição de uma resistência relacionada às proporções definidas, não foi necessário a separação de blocos para o ensaio de contraprova.

4.2.2 Produção dos Blocos com as Composições Utilizadas

Pode-se observar a etapa de mistura dos traços sugeridos abaixo:

Foto 8 – Mistura dos traços sugeridos



Fonte: Autor (2023)

Com base na NBR 6136/2016, foram produzidos os corpos de prova utilizando a vibro prensa da fábrica, após, foram separados 6 blocos aleatoriamente, para serem levados ao laboratório do IFS. A dosagem do traço também foi acompanhada pelo responsável pela fábrica de blocos, a fim de garantir uma maior fidelidade às proporções definidas com base no método de dosagem desse estudo.

Sendo assim, após 24h de secagem em ambiente aberto, os blocos foram retirados e levados para o Instituto Federal de Sergipe, para serem preparados para o rompimento.

Pode-se observar os corpos de prova produzidos, abaixo:

Figura 14 – Composições executadas



Fonte: Autor (2023)

4.3 Materiais e Métodos- Dosagem dos Blocos

Para o estudo de dosagem e substituição dos agregados pelas composições propostas neste trabalho, foram utilizados os seguintes materiais, a saber:

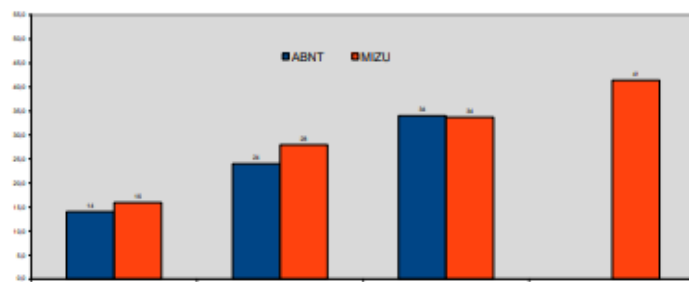
4.3.1 Cimento

Foi utilizado o cimento CPV ARI RS da marca MIZU. Proveniente do município de Pacatuba, com as seguintes especificações técnicas na figura abaixo:

Figura 15 – Controle estatístico Mizu

CONTROLE ESTATÍSTICO																	
Data:	Ensaio Químico					Resistência à Compressão				Ensaio Físico				Expansib.	Tempo de Pega		Consistência Normal
	Resíduo Insolúvel	Ponto ao Fogo	Óxido de Magnésio	Trióxido de Enxofre	Cal Livre	01 Dia	03 Dias	07 Dias	28 Dias	Massa Específica	Blaine	# 200	# 325	Quente	Início	Fim	
	%	P.F. ≤ 6,5	%	SO ₂ ≤ 4,5	%	MPa	MPa	MPa	MPa	g/cm ³	cm ² /g	%	%	mm	min	min	
MÉDIA	3,0	6,3	2,7	3,4	1,5	15,9	27,9	33,7	41,4	3,1	4.679	0,1	1,1	0,9	180	240	30,8
DESVIO PADRÃO	0,7	0,7	0,1	0,2	0,2	1,1	1,3	1,3	1,0	0,0	184	0,0	0,1	0,2	7	6	0,2
MÍNIMO	2,2	4,8	2,4	3,2	1,2	13,1	24,6	31,2	40,3	3,0	4.360	0,1	1,0	0,6	170	230	30,4
MÁXIMO	4,3	7,3	2,9	3,7	1,8	17,4	29,7	35,0	43,3	3,1	4.930	0,1	1,5	1,2	190	250	31,0
NBR 16697:2018	≤ 7,5	≤ 6,5	-	≤ 4,5	-	≥ 14,0	≥ 24,0	≥ 24,0	-	-	-	≤ 6,0	-	≤ 5,0	≥ 60	≤ 600	-

* No caso de cimentos resistentes a sulfatos derivados do cimento tipo CPV, não há limitação para R₁ e MgO.



COMPARATIVO: ABNT x MIZU		
IDADE	ABNT	MIZU
R1	14	16
R3	24	28
R7	34	34
R28		41

Fonte: MIZU,2023

4.3.2 Areia Média

A Areia média adquirida pela fábrica de blocos é proveniente do município de Santo Amaro das Brotas-SE

4.3.3 Pó de Pedra

O pó de pedra utilizado na fábrica de blocos é proveniente do município de São Cristóvão-SE

4.3.4 Traço utilizado

Para execução dos corpos de prova, o traço utilizado na fábrica foi adaptado para as composições de areia e pó de pedra sem que fosse feita a alteração no consumo de cimento, para isso, correlacionamos de volume para massa, posteriormente definimos os traços testes em massa e transformamos novamente em volume, para facilitar a execução in loco.

Pode-se observar nas tabelas a seguir:

Tabela 1 – Traço 4MPa utilizado na fábrica de blocos

TRAÇO PARA 1 SACO DE CIMENTO CPV	Litros
AREIA MÉDIA	100
BRITA 0	50
PÓ DE PEDRA	100

Fonte: Autor (2023)

Tabela 2 - Traços testes em litros

1 SACO DE CIMENTO CPV	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80
AREIA MÉDIA	181	158	135	113	90	68	45
PÓ DE PEDRA	54	80	107	134	161	187	214

Fonte: Autor (2023)

Foi utilizado arredondamento para valores inteiros, afim de facilitar a execução na fábrica, uma vez que permite um melhor entendimento por todos envolvidos no processo.

4.3.5 Método

4.3.5.1 Ensaio de resistência a compressão

Seguindo a NBR 12118/2013, foi utilizado pasta de cimento para regularização das faces de trabalho do corpo de prova, sobrepostos em folha de PVC com superfície plana, untada levemente com uma camada de óleo, verificando durante o processo o nivelamento de suas faces, garantindo os critérios definidos no item 6.2.1 desta norma.

O capeamento se divide em 2 etapas, primeiro é feito o capeamento da face inferior do bloco, após um período de 24h é feito a desforma da superfície, para ser feito o capeamento da superfície superior, e após um período de 24h, o corpo de prova pode prosseguir com as etapas do ensaio correspondente.

Pode-se observar a etapa de capeamento abaixo:

Figura 16 – Capeamento dos corpos de prova



Fonte: Autor (2023)

Após o processo de capeamento, o bloco é enfim levado para ser rompido na prensa do Laboratório de Materiais do IFS.

5 DISCUSSÕES E RESULTADOS

5.1 Área das baías de agregados

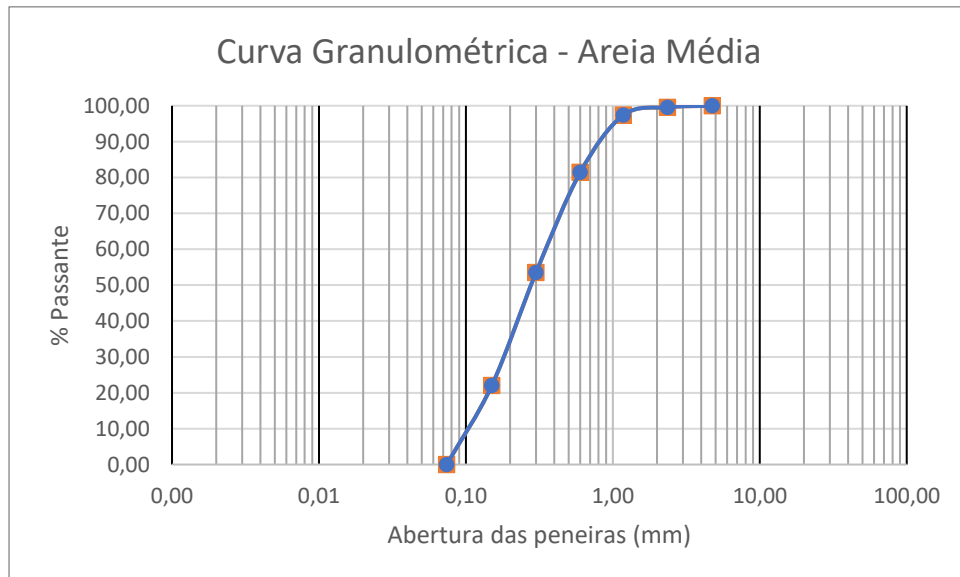
Como pontuado durante as visitas a fábrica de blocos, analisando a disposição da área, foi possível concluir que a drenagem do terreno estava em conflito com as baías de armazenamento de agregados, levando o curso d'água para dentro delas, prejudicando o processo produtivo, uma vez que o material estando saturado, o teor A/C da mistura ficaria comprometido devido à alta porcentagem de umidade do agregado.

5.2 Caracterização dos agregados utilizados

5.2.1 Granulometria – Areia Média

Pode-se observar a curva granulométrica da areia média abaixo:

Figura 17 - Curva Granulométrica da Areia Média



Fonte: Autor (2023)

Módulo de finura: 1,46

D_{máx}: 1,18mm

5.2.2 Massa unitária solta seca – Areia Média

Pode-se observar os resultados do ensaio de massa unitária solta seca da Areia Média abaixo:

Tabela 3 – Massa unitária seca solta – Areia Média

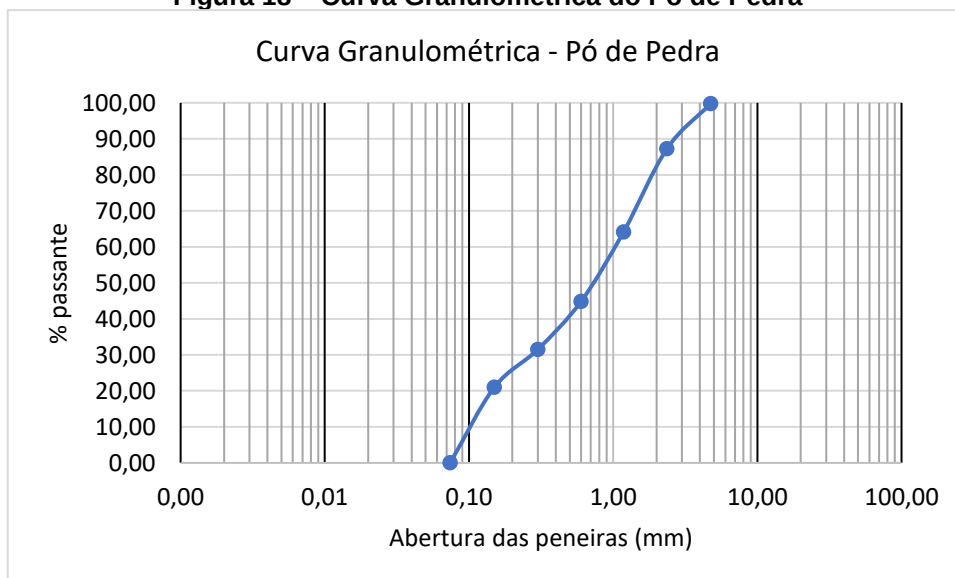
Determinação - Massa unitária seca solta			
Massa Unitária - Areia Média	a	B	c
VR-Volume do recipiente	15,827	15,827	15,827
Peso do recipiente (kg)	10,54	10,54	10,54
Peso do recipiente+Agregado (kg)	37,02	36,83	36,97
Massa unitária solta = $(M2-M1)/VR$	1,673090289	1,661085	1,66993113
Média da massa unitária seca solta (kg/dm^3)	1,668		

Fonte: Autor (2023)

5.2.3 Granulometria – Pó de Pedra

Pode-se observar a curva granulométrica do pó de pedra abaixo:

Figura 18 – Curva Granulométrica do Pó de Pedra



Fonte: Autor (2023)

Módulo de finura: 2,52

D_{máx}: 4,75mm

5.2.4 Massa unitária seca solta – Pó de Pedra

Pode-se observar os resultados do ensaio de massa unitária solta seca do pó de pedra abaixo:

Tabela 4 - Massa unitária seca solta – Pó de Pedra

Determinação - Massa unitária seca solta			
Massa Unitária - Pó de Brita	a	b	c
VR-Volume do recipiente	15,827	15,827	15,827
Peso do recipiente (kg)	10,54	10,54	10,54
Peso do recipiente+Agregado (kg)	32,99	32,69	32,7
Massa unitária solta = $(M2-M1)/VR$	1,418462122	1,399507	1,400139003
Média da massa unitária seca solta (kg/dm^3)	1,406		

Fonte: Autor (2023)

5.3 Massa unitária compactada – Método do Menor Número de Vazios

Após secar os agregados em estufa, foi dado prosseguimento ao ensaio da massa unitária compactada de acordo com a NM 45:2006.

Pode-se observar abaixo as proporções ensaiadas.

Foto 9 - Composições 80/20 a 20/80, da esquerda para direita, de cima para baixo



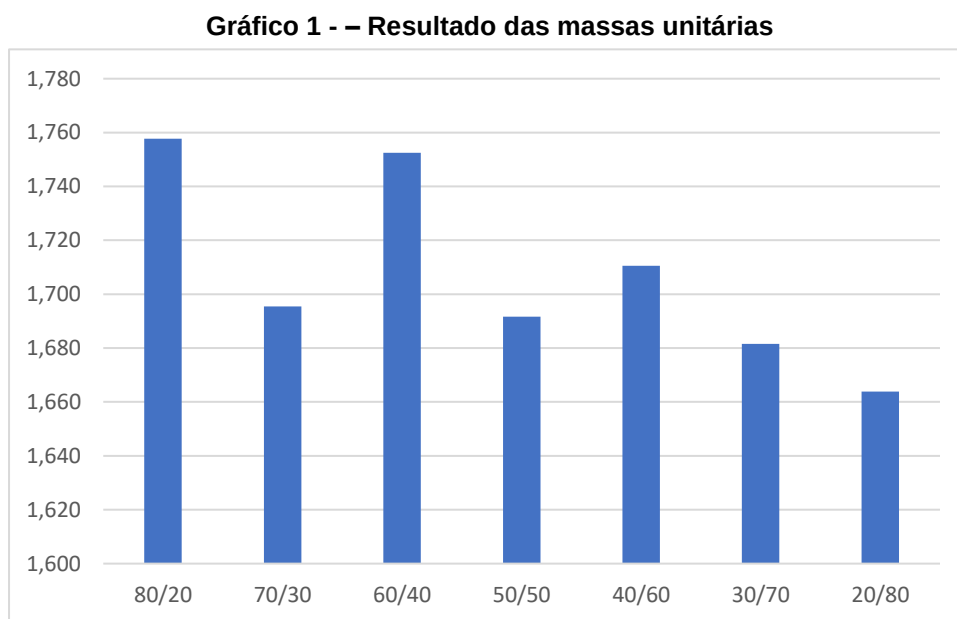
Fonte: Autor (2023)

Abaixo, pode-se verificar tabela e gráfico resumo com os resultados obtidos:

Tabela 5 – Resultados das massas unitárias compactadas

Determinação - Massa unitária compactada - NM 45:2006	
80/20	1,758
70/30	1,695
60/40	1,752
50/50	1,692
40/60	1,711
30/70	1,682
20/80	1,664

Fonte: Autor (2023)



Fonte: Autor (2023)

5.4 Análise dos corpos de provas

Abaixo, pode-se verificar corpo de prova após ruptura e durante o processo de ruptura no laboratório do Instituto Federal de Sergipe:

Foto 10 - Corpo de prova após ruptura



Fonte: Autor (2023)

Foto 11 - – Corpo de prova durante ensaio de compressão axial



Fonte: Autor (2023)

5.4.1 Composição 80/20

Ao executar o traço proposto, foi possível verificar que a mistura apesar de homogênea, possuía pouca compacidade, apresentando fissuração em suas extremidades, e se tornava quebradiço no processo de movimentação para a secagem. Após o processo de cura, foi analisado que os blocos se apresentaram com mais fissuração.

5.4.1.1 Ensaio de compressão axial

Abaixo, pode-se observar quadro resumo com os resultados obtidos:

Quadro 1 - Resultados do ensaio de compressão axial 80/20

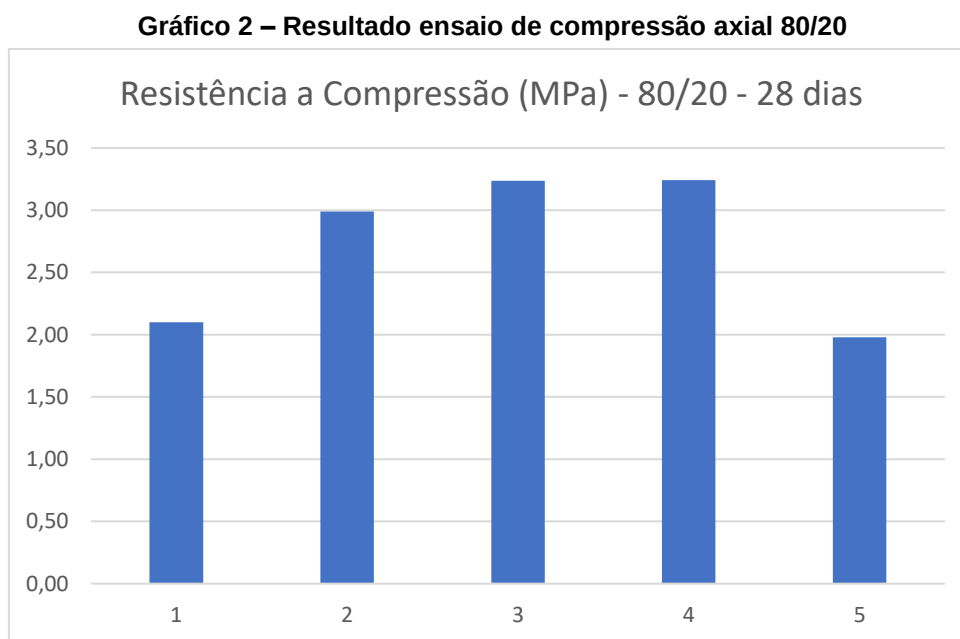
Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	85277,02	2,10
2	40600	121378,62	2,99
3	40600	131332,56	3,23
4	40600	131629,69	3,24
5	40600	80374,34	1,98

Fonte: Autor (2023)

Possivelmente a baixa porcentagem de pó de pedra no traço contribuiu para uma menor resistência obtida, apenas 2 dos 5 corpos de prova rompidos obtiveram a resistência para uso em vedação, superior a 3 MPa. Foi observado uma falta de coesão final do bloco, sendo provavelmente este um fator relevante para a

resistência obtida, uma vez que denota um excesso de vazios influenciando na perda de resistências.

Pode-se observar o gráfico representativo:



Fonte: Autor (2023)

5.4.2 Composição 70/30

Observou-se, após o processo de vibro prensagem, que a proporção 70/30 possuía boa aparência, com pouca rugosidade, fato que está associado com a boa composição granulométrica da mistura, os corpos de prova se mostraram coesos, sem aparências de trincas.

Após 28 dias, foi dado início ao processo de rompimento dos corpos de prova, onde pode-se verificar que 2 dos 6 corpos de prova obtiveram resistência $>10\text{MPa}$, fato importante, uma vez que a simplificação da dosagem conseguiu obter êxito nessa proporção, vale lembrar que, o bloco estrutural de concreto necessita de resistência $>10\text{MPa}$, e o bloco de concreto de vedação $>3\text{MPa}$, ou seja, o lote atingiu a resistência esperada para sua utilização tendo como $f_{bk,est} = 8,6\text{MPa}$, com base na NBR 6136.

5.4.2.1 Ensaio de compressão axial

Após o rompimento dos corpos de prova, foi obtido um $f_{bk,est}=8,6\text{MPa}$, tal resistência se dá ao fato de uma melhor relação entre o agregado miúdo e graúdo, ou seja, Areia Média e Pó de pedra. Vale lembrar que, por impossibilidade funcional da prensa disponibilizada pelo Instituto Federal de Sergipe, os corpos de prova 3 e 4 não romperam, com o ensaio sendo interrompido após não haver aumento da carga máxima de ruptura e não haver colapso do bloco. Visto a inviabilidade de um novo rompimento em outra prensa, foi optado por considerar a máxima carga de ruptura do ensaio como sua carga final.

Pode-se observar o quadro resumo:

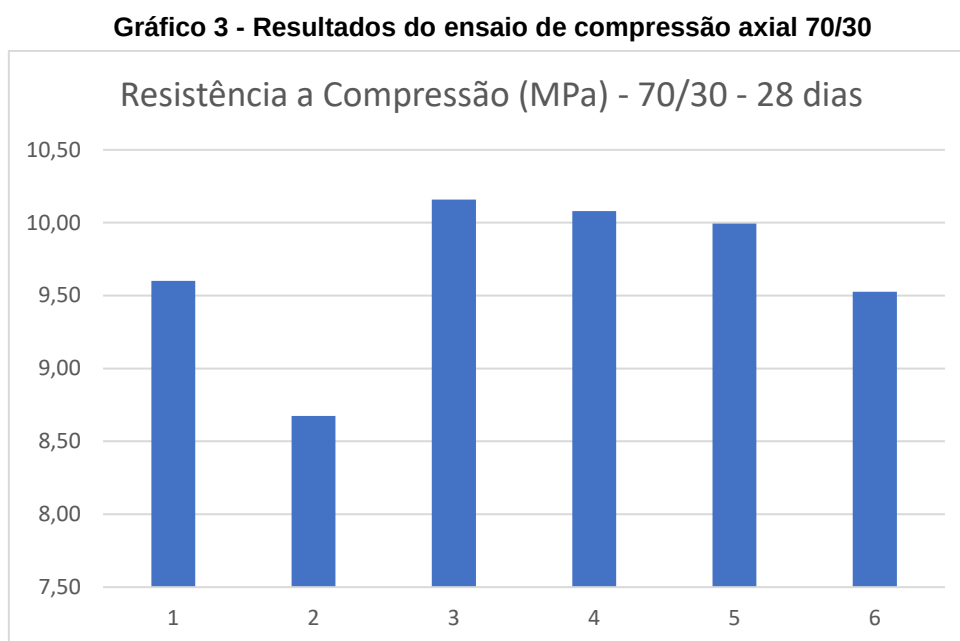
Quadro 2 - Resultado ensaio de compressão axial 70/30

Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	389837,81	9,60
2	40600	352201,03	8,67
3	40600	412469,41	10,16
4	40600	409250,47	10,08
5	40600	405783,91	9,99
6	40600	386767,44	9,53

Fonte: Autor (2023)

Uma vez que o objetivo da pesquisa e necessidade da fábrica não ultrapassa a resistência de 10MPa, foi decidido manter o resultado obtido na prensa do Instituto Federal de Sergipe.

Pode-se observar o gráfico representativo:



Fonte: Autor (2023)

5.4.3 Composição 60/40

Assim como o a proporção 70/30, a proporção 60/40 não apresentou fissuras após sua produção, sem aparência de rugosidades, logo, é considerado que houve uma boa relação entre agregado miúdo e graúdo.

Sendo assim, os corpos de prova foram rompidos após 28 dias, no Instituto Federal de Sergipe, porém, nenhum dos 6 corpos de prova foram efetivamente rompidos - já que ultrapassou o limite de carga do equipamento prensa - com todos os corpos de prova com resistências >10MPa, sendo assim, por meio do cálculo do fbk,est, temos a maior resistência nos ensaios, de 10,25 MPa.

5.4.3.1 Ensaio de compressão axial

Como observado, o ensaio de compressão axial foi interrompido ao atingir a carga máxima da prensa no rompimento dos blocos da proporção 60/40, sendo adotado

como resistência final a força máxima aplicada pela prensa, sendo assim, todos os blocos obtiveram resistência superior a 10MPa, resistência essa, máxima de produção da fábrica de blocos.

Pode-se observar o quadro resumo:

Quadro 3 - Resultados do ensaio de compressão axial 60/40

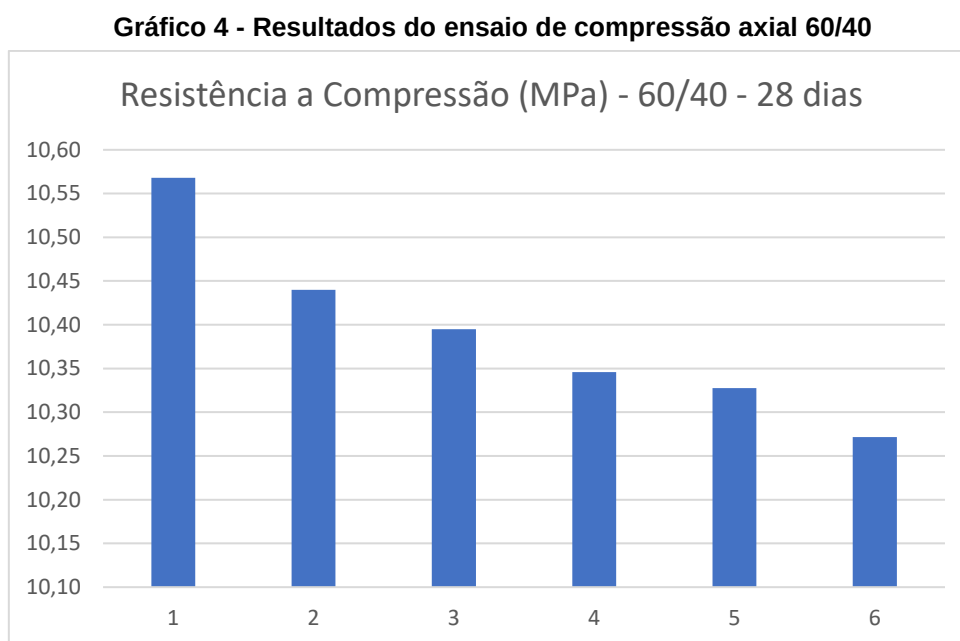
Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	429059,28	10,57
2	40600	423859,47	10,44
3	40600	422027,16	10,39
4	40600	420046,28	10,35
5	40600	419303,44	10,33
6	40600	417025,44	10,27

Fonte: Autor (2023)

Logo, pode-se considerar que um dos objetivos dessa monografia foi alcançado, a retirada do agregado brita 0, sem que a resistência final do bloco fosse reduzida, mantendo-se o consumo de cimento.

Se notou também que o aspecto coeso do bloco contribuiu para a resistência final alcançada, uma vez que indica um menor volume de vazios presentes no bloco, ou seja, uma boa relação entre agregados, contribuindo assim para o ganho de resistência.

Pode-se observar o gráfico representativo:



Fonte: Autor (2023)

5.4.4 Composição 50/50

Após a produção da proporção 50/50, foi notado que o bloco possuía algumas rugosidades, com sua superfície um pouco áspera. Tal fato, pode ter sido ocasionado devido a maior concentração de pó de pedra, reduzindo a contribuição da areia média, de preenchimento dos vazios.

De acordo com o cálculo do fbk, est, obtivemos a resistência de 8,63MPa, inferior a proporção 60/40, pontuamos que 1 dos 6 corpos de prova não rompeu, admitindo-se a maior força suportada durante o ensaio.

5.4.4.1 Ensaio de compressão axial

Após os rompimentos, podemos admitir que apesar de ter resultados inferiores ao 60/40, a proporção 50/50 se mostrou promissora, uma vez que obteve 1 corpo de prova que não foi rompido por completo.

Pode-se observar no quadro resumo:

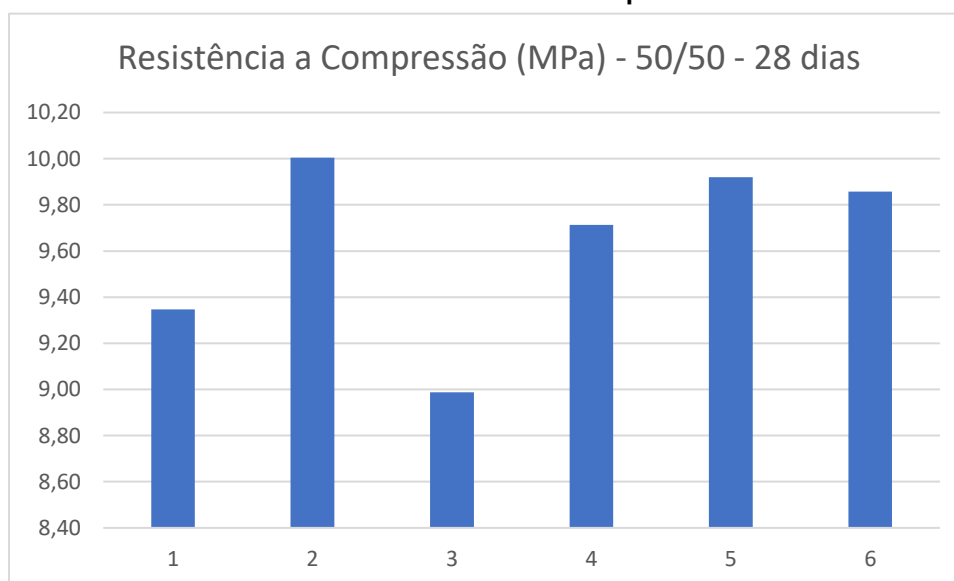
Quadro 4 - Resultados do ensaio de compressão axial 50/50

Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	379487,69	9,35
2	40600	406180,09	10,00
3	40600	364878,69	8,99
4	40600	394345,28	9,71
5	40600	402763,06	9,92
6	40600	400187,94	9,86

Fonte: Autor (2023)

Pode-se observar o gráfico representativo:

Gráfico 5 - Resultados do ensaio de compressão axial 50/50



Fonte: Autor (2023)

5.4.5 Composição 40/60

Análise dos corpos de prova 40/60

Após a saída da prensa, foi possível verificar uma menor coesão da proporção, assim como o traço 50/50, apresentava rugosidades em sua estrutura.

Após rompimento, foi calculado seu f_{bk} , $est = 4,26\text{MPa}$, resistência inferior as proporções 70/30, 60/40 e 50/50, porém, ainda com resistência para uso estrutural.

5.4.5.1 Ensaio de compressão axial

Podemos observar a queda da resistência em relação a proporções anteriores, a predominância do pó de pedra pode ter contribuído com a queda da resistência.

Pode-se observar no quadro resumo:

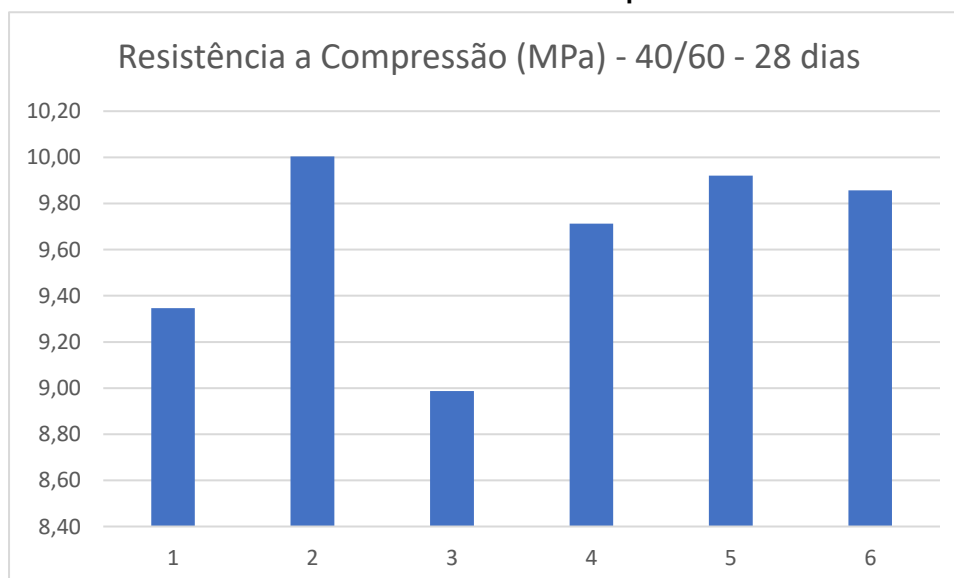
Quadro 5 - Resultados do ensaio de compressão axial 40/60

Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	257960,52	6,35
2	40600	247214,22	6,09
3	40600	192789,45	4,75
4	40600	199375,89	4,91
5	40600	252661,66	6,22
6	40600	219184,72	5,40

Fonte: Autor (2023)

Pode-se observar o gráfico representativo:

Gráfico 6 - Resultados do ensaio de compressão axial 40/60



Fonte: Autor (2023)

5.4.6 Composição 30/70

Análise dos corpos de prova 30/70

A rugosidade se manteve presente na proporção 30/70, após rompimento, foi calculado $f_{bk,est} = 3,18 \text{ MPa}$, podendo ser usado apenas para vedação.

5.4.6.1 Ensaio de compressão axial

Após rompimento, foi verificado a viabilidade de utilização apenas para vedação, tal fato pode estar relacionado com o volume de pó de brita presente na mistura.

Pode-se observar no quadro resumo:

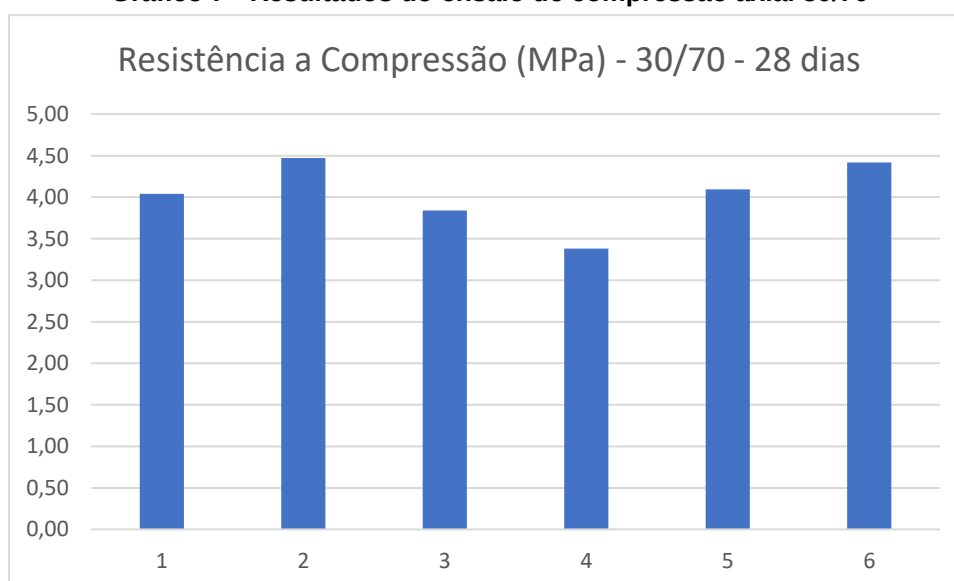
Quadro 6 - Resultados do ensaio de compressão axial 30/70

Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	164066,66	4,04
2	40600	181498,42	4,47
3	40600	155845,98	3,84
4	40600	137225,69	3,38
5	40600	166146,58	4,09
6	40600	179269,92	4,42

Fonte: Autor (2023)

Pode-se observar o gráfico representativo:

Gráfico 7 - Resultados do ensaio de compressão axial 30/70



Fonte: Autor (2023)

5.4.7 Composição 20/80

Por fim, ao analisar o corpos de prova 20/80, a rugosidade se manteve presente, e seu $f_{bk,est} = 4,58 \text{ MPa}$

5.4.7.1 Ensaio de compressão axial

Pode-se observar no quadro resumo:

Quadro 7 - Resultados do ensaio de compressão axial 20/80

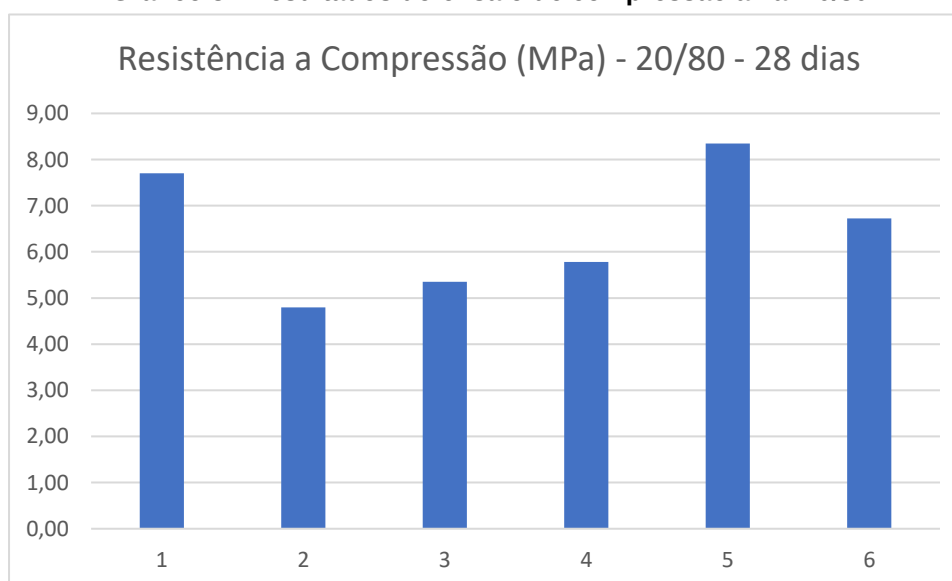
Corpo de prova	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)
1	40600	312632,88	7,70
2	40600	194770,34	4,80
3	40600	217352,41	5,35
4	40600	234784,17	5,78
5	40600	338780,53	8,34
6	40600	272916,19	6,72

Fonte: Autor (2023)

Sendo assim, tal proporção pode ser utilizada como estrutural, vale pontuar as resistências máximas de 8,34MPa e 7,70MPa

Pode-se observar o gráfico representativo:

Gráfico 8 - Resultados do ensaio de compressão axial 20/80



Fonte: Autor (2023)

5.4.8 Resultados dos ensaios de compressão axial

A seguir, pode-se verificar os resultados gerais:

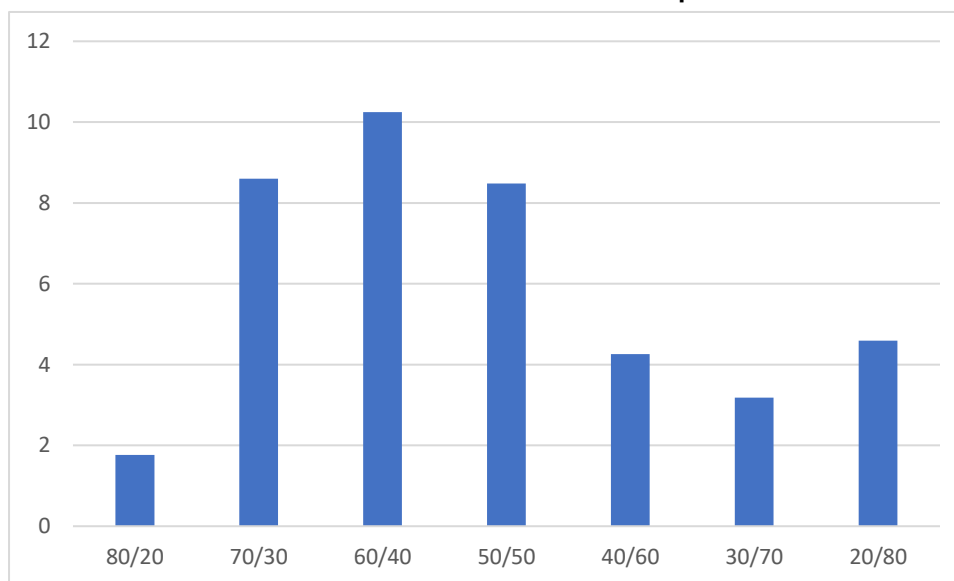
Quadro 8 - Resultados dos ensaios de compressão axial

Resultados Rompimentos (MPa)							
lotes	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80
CP1	2,1	9,6	10,57	9,35	6,35	4,04	8,085
CP2	2,99	8,67	10,44	10	6,09	4,47	4,8
CP3	3,23	10,16	10,39	8,99	4,75	3,84	5,35
CP4	3,24	10,08	10,35	9,71	4,91	4,09	5,78
CP5	1,98	9,99	10,33	9,92	6,22	3,38	8,34
CP6	2,708	9,53	10,27	9,86	5,4	4,42	6,72
fbk,est=	1,7622	8,6	10,25	8,48	4,26	3,18	4,5885
fb(1)*desv	1,7622	7,7163	9,1403	8,0011	4,2275	3,0082	4,272
							21 dias

Fonte: Autor (2023)

Pode-se observar o seguinte gráfico:

Gráfico 9 - Resultados dos ensaios de compressão axial



Fonte: Autor (2023)

6 SUGESTÕES

6.1 Baías de Agregados

Como pode-se observar abaixo, as baías não possuíam coberturas para proteção contra as chuvas.

Foto 12 – Cobertura dos agregados com lona



Fonte: Autor (2023)

Sendo assim, foi proposto a utilização de lonas, para reduzir a absorção de água pelo material, reduzindo a necessidade de adequação de traços em tempo chuvosos.

Além disso, foi proposto a regularização do terreno, por meio de corte, com auxílio da retroescavadeira. O serviço foi concluído após 2h de movimentação de solo, corrigindo os níveis da área de armazenagem, mitigando assim os prejuízos ocasionados pela drenagem incorreta da área

Como pode-se observar nas fotos a seguir:

Foto 13 - Caimento da área das baías



Fonte: Autor (2023)

Foto 14 – Correção do caimento da área das baias



Fonte: Autor (2023)

Pode-se observar acima a retroescavadeira corrigindo o caimento da região das baias.

6.2 Proposta de Melhoria de Layout da fábrica

6.2.1 Layout de Estoque

6.2.1.1 Aplicação da metodologia PePs (Primeiro que entra, é o primeiro que sai)

Ao analisar a disposição dos estoques da fábrica, foi possível verificar que não havia uma lógica de armazenagem, permanecendo lotes antigos (Primeiros a serem produzidos), atrás de lotes novos, sendo assim, no momento da retirada do palete, havia uma movimentação desnecessária de paletes a fim de chegar no palete do lote antigo, muitas vezes, o lote liberado para saída.

A solução encontrada foi a definição da orientação dos locais de armazenagem, mantendo o acesso a lotes que entraram na área de armazenagem primeiro, permitindo a movimentação da máquina responsável pela retirada na área de armazenagem.

6.3 Programa de Manutenção de Equipamentos

Segundo a Lei de Sitter, conhecida como Lei dos Cincos, a manutenção corretiva chega a ser cinco vezes mais cara que as manutenções preventivas, ou seja, a

ausência de planos de manutenção, aliados a cronogramas e registros de manutenções executadas, trazem prejuízos dos quais poderiam ser evitados tomando estas medidas.

Com base na NR 12, que em seu item 12.11.1, determina que as máquinas e equipamentos devem possuir periodicidade em suas manutenções, sendo elas determinada pelo fabricante, por profissional legalmente habilitado ou por profissional qualificado, visto que na fábrica em estudo não possuía registro de manutenções, nem cronogramas, gerando prejuízos, com atrasos de entregas, além de mão de obra ociosa, uma vez que as peças só passavam por substituição após vir a perder sua funcionalidade, ou seja, após vir a quebrar, podendo ocasionar danos em outras peças, foi proposto a elaboração de um programa de manutenções, sendo elas registradas em livro próprio, possuindo os seguintes dados, de acordo com o item 12.11.2 desta norma:

- a) intervenções realizadas;
- b) data da realização de cada intervenção;
- c) serviço realizado;
- d) peças reparadas ou substituídas;
- e) condições de segurança do equipamento;
- f) indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina; e
- g) nome do responsável pela execução das intervenções

Todas as informações devem seguir o manual do fabricante, após preenchimento, as fichas e cronogramas devem ser devidamente arquivados, para que seja mantida as condições de segurança e garantindo a vida útil da máquina, além do atendimento as normas vigentes.

6.4 Identificação dos Insumos

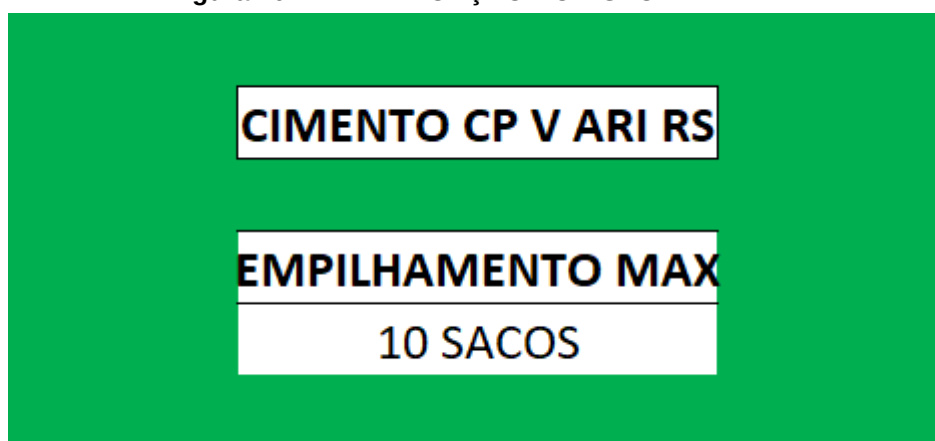
Propõe-se o seguinte modelo de identificação para os insumos, fazendo uso de cores, e informações, a fim de facilitar a compreensão:

Figura 19 – IDENTIFICAÇÃO PARA AGREGADOS



Fonte: Autor (2023)

Figura 20 – IDENTIFICAÇÃO DO AGLOMERANTE



Fonte: Autor (2023)

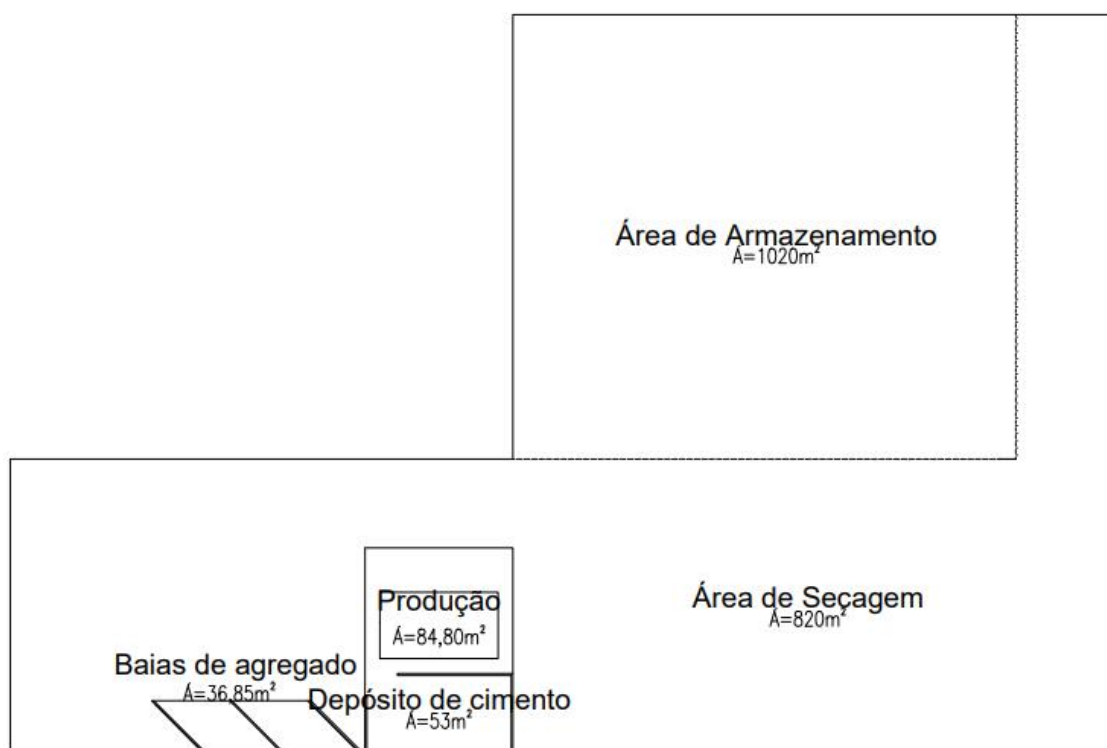
6.5 Sugestão de melhoria do Layout

A partir do Layout atual da fábrica, sugere-se melhorias, reduzindo deslocamentos anteriormente existentes, gerando uma proximidade entre o depósito de cimento e a área de produção. Além disso, sugere-se a adoção de 2 baias apenas, uma vez que a utilização de apenas 2 agregados é um dos objetivos do estudo.

Por fim, propõe-se a delimitação da área de secagem e área de armazenamento, mitigando conflitos existentes.

Pode-se observar layout sugerido abaixo:

Figura 21 – Layout sugerido



Fonte: Autor (2023)

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho obteve êxito, uma vez que foi possível verificar a proporção ideal de agregados, por meio do método de menor número de vazios, onde foi possível obter resistências superiores a 10MPa.

Na proporção 60/40, onde se obteve as maiores resistências, pontua-se que, a partir dessa relação entre agregados, é possível definir o consumo de cimento para resistências diversas, como 4MPa, 6MPa, 8MPa, e até mesmo 10MPa, otimizando o processo produtivo.

A definição da proporção ideal, elimina a necessidade de ensaios experimentais exaustivos no campo fabril, onde que, baseado apenas na experiência do responsável, gera custos e desperdícios de matéria prima desnecessários. É importante salientar que a comprovação da possibilidade de utilização de apenas 2 agregados, como areia média e pó de pedra, gera um melhor controle de abastecimento, mitigando imprevistos com fornecedores, reduzindo o número de baias, além de atender o desejo da retirada da brita 0 do processo produtivo, (preservação das partes das prensas).

Como observado, se pode definir proporções a serem utilizadas a partir do ensaio de massa unitária compactada, onde o segundo maior valor refletiu na maior resistência obtida no ensaio de compressão axial, a proporção 80/20, apesar de maior massa unitária, não obteve resistência suficiente para utilização, pois a alta proporção da areia, agregado miúdo, não contribuiu suficientemente para o ganho de resistência.

A adoção do planejamento e controle de manutenções também são de suma importância para a fábrica, uma vez que elimina a imprevisibilidade de possíveis falhas dos maquinários, além de evitar deteriorações em outros sistemas que não ocorreriam com o devido controle e planejamento. Pode-se pontuar que com planejamento, o custo da manutenção é inferior, pois é possível ter maior controle da compra, possibilitando obter menores preços e melhor planejamento da manutenção, sem que interfira na produção da fábrica, como define a Lei de Sitter.

A validação do Layout existente, sem necessidade de alteração das baias, propondo melhorias, contribui para um melhor processo produtivo, eliminando tarefas que não agregam valor. A definição de um estoque de acordo com a necessidade e fluxo de saída também é um fator determinante para a melhoria contínua da fábrica.

A aceitação das melhorias propostas, como adequação e correção da drenagem da área das baias, da proteção dos agregados em períodos de chuva, bem como identificação dos agregados e insumos é um ponto positivo, pois demonstra o interesse em melhorar suas disposições e por consequência, todo seu processo de produção.

Como sugestão, a proposta de um novo layout contribui para otimização das atividades exercidas no canteiro fabril.

Por fim, se conclui que a melhoria contínua de um processo produtivo se baseia na aceitação de novas ideias e metodologias, para que, por meio de análises e experimentações, a adaptação seja possível, a fim de garantir um produto de valor.

8 REFERÊNCIAS

VIEIRA, Braz Henrique Caino PROJETO DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: UM ESTUDO DE CASO / Braz Henrique Caino Vieira. 69 p.

FRASSON JUNIOR, Artemio. Proposta de metodologia de dosagem e controle produtivo de blocos de concreto para alvenaria estrutural. 2000. 145p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Estruturas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

Construção Civil gerou mais de 190 mil postos de trabalho formais em 2022. CBIC. 2023. Disponível em <[Construção Civil gerou mais de 190 mil postos de trabalho formais em 2022 - CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção](#)>. Acesso em: 10, Junho, 2023.

FELIPE, Alexandro dos Santos. F315c Contribuição para a otimização de traços de concreto utilizados na produção de blocos estruturais / Alexandro dos Santos Felipe. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010. 158 f. : il.

Materiais de construção / Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz. – São Paulo: Pini, 2012.

RODRIGUES, Públio Penna Firme, Fabricação de blocos pré-moldados de concreto 2.ed. para pavimentação. 2.ed. São Paulo, ABCP, 1995. 20p. ilus. 21cm. (BT-103)

VIEIRA, D.; JR, F. Análise da viabilidade das edificações em alvenaria estrutural em bloco de concreto e bloco cerâmico. [s.l: s.n.].

RAFAEL, D. et al. ALVENARIA ESTRUTURAL EM COMPARAÇÃO COM CONCRETO ARMADO: VIABILIDADE ECONÔMICA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS. [s.l: s.n.].

LAUERMANN, CAIO Estudo De Viabilidade Entre Alvenaria Estrutural E Estrutura Em Concreto Armado – Estudo De Caso De Edifícios Em Anápolis - GO. 60P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

JÚNIOR, S.; DA, J. P. Sobre a viabilidade técnica do uso de alvenaria estrutural: estudo de caso simulado em uma residência unifamiliar de dois pavimentos. UFERSA, 11 jun. 2021.

F 693.562 Ferreira Junior, Sylvio F383p Produção de blocos de concreto 3.ed. para alvenaria; prática recomendada. 3.ed. São Paulo, ABCP, 1995. 16p. ilus. 21cm. (BT-107)

GONÇALVES, L. S. .; CAZELLA, P. H. da S. .; AGIADO, A. C. .; PEDREIRO, M. R. de M. . ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA ESTRUTURAL. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 11, p. 2611–2618, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i11.7851. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/7851>. Acesso em: 17 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto - Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868: Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.