

## FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA COM MATERIAIS ALTERNATIVOS CONTENDO BORRA DE CAFÉ E MICROFIBRA<sup>1</sup>

Débora Bueno da Silva<sup>2</sup>

Pedro Lucio Bonifácio<sup>3</sup>

**RESUMO:** O uso de novos materiais na produção de blocos de concreto tem sido uma área de crescente interesse na construção civil. Este estudo aborda a exploração e utilização de diferentes materiais como adições ou substituições aos tradicionais agregados na fabricação de blocos de cimento. A pesquisa destaca a importância de encontrar alternativas viáveis e sustentáveis para melhorar as propriedades dos blocos de cimento. Novos materiais, como resíduos industriais, cinzas, escórias, plásticos reciclados e até mesmo materiais naturais modificados. Com o intuito de produzir novos materiais, foi feita uma mistura com os materiais de construção convencionais para bloco contendo resíduos convencionais orgânicos de baixo custo: borra de café e outra contendo microfibras de polipropileno. O objetivo principal baseou-se na criação de um método eficiente em que possamos produzir blocos resistentes e descrição de um novo protocolo referente a esses blocos “ecológicos”. Através do trabalho concluiu-se que é possível fabricar esses novos materiais dentro das normas específicas e contribuir para um ambiente sustentável na construção civil. Com essa pesquisa, espera-se que esses blocos sirvam de estímulo para trabalhos sustentáveis na área.

4190

**Palavras-chave:** Bloco ecológico. Economia. Resistência. Novos materiais.

### I INTRODUÇÃO

A produção de blocos de cimento tem sido um pilar fundamental na indústria da construção, proporcionando estruturas duráveis e confiáveis ao redor do mundo. Recentemente, o campo da engenharia civil tem testemunhado uma revolução silenciosa à medida que novos materiais e misturas inovadoras têm sido introduzidos no processo de produção de blocos de cimento. Esses avanços não apenas buscam aprimorar a qualidade e resistência dos blocos, mas também visam reduzir o impacto ambiental dessa indústria fundamental.

Tradicionalmente, a produção de blocos de cimento envolve a mistura de cimento Portland, areia, pedra britada e água. No entanto, com a constante evolução da ciência dos

---

<sup>1</sup>Artigo submetido em 24/15/2024, e apresentado à Libertas – Faculdades Integradas, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Civil.

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil pela Libertas – Faculdades Integradas

<sup>3</sup>Professor-orientador. Doutor em Físico-Química de Materiais. Docente na Libertas – Faculdades Integradas.

materiais, novos componentes e aditivos estão sendo incorporados a essas misturas, prometendo melhorar propriedades como resistência à compressão, durabilidade e até mesmo a sustentabilidade ambiental (GOMES, 2017).

Um dos materiais emergentes nesse cenário são os geopolémeros, que oferecem uma alternativa intrigante ao cimento Portland convencional. Esses materiais, muitas vezes baseados em cinzas de resíduos industriais ou minerais, têm mostrado potencial para produzir blocos de cimento com resistência comparável ou superior, enquanto reduzem significativamente a pegada de carbono associada à produção de cimento.

Além disso, a incorporação de fibras de diferentes materiais, como plástico reciclado, fibras naturais ou metálicas, tem demonstrado melhorar a tenacidade e resistência à tração dos blocos de cimento, oferecendo soluções mais robustas para diversas aplicações na construção (BRITO, 2017).

Contudo, essa busca por novos materiais não se limita apenas à resistência e durabilidade. A sustentabilidade ambiental desempenha um papel crucial nessa inovação. Materiais reciclados, como escórias de alto-forno, cinzas volantes e até mesmo plásticos reciclados, estão sendo testados como componentes viáveis para produção de blocos de cimento, reduzindo a quantidade de resíduos e promovendo uma abordagem mais eco-friendly na construção civil (MEICHTRY, 2023).

4191

Este trabalho foi feito através de uma pesquisa de cunho experimental de caráter quantitativo e qualitativo, com o objetivo de detalhar um protocolo de fabricação de blocos de cimentos com novas misturas contendo borra de café, e outro com microfibras de polipropileno. A justificativa da pesquisa baseia-se na reutilização desses materiais, uma vez que já há trabalhos que sinalizam os usos desses para fabricação massas contendo cimento. Com os dados da pesquisa concluiu-se que é possível fabricar esses novos materiais dentro das normas específicas e contribuir para um ambiente sustentável na construção civil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção serão abordados os principais temas relacionados a fabricação de blocos contendo materiais alternativo.

## 2.1 Bloco de alvenaria

Os blocos de concreto surgiram nos Estados Unidos no século XIX (PCA, 1988 apud Medeiros, 1993), já 1940 os primeiros registros foram encontrados dos blocos no Brasil. Segundo Sousa (2001) é de grande interesse os blocos de concreto na construção civil, pois o mesmo é de custo baixo, que tem um baixo teor energético incorporado à sua produção.

Os materiais utilizados no bloco de concreto se resume em quatro componentes: agregado graúdo, agregado miúdo, água, aglomerante, aditivos.

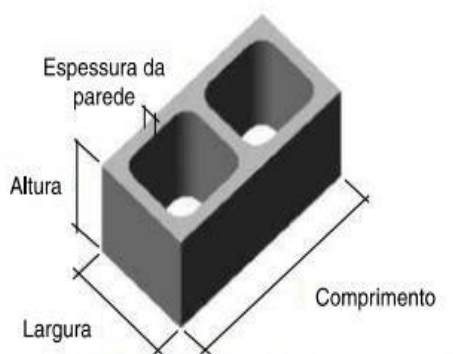
A dosagem é um estudo para ter uma quantidade correta de materiais, para obter um concreto e ter uma qualidade desejada nas quais são: coesão no estado fresco e transportado sem que seu formato seja modificado e que a resistência seja adaptável para a aplicação que vai ser destinada. O equipamento para a fabricação dos blocos é a vibro prensa, que é a vibração associada à prensa. São separados em três etapas, a primeira que é o preenchimento do molde, a segunda função influencia o adensamento e por último o acabamento do bloco (Sousa, 2001). A vibração é conforme o tamanho do bloco e da sua capacidade de resistência , o tempo varia de máquina de bloco e da característica no concreto fresco, sendo que esse processo é rigoroso controlado.

4192

Após a fabricação dos blocos, os mesmos devem passar pelo processo de cura. Que é uma etapa muito importante, pois é onde vai dá a resistência no bloco. Nessa fase de cura demanda das condições climáticas ,pois os blocos têm que ser hidratado corretamente. Segundo Tango (1984), qualquer alteração nas condições pode afetar as características finais dos blocos. Conforme o estudo de Mehta e Monteiro (2008) considera que o tempo mínimo para a cura do bloco de concreto contendo cimento Portland é de sete dias.

Conforme a norma ABNT NBR 6136 (2016, atualizada) estabelece as características mínimas físicas e mecânicas dos blocos de concreto simples de alvenaria sem função estrutural, segundo a norma o bloco deve se enquadrar na classe C (bloco com resistência à compressão igual ou maior que 3 MPa). Conforme Aïtcin (2000) e Carmo (2006) a várias vantagens na utilização de materiais cimentícios que podem substituir o cimento Portland parcialmente(Moslemi, 1989), pois o cimento é o material mais caro do bloco segundo Oliveira (2000), Segundo a Norma da ABNT NBR 6136 o bloco vazado de concreto simples. Tem uma área líquida igual ou inferior a 75 % da área bruta, conforme a figura 01.

**Figura 01:** Bloco de Alvenaria formato adequado



**Fonte:** ABNT-NBR 6036-2016

As dimensões do bloco de alvenaria por exemplo (190 mm x 190 mm x 390 mm)

Materiais para a fabricação de concreto:

- Cimento – Somente cimento que obedecem às especificações brasileiras para cimento;
- Água – Deve atender aos requisitos da ABNT NBR 15900 – 1;
- Agregado – Tanto o agregado graúdo deve está dentro com a ABNT NBR 11768;
- Aditivos e adições – Os aditivos não podem conter sibstancia potencialmente capazes de promover a deterioração do concreto dos blocos ou materiais próximos;
- Outros requisitos: Os blocos devem ser fabricados e curados que assegurem a obtenção de um concreto suficientemente homogêneo e compactos, de modo a atender a todas as exigências deste Normas.

4193

**Tabela 1 –** Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>A</sup> mm	Espessura equivalentes <sup>B</sup> mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135

**Fonte:** Norma Brasileira ANBR NBR 6136

## 2.2 Bloco Ecológico

A indústria da construção Civil tem se desenvolvido na reutilização de materiais recicláveis, dentro dos materiais a serem reutilizados na obra os pneus tem um destaque pela forma que teve de proporcionar uma diminuição que causa no meio ambiente. Segundo as informações do Departamento Nacional de Trânsito (BRASIL, 2013), o Brasil possui cerca de 76,17 milhões de veículos registrados. Estima-se que a cada 2,61 habitantes um tem automóvel, sendo que no Brasil tem 198,360 milhões de habitantes. O crescimento de veículos tem aumentado significativamente com isso o aumento no consumo de pneus vem crescendo, o que gera resíduos de borracha até mesmo durante o processo de recauchutagem.

Com vários estudos que teve para uma destinação de resíduos de borracha de pneus na construção, como no asfalto que tem melhorias conforme (FIORITI et al., 2010). Como esses estudos Fioriti e Akasaki (2004) teve a ideia de aproveitar o resíduo de pneus na fabricação de blocos de concreto.

O reuso dos resíduos de borracha de pneus nos blocos de concreto, também foi avaliado por Santos e Borja (2005). Com os testes de traços diferentes os resultados foram: com 5% substituindo-se o agregado miúdo o resíduo de pneus coletado teve a resistência à compressão chegou no valor de 7,09 MPa, nos outros testes de 10% e 15% de resíduos os resultados foram que teve queda na resistência à compressão. Foi feito uma análise por Rodriguez et al. (2006) para classificar se tem compostos químicos inorgânicos nas placas de borracha utilizando os testes de lixiviação, que teve o resultado que não tinha nenhum metal pesado para a natureza. Também teve outra análise feita por Pedro et al. (2012) para ver qual foi a influência que o resíduo fino de borracha de pneus teve na argamassa de revestimento de parede. Que resultou negativamente, pois as partículas de borrachas prejudicaram à resistência à compressão e a tração na flexão, mas a argamassa teve um melhor desempenho na deformabilidade e ter maior capacidade de absorver a energia de impactos.

## 2.3 Os blocos ecológicos no contexto nacional

A origem das primeiras iniciativas de conservação ambiental no Brasil data do século XIX, quando foram criadas áreas protegidas, como parques nacionais. No entanto, foi a partir dos anos 1970 que o movimento ambientalista ganhou maior expressão, impulsionado por preocupações com o desmatamento, a poluição e a degradação dos recursos naturais.

O Brasil possui uma vasta legislação ambiental que vai desde a Constituição Federal de 1988 até leis específicas, como o Código Florestal e a Lei de Proteção da Biodiversidade. Além disso, foram estabelecidos órgãos de fiscalização e gestão ambiental, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo nas áreas de conservação no Brasil, com a criação de novas unidades de conservação, reservas biológicas e áreas de proteção ambiental. Esse processo foi impulsionado por iniciativas governamentais, ONGs ambientalistas e pela crescente conscientização da sociedade civil.

O bloco ecológico no Brasil lida com inúmeros desafios, incluindo o desmatamento ilegal, a expansão descontrolada da agricultura e a escassez de recursos para a gestão eficiente das áreas protegidas. Além disso, a pressão por crescimento econômico frequentemente conflita com a necessidade de preservar o meio ambiente.

#### **2.4 Novas misturas para fabricação de blocos**

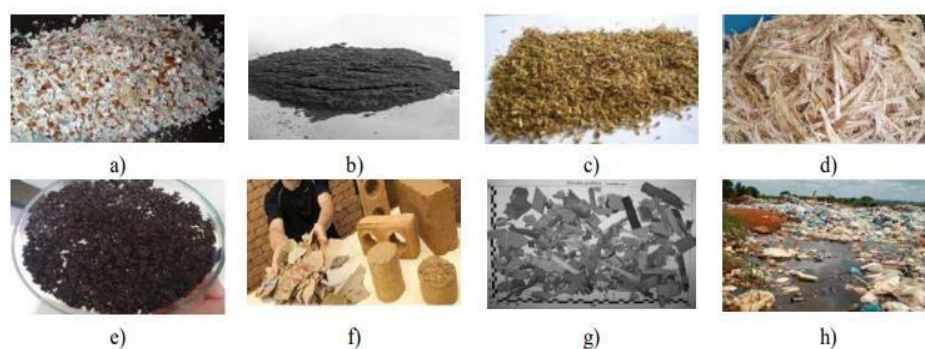
A incorporação de materiais reciclados na produção de blocos de cimento tem ganhado destaque como uma prática fundamental na construção sustentável. Diversos materiais provenientes de fontes recicláveis são introduzidos nas misturas de cimento, não apenas visando aprimorar suas propriedades, mas também reduzindo o impacto ambiental da indústria da construção.

Entre esses materiais, destacam-se os resíduos de vidro, plástico, borracha e metal, que, após passarem por processos de reciclagem, são triturados e incorporados às misturas de cimento. O vidro reciclado, por exemplo, quando moído em partículas finas, atua como um agregado na composição, conferindo não apenas resistência, mas também um acabamento estético diferenciado aos blocos de cimento (JARDIM, 2019).

Segundo o estudo de Werdine (2021) a introdução de novas misturas de solo-cimento usando materiais reciclados, dependendo das proporções e tipo de materiais leva a uma produção de blocos com melhorias significativas na resistência e durabilidade desses materiais de construção. Sendo assim, é de grande importância continuar testes e pesquisas na área, pois além de resolver um problema ambiental, ajuda na produção de novos materiais para a construção civil (WERDINE, 2021).

Sendo assim, os blocos de solo-cimento oferecem uma vantagem significativa: a capacidade de incorporar diversos materiais na mistura, especialmente materiais descartáveis, fator crucial para a construção sustentável. A análise bibliográfica destacou os principais resíduos orgânicos, como cascas de ovos ou cinzas, cascas de arroz, bagaço de malte e cana-de-açúcar, cinzas de caldeira, resíduos da indústria do papel, resíduos de madeira e lixo orgânico de aterros (ver Figura 2).

**Figura 02:** Materiais que podem ser incorporados na mistura solo-cimento em blocos



a) casca de ovo	b) cinzas casca de ovo	c) bagaço de malte	d) bagaço de cana-de-açúcar
e) cinza de caldeira	f) sacos de cimento	g) madeira	h) orgânicos

**Fonte:** Adaptado de Ferreira, 2018

As cascas de ovos, geradas por incubadoras de aves, padarias e restaurantes, representam um problema ambiental quando descartadas no meio ambiente. Com uma composição química rica em cálcio, quase idêntica à pedra calcária, por isso pode ser usada em misturas (FERREIRA, 2018).

O bloco ecológico deste presente trabalho se assemelha muito com materiais descritos na literatura, observando que será usado pedrisco, areia, cimento, água e para mistura: Borra de café, palha de café e microfibras.

### 2.5 Métodos de produção de blocos de concreto

Os principais métodos de fabricação de blocos de concreto no Brasil são a produção manual e a produção com equipamentos, que podem ser automatizados ou não, conhecidos como vibro-prensas. De acordo com Prazeres (2018), a produção manual se caracteriza pelo uso de

moldes de plástico, metal ou madeira. Esses moldes são preenchidos com concreto de alta consistência, preparado em betoneira ou manualmente. Em seguida, o concreto é compactado para eliminar os vazios, utilizando um equipamento específico para esse fim, que pode ser uma prancha de madeira lisa. Por fim, os blocos são cuidadosamente retirados dos moldes e colocados em um local protegido das intempéries, permitindo uma cura adequada.

**Figura 03** - Molde para fabricação de bloco de concreto.



**Fonte:** USIMAK, 2024.

Apesar de serem mais econômicos, os métodos manuais não produzem blocos de concreto adequados para funções estruturais. Isso ocorre porque a compactação realizada nesses processos não é suficiente para assegurar um alto nível de densidade das partículas do concreto "seco" utilizado. Assim, o produto final não atinge a resistência à compressão, a absorção de água e a textura necessárias para uso estrutural (PRAZERES,2018).

4197

Nesse sentido equipamentos como a vibro-prensa otimiza a produção desses blocos, por resolver problemas conforme relatados acima. Contudo, o funcionamento da vibro-prensa é citado por Sousa (2001) em seu trabalho:

As vibro-prensas recebem esta denominação devido ao mecanismo de funcionamento empregado durante o processo de moldagem dos blocos: vibração associada à prensagem. A primeira função é responsável pelo preenchimento e adensamento da mistura nos moldes, e a segunda, influencia o adensamento e o controle da altura dos blocos (acabamento).” (SOUSA, 2001, p. 9).

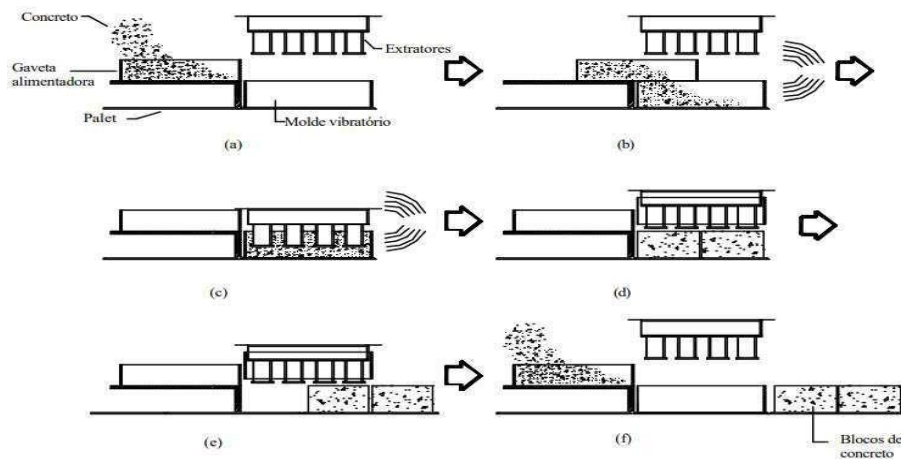
A produção por meio das vibro-prensas é realizada, conforme Salvador Filho (2007), por meio do maquinário que realiza a vibração e compressão do concreto durante a confecção dos blocos de concreto. O maquinário apresenta dois elementos que são responsáveis pela forma dos blocos: os moldes e os pentes. O concreto em seu estado fresco é levado até o molde, onde é vibrado e prensado pelos extratores na direção vertical. O molde é suspenso, enquanto os pentes



ficam imóveis mantendo os blocos sobre o paletê. Por fim, os extratores são elevados, e o paletê é retirado, com as unidades. Para dar continuidade ao processo, outro paletê é posicionado no local e dá-se início a outro ciclo de produção. A quantidade de blocos por ciclo depende do tipo de maquinário utilizado e das dimensões dos equipamentos (SALVADOR FILHO,2007).

A figura abaixo exemplifica o processo, conforme a ordem:

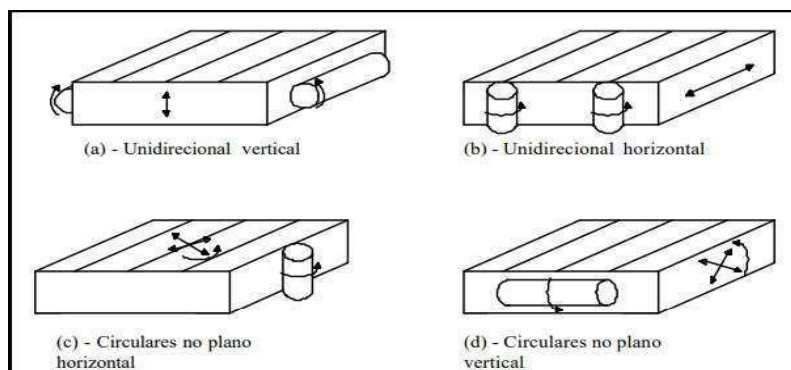
**Figura 04** - Sequência básica de funcionamento de uma vibro-prensa automática.



**Fonte:** Adaptado de Sousa, 2001

O mecanismo de vibração das vibro-prensas impacta diretamente as propriedades dos componentes moldados. Os principais parâmetros que caracterizam a vibração e influenciam o processo são: direção, amplitude, velocidade, aceleração e tempo de compactação. Em relação à direção, as vibro-prensas podem ser classificadas como unidirecionais ou circulares, tanto no plano horizontal quanto no vertical. Esses parâmetros, que estão intimamente relacionados, têm uma influência significativa em todo o processo de fabricação dos blocos de concreto (SOUSA, 2001).

**Figura 05** - Classificação das vibro-prensas quanto à direção.



**Fonte:** SOUSA, 2001

A produção com vibro-prensas, por outro lado, destaca-se por proporcionar um maior grau de compactação das peças pré-moldadas. Isso permite que o produto final apresente melhores características físico-mecânicas, como resistência, arestas bem definidas e adequada absorção, atendendo aos rigorosos requisitos normativos para blocos com função estrutural (FRASSON Jr., 2000).

## 2.6 Padronização na fabricação do bloco de concreto

Os blocos de concreto devem ser vazados para permitir a passagem de instalações e a posterior aplicação do graute. Além disso, os furos proporcionam uma maior economia durante o assentamento, pois requerem menos argamassa no processo. Outro ponto crucial dos blocos de concreto vazados é a especificação das dimensões, que se baseiam na largura. Com essas padronizações, os blocos são categorizados em famílias, que são definidas pela fixação da largura e altura e pela variação do comprimento. A família inclui blocos inteiros, meios blocos, e blocos de amarração em T e L para encontros de paredes, além de blocos compensadores para ajustes na modulação. As dimensões padronizadas dos blocos têm uma tolerância de 2mm para a largura e de 3mm para a altura e o comprimento (ABNT, 2014).

4199

Os blocos devem ser fabricados e curados por processos que garantam um concreto homogêneo e compacto, com arestas bem definidas e sem trincas ou outras patologias que possam comprometer o assentamento, a resistência ou a durabilidade. O transporte deve preservar a qualidade do material e garantir que todas as especificações do lote, como classe, resistência à compressão e dimensões, estejam presentes (ABNT, 2014).

A modulação é o planejamento da alvenaria a partir de uma unidade modular, ou seja, o bloco padrão.

Como requisitos específicos, a NBR 6136 define quais tipos de água, agregados e cimento podem ser utilizados na produção de blocos de concreto, além das dimensões e características físico-mecânicas mais relevantes. As dimensões nominais dos blocos vazados de concreto, tanto modulares quanto submodulares, devem seguir as modulações conforme especificado no Tabela I.

**Tabela 01 - Dimensões nominais para blocos de concreto.**

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
		Melo	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	190	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-		
Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-		

NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de  $\pm 3,0$  mm para a altura e para o comprimento.

NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873.

NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.

Fonte: ABNT, 2014

Na tabela 02 , determina-se a espessura mínima de acordo com o tipo de classe do bloco 4200 em questão, com uma tolerância permitida nas dimensões da parede de 1,0 mm para cada valor (ABNT, 2014):

**Tabela 02 - Classes, larguras e espessuras mínimas para blocos de concreto**

Classe	Largura Nominal mm	Paredes Longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135

Fonte: ABNT, 2014.

**Tabela 03-** Classes, larguras e espessuras mínimas para blocos de concreto (Continuação)

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> mm
C	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113

<sup>a</sup> Média das medidas as paredes tomadas no ponto mais estreito

<sup>b</sup> Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: ABNT, 2014.

A menor dimensão do furo para as classes A e B, atendidas as demais exigências da ABNT NBR 6136:2014, devem obedecer aos critérios abaixo:

- Dfuro > 70 mm, para blocos de 140 mm;
- Dfuro > 110 mm, para blocos de 190 mm.

Para os requisitos físico-mecânicos, os blocos devem atingir aos limites de resistência, absorção de água e retração linear estipulados na tabela 4 de acordo com o tipo de classificação adotada para o determinado bloco (ABNT, 2014). 4201

**Tabela 04 -** Requisitos para resistência à compressão, absorção de água e retração linear.

Classificação	Classe	Resistência característica compressão Mpa axial <sup>a</sup>	Absorção %				Retração <sup>d</sup> %
			Agregado normal <sup>b</sup>		Agregado Leve <sup>c</sup>		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	fck ≥ 8,0	≤ 8,0	≤ 6,0	≤ 16,00	≤ 13,00	≤ 0,065
	B	4,0 ≤ fck < 8,0	≤ 10,0	≤ 8,0			
Com ou sem função estrutural	C	fck ≥ 3,0	≤ 12,0	≤ 10,00			

<sup>a</sup> Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias,

<sup>b</sup> Blocos fabricados com agregado normal, (ver definição na ABNT NBR 9935),

<sup>c</sup> Blocos fabricados com agregado leve, (ver definição na AABNT NBR 9935),

<sup>d</sup> Ensaio facultativo

Fonte: ABNT, 2014.

Como vantagem o bloco de concreto vazado, não contém fundo, viabiliza o aproveitamento dos furos, os quais ficam alinhados na vertical, para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas, sem a necessidade de quebrar os blocos. Outra vantagem consiste em uma maior velocidade no levantamento de paredes, devido ao maior tamanho das peças, quando comparadas aos blocos cerâmicos.

## 2.7 Agregado: Fibras Poliméricas

As fibras poliméricas ou sintéticas são tipos de fibras artificiais, conforme explicado por Figueiredo (2011), produzidas através de processos químicos e físicos para formar cadeias poliméricas, podendo apresentar uma variedade de arranjos moleculares devido à diversidade de modelos estruturais dos polímeros. Um exemplo representativo dessa categoria são as fibras de polipropileno, que têm recebido cada vez mais atenção. Elas são divididas em dois tipos principais: microfibras e macrofibras (FIGUEIREDO, 2011).

As microfibras de polipropileno podem se manifestar como monofilamentos, ou seja, fios simples cortados em comprimentos padronizados, ou como fibriladas, que consistem em malhas formadas por finos filamentos de seção retangular. Por outro lado, as macrofibras são compostas por um grande número de fibras agrupadas e unidas por uma fita externa. 4202

**Figura 06** - Tipos de fibras poliméricas. (a) fibras fibriladas, (b) macrofibras.



**Fonte:** FIGUEIREDO, 2011.

Outro método de classificação das fibras é de acordo com seu módulo de elasticidade, assim, as fibras que apresentam módulo de elasticidade inferior ao do concreto endurecido são classificadas como fibras de baixo módulo, entretanto, as fibras que apresentam maior módulo de elasticidade em relação ao concreto são conhecidas como fibras de alto módulo, e estas

características dependem unicamente da composição química de cada material (FIGUEIREDO, 2011).

Segue abaixo uma tabela para comparação entre dados físicos das fibras e suas respectivas matrizes para melhor entendimento das vantagens da adição de fibras nas matrizes cimentícias:

**Tabela 05** - Características físicas das fibras e matrizes.

Material or fibre	Relative density	Diameter or or thickness (microns)	Length (mm)	Elastic modulus (GPa)	Tensile strength (MPa)	Failure strain (%)	Volume in composite (%)
Mortar matrix	1.8-2.0	300-5000	-	10 - 30	1 - 10	0.01 - 0.05	85 - 97
Concrete matrix	1.8-2.4	10000-20000	-	20 - 40	1 - 4	0.01 - 0.02	97 - 99.9
Aromatic polyamide (aramid)							
(aramid)	1.45	10 - 15	5 <sup>c</sup> continuous	70 - 130	2900	2 - 4	1 - 5
Asbestos	2.55	0.02-30	5 - 40	164	200 - 1800	2 - 3	5 - 15
Carbon	1.16-1.95	7 - 18	3 <sup>c</sup> continuous	30 - 390	600 - 2700	0.5 - 2.4	3 - 5
Cellulose	1.5	20-120	0.5-5.0	10 - 50	300 - 1000	20	5 - 15
Glass	2.7	12.5	10 - 50	70	600 - 2500	3.6	3 - 7
Polyacrylonitrile (PAN)	1.16	13-104	6	17 - 20	900 - 1000	8 - 11	2 - 10
Polyethylene pulp	0.91	1 - 20	1	-	-	-	3 - 7
HDPE filament	0.96	900	3 - 5	5	200	-	2 - 4
Higt modulus Polypropylene	0.96	20-50	continuous	10 - 30	> 400	> 4	5 - 10
Monofilament	0.91	20-100	3 - 20	4	-	-	0.1 - 0.2
Chopped film	0.91	20-100	3 - 50	5	300 - 500	10	0.1 - 1.0
Continuous nets	0.91 - 0.93	20-100	continuous	5 - 15	300 - 500	10	5 - 10
Polyvinyl alcohol (PVA, PVOH)	1 - 3	3 - 8	2 - 6	12 - 40	700 - 1500	-	2 - 3
Steel	7.86	100-600	10 - 60	200	700 - 2000	3 - 5	0.3 - 2.0

Fonte: DOMONE; ILLSTON, 2010.

## 2.8 Agregado: Borra de Café

De acordo com Silva, Ascheri e Pereira (2008), a composição química média do café torrado e moído se apresenta como na Tabela 10. Estima-se que esta composição se assemelhe à da borra de café (SILVA, 2008).

**Tabela 06 :** Composição centesimal do pó de café (borra)

Composição em (g/100g)	Pó de café
Umidade	4,89±0,01
Lípídeos	11,60±0,02
Proteína Bruta	15,75±0,03
Carboidratos totais <sup>1</sup>	62,92±0,09
Cinzas	4,84±0,01
Fibras totais	14,22±0,20
Valor Calórico <sup>2</sup>	419,08±0,09

**Fonte:** Adaptado de SILVA; ASCHERI; PEREIRA, 2008

Quanto ao uso da borra de café em pesquisas científicas, são poucos trabalhos que apresentam suas misturas em concreto, já apresentados em seção anterior.

### 3. METODOLOGIA

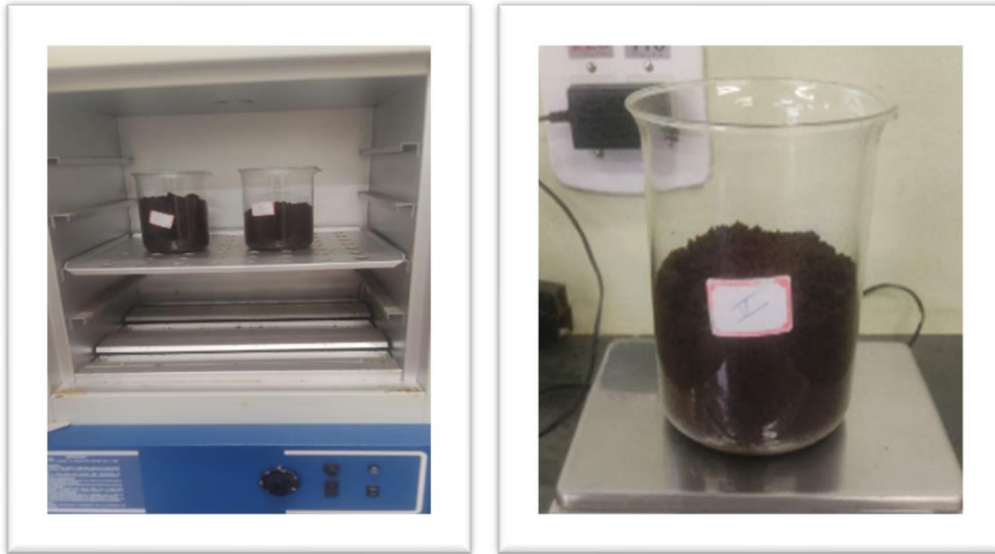
A pesquisa em questão é de cunho experimental, e os testes foram realizados no Laboratório de materiais da Libertas Faculdades Integradas e na empresa de Imperio Materiais de Construção. O caráter da pesquisa é quantitativo, levantando todos os dados e parâmetros para produção do bloco e qualitativo, descrevendo os fatores que possibilitaram desenvolver um protocolo de fabricação de blocos de 9 contendo resíduos orgânicos-borra de café (novo) e também com microfibras. Sendo assim, verificando nas pesquisas obtidas e relatadas neste trabalho, essa metodologia trata-se de um material *inédito* para a comunidade acadêmica em questão. 4204

Para melhor detalhamento, a metodologia foi dividida em etapas:

#### 3.1 Preparação e Caracterização dos Materiais Sustentáveis para a Mistura

**a) Borra de Café:** Coletou-se a borra de café utilizada na Libertas Faculdades Integradas ou residências com parceria no servidor João Bastista dos Santos, logo em seguida esse material passou por secagem em estufa a 110°C para redução da umidade, pois a água contida na borra de café cria um ambiente propício para o crescimento de microrganismos. A borra é então moída para obtenção de partículas finas e uniformes, facilitando sua incorporação na mistura de cimento.

**Figura 07** – Borra de café sendo desidratada em estufa



**Fonte:** Do autor

**b) Microfibras de polipropileno e PET:** As microfibras tanto de polipropileno quanto de PET foram adquiridas no site comercial: Mercado Livre®, levando em consideração que todas estavam com base na ABNT- NBR16942, norma esta que define os parâmetros de microfibras para utilização em concreto e/ou misturas na construção civil. Para sua utilização, basta separar a quantidade necessária pois as mesmas já vêm pronta para uso. No entanto, para uma melhoria em questões de sustentabilidade, é possível também utilizar o PET e fazer sua trituração e moagem com equipamentos adequados, para chegar nas dimensões usadas na norma. 4205

**Figura 07** – Microfibras de polipropileno



**Fonte:** Do autor



### 3.2 Seleção do Solo e Formulação da Mistura

Para a mistura a areia usada foi a areia grossa, apropriada para a fabricação dos blocos de cimento com características que favoreçam a estabilização e para **formulação da mistura:** determinou-se as proporções ideais de areia, pedra, cimento, borra de café ou microfibras e água. Diferentes combinações foram estudadas e avaliadas quanto às suas propriedades físicas e mecânicas para identificar a composição mais eficaz, com base na norma NBR 6136.

### 3.3 Composição da contendo borra de café

As quantidades usadas para fabricação desses blocos estão descritas na tabela abaixo. Importante citar que, para chegar na mistura ideal e estável deve manter a proporção de quantidades (tabela abaixo), e parâmetros com referência na NBR 6136. A balança digital de semi-analítica foi usada para todos os experimentos, contendo uma precisão de 0,01.

**Tabela 07:** Composição em massa (g) da mistura contendo borra de café

Material	Composição(g)
Água	650±0,01
Areia	5350±0,01
Pedra Brita	5698±0,01
Cimento	715±0,01
Borra de café	137±0,01

**Fonte:** Do autor

### 3.4 Composição da Mistura contendo microfibras

As quantidades usadas para fabricação desses blocos estão descritas na tabela abaixo. Importante citar que, para chegar na mistura ideal e estável deve manter a proporção de quantidades (tabela abaixo), e parâmetros com referência na NBR 6136. A balança Digital de Cozinha foi usada para todos os experimentos, contendo uma precisão de 0,01.

**Tabela o8:** Composição em massa (g) da mistura contendo microfibras

Material	Composição(g)
Água	650±0,01
Areia	5490±0,01
Pedra Brita	5698±0,01
Cimento	715±0,01
Microfibras	55±0,01

**Fonte:** Do autor

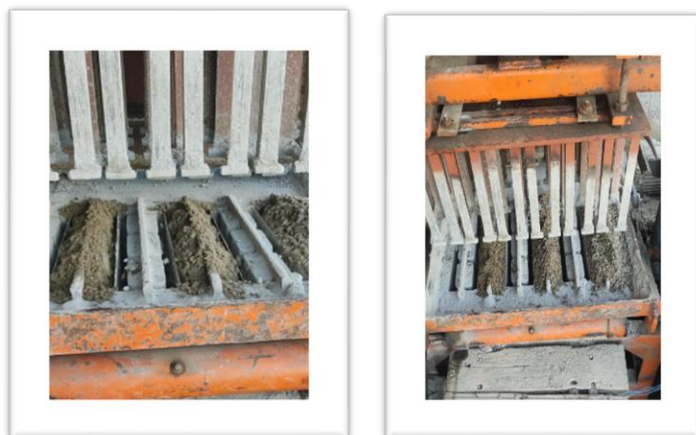
### 3.5 Preparação da Mistura e Moldagem

**a) Homogeneização dos Componentes:** Os materiais foram misturados de forma homogênea em um misturador apropriado, garantindo a distribuição uniforme da borra e da palha de café na mistura solo-cimento.

**b) Moldagem dos Blocos:** A mistura foi colocada em moldes específicos para a produção de blocos de solo-cimento. A compactação é realizada para garantir a forma desejada e a coerência da mistura.

4207

**Figura o8 :** (a) e (b) Modelagem e compactação dos blocos



**Fonte:** Do autor

Esta metodologia estabeleceu um procedimento para a produção de blocos de solo-cimento incorporando borra de café ou microfibras, permitindo uma avaliação abrangente das propriedades técnicas, ambientais e econômicas desses materiais na fabricação de elementos construtivos.

Abaixo está o fluxograma das etapas metodológicas da fabricação dos blocos.

c) **Ensaio de Compressão:** Em parceria com uma empresa de blocos e concreto de São Sebastião do Paraíso-MG, os ensaios de compressão dos blocos foram feitos com o responsável técnico na empresa. Os testes foram realizados com base na NBR15812, usando 4 protocolos diferentes de misturas, conforme a tabela 08. A figura 09 representa um dos blocos obtidos no experimento e a prensa usada no ensaio de compressão.

**Figura 09 :** (a) Bloco obtido no experimento (b) Prensa usada para ensaios



Fonte: Do autor

4208

d) **Organização dos dados para análise:** Os dados dos ensaios de compressão foram organizados em uma tabela com os parâmetros necessários para a análise.

**Tabela 08:** Ensaio de Compressão dos blocos

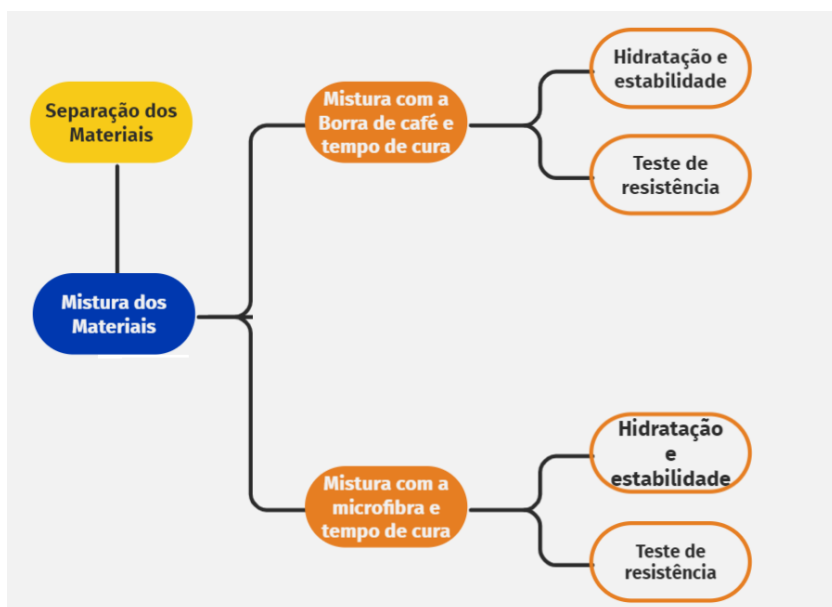
TIPO	TESTE	DIAS	MPa
TRADICIONAL	1	59	2,5638
MICROFIBRA	1	59	1,5383
TRADICIONAL <sup>1</sup>	2	39	3,4868
BORRA DE CAFÉ	2	39	1,5383
MICROFIBRA	2	39	1,7434
TRADICIONAL	3	31	1,846
BORRA DE CAFÉ	3	31	3,0253
TRADICIONAL <sub>1</sub>	4	14	4,4611
TRADICIONAL <sub>2</sub>	4	14	4,9226
BORRA DE CAFÉ <sub>1</sub>	4	14	6,3583
BORRA DE CAFÉ <sub>2</sub>	4	14	6,4096
MICROFIBRA <sub>1</sub>	4	14	3,4355
MICROFIBRA <sub>2</sub>	4	14	2,8715

<sup>1</sup> Indicados em verde representam valores com a resistência adequada.

Fonte: Do autor

Para um melhor entendimento das metodologia do trabalho, o fluxograma abaixo ilustra todas etapas, desde a separação dos materiais até o teste de resistência

**Figura 10:** Fluxograma das etapas metodologicas de fabricação dos blocos



Fonte: Do Autor

É válido ressaltar que os tempos destinados para cada etapa foi importante, pois para 4209 construção desse protocolo o tempo e a temperatura ambiente foram levados em consideração, visto que esses parâmetros alteram a composição físico-química desses materiais.

Sendo assim, após a mistura dos materias e a adição da microfibra ou a borra de café, foi necessário esperar o “tempo de cura” de 7 a 30 dias, bem como sua hidratação ( de 3 em e horas durante 3 dias) conforme a norma citada neste trabalho.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabe-se que o bloco ecológico pode ter uma composição variada, contanto que atenda à resistência estabelecida pela norma ABNT NBR 6136. Isso permite a adição de materiais descartáveis, o que pode aprimorar a sustentabilidade na construção civil. Esse foi um fator norteador para análise dos dados do trabalho. Por consequência, foi analisado em termos de resistência, viabilidade econômica (borra de café) e ambiental (microfibra desses novos materiais).A análise dos resultados foi estrutura em duas partes: no estudo da mistura contendo borra de café e no estudo na mistura contendo microfibra.

É importante ressaltar que, por se tratar de uma pesquisa experimental, os blocos dos primeiros testes 1, 2 e 3 foram aperfeiçoados tanto na técnica quanto no protocolo de fabricação, resultando em uma melhoria nos resultados de resistência. Os parâmetros de composição, mistura e sequência metodológica que foram analisados estão com base no teste 04 da tabela.

Em trabalhos que abordam a relação da resistência de blocos com o tempo de cura, nota-se que há uma tendência de aumento da resistência em a cada 7 dias, desde que a resistencia em 14 dias esteja próxima a 3MPa, assim como relata Prazeres (2018) em seu trabalho que fez testes experiemntais anotando aumento de resistência em blocos de diferentes misturas (PRAZERES, 2018).

Sendo assim, a mistura obtida nesse trabalho apresentou-se com dados satisfatório para fabricação de um novo protocolo para fabricação de blocos de concreto tipo C.

No que se refere a custos, foi feito um levantamento de preços com base na tabela SINAP com a quantidade de cada material das misturas obtidas. E pela análise desses dados verificou-se que na fabricação do bloco contendo a borra de café há uma redução do valor em 0,01 em cada bloco. Quanto ao bloco de microfibras, há um aumento no valor final de cada bloco pois a microfibras usada foi adquirida com um valor, porém o trabalho em questão sugere usar o PET reciclado triburado para diminuir o valor e focar também nas questões sustentáveis e ambientais.

4210

A tabela abaixo apresenta a análise desses custos.

**Tabela 09:** Relação de valores dos materiais e porcentagem dos substituintes

BLOCO	Valores do Materiais						Total	%	
	Pedrisco	Areia	Cimento	Água <sup>1</sup>	Café	Microfibras		Borra de Café	Microfibras
TIPO									
TRADICIONAL	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,07	-	-
MICROFIBRA	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ 2,92	R\$ 3,99	-	10
TRADICIONAL	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,07	-	-
BORRA DE CAFÉ	R\$ 0,38	R\$ 0,30	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,06	5	-
MICROFIBRA	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ 1,46	R\$ 2,53	-	5
TRADICIONAL	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,07	-	-
BORRA DE CAFÉ	R\$ 0,38	R\$ 0,30	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,06	2,5	-
TRADICIONAL <sub>1</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,07	-	-
TRADICIONAL <sub>2</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,07	-	-
BORRA DE CAFÉ <sub>1</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,30	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,06	2,5	-
BORRA DE CAFÉ <sub>2</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,30	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,06	2,5	-
MICROFIBRA <sub>1</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ 2,92	R\$ 3,99	-	10
MICROFIBRA <sub>2</sub>	R\$ 0,38	R\$ 0,31	R\$ 0,39	R\$ 0,00	R\$ -	R\$ 2,92	R\$ 3,99	-	10

<sup>1-</sup> Nota-se que o valor da água não foi representado pois por diferença no total não irá interferir no valor final

**Fonte:** Adaptado da SINAPI 2024

#### 4.1 Viabilidade dos blocos contendo borra de café:

Diversos ensaios foram feitos para chegar em uma mistura estável e com dimensões adequadas. Nessa metodologia em questão, o bloco contendo borra de café apresentou uma rigidez tátil e visual comparado aos blocos convencionais.

No que se refere a resistência, este bloco apresentou 6,4 MPa em ensaios de compressão. Sendo assim, pode ser classificado como bloco do tipo C e pode ser usado/comercializado para obras na construção civil.

Já em termos de viabilidade econômica, quando se faz um comparativo de custo de materiais usando a borra de café como substituinte da areia, nota-se uma redução de custo, mesmo que pequena, além do que o material vai encontrar com a questão ambiental.

#### 4.2 Viabilidade dos Blocos Contendo Microfibra

Diversos ensaios foram feitos para chegar em uma mistura estável e com dimensões adequadas. Nessa metodologia em questão, o bloco contendo borra de café apresentou uma rigidez tátil e visual comparado aos blocos convencionais. No que se refere a resistência, este bloco apresentou 3,4 MPa em ensaios de compressão. Sendo assim, pode ser classificado como bloco do tipo C e pode ser usado/comercializado para obras na construção civil. No ponto de vista sustentável, o uso da microfibra é importante para a redução de resíduos e vai de encontro com questões sustentáveis abordadas na introdução. 4211

## CONCLUSÃO

Com base na pesquisa e nas etapas do trabalho experimental foi possível verificar a necessidade de ter os parâmetros para fabricação dos blocos meticulosamente definidos e calculados. Deve-se seguir com rigor todos protocolos das normas e aperfeiçoar as etapas experimental, visto que esse fator de melhoria foi verificado nos últimos experimentos.

Para o bloco contendo borra de café, verificou-se que a substituição pela areia deve ser feita até o limite de 2,5% de sua composição em massa (gramas) afim de manter uma resistência adequada para blocos de classe C. Nesses blocos a viabilidade econômica apresentou uma economia de R\$0,01. O valor é pequeno, porém explora um conceito ambiental e abre uma nova linha de pesquisa para blocos contendo resíduos de borra de café.

Com relação ao bloco contendo microfibras, também verificou-se que a substituição pela areia deve ser feita até o limite de 10% de sua composição em massa (gramas) para manter uma resistência adequada. Nesses blocos, a pesquisa conclui que para ser uma viabilidade econômica é necessário utilizar as microfibras de PET trituradas e recicladas. Sendo que, nesses blocos também foi representado um material que explora o conceito ambiental no que se refere aos reusos adequados de materiais poliméricos.

Por fim, a pesquisa teve um resultado satisfatório, pois em ambas propostas de fabricação desses blocos obtiveram-se as resistências necessárias para uso e a produção de novos materiais.

Quanto a perspectivas futuras, espera-se que esse trabalho tenha continuidade para aperfeiçoamento da técnica, usando caracterização, granulometria e conseqüentemente uma patente de processos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6022: informação edocumentação: artigo em publicação periódica técnica e/ou científica: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação edocumentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 4212

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024: informação edocumentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: informação edocumentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: informação edocumentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: informação edocumentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002. AITCIN PC, Concreto de Alto Desempenho. São Paulo: Editora PINI; 2000.

BRITO, ALISSON DIAS. Parâmetros para qualidade dos blocos de concreto na produção. **Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Faculdade Pitágoras. Londrina, 2017.**

BRASIL. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito–DENATRAN.Frota 2012.Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 08 jan 2024.

CARMO JBM, Análise comparativa do desempenho de concretos compostos com sílica ativa e metacaulimface a resistência mecânica e a viabilidade econômica. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2006.

DE LIMA, Adauto José Miranda; IWAKIRI, Setsuo. Produtos alternativos na produção de blocos para alvenaria estrutural. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 310-323, 2011.

DOMONE, P. L. J. et al. Construction materials: their nature and behaviour/edited by Peter Domone and John Illston. 2010.

FERREIRA, Débora; LUSO, Eduarda; CRUZ, Maria. Blocos ecológicos de solo-cimento com incorporação de resíduos. **REHABEND 2018-CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND HERITAGE MANAGEMENT**, 2018.

FERREIRA JUNIOR, Sylvio. Produção de Blocos de Concreto para Alvenaria; Prática Recomendada. **ABCP–Boletim técnico**, v. 103, 1995.

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Concreto reforçado com fibras**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2011

FIORITI, C.F.; AKASAKI, J.L.Fabricação de blocos de concreto com resíduos de borracha depneus.Holos Environment,Rio Claro,v. 4, n. 2, p. 145-156, 2004. Disponível em:<<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/349>>. Acesso em: 25ago 2011. 4213

FIORITI, C.F.; INO,A.; AKASAKI, J.L. Análise experimental de blocos intertravados de concretocom adição de resíduos do processo de recauchutagem de pneus.Acta Scientiarum. Technology,Maringá, v. 32, n. 3, p. 237-244, jul./set. 2010. Disponível em:<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/6013>>. Acesso em: 18 jul2012.

GOMES, Paulo César Correia et al. Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 267-280, 2017.

JARDIM, Pedro Ignácio Lima Gadelha et al. Aspectos dos Blocos Ecológicos de Solo- cimento. **Revista Diálogos: Economia e Sociedade (ISSN: 2594-4320)**, n. 1, p. 79-88, 2019.

JUNIOR, Artêmio Frasson. **Proposta de metodologia de dosagem e controle do processo produtivo de blocos de concreto para alvenaria estrutural**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.2000.

MEHTA PK, Monteiro PJM. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: IBRACON; 2008.



MEICHTRY, Rubens Silveira. Avaliação da resistência de aderência ao cisalhamento de prismas de tijolos cerâmicos maciços moldados com argamassa “eco-friendly” com adição de fibras de polipropileno. 2023.

MOSLEMI AA, Wood-cement panel products: coming of age. In:Proceedings of the1st Inorganic Bonded Fiber Composites Symposium; 1989; USA.Forest Products Research Society; 1989. p. 12-18.

OLIVEIRA CTA, Água do poro de pastas de cimento de escória [tese]. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo; 2000.

PEDRO, D.; BRITO, J.; VEIGA, R. Argamassas fabricadas com materiais finos provenientes datrituração de pneus.Teoria e prática na Engenharia Civil, Editora Dunas, n. 19, p.63-76-2001

PRAZERES, Mariana de Sousa. Estudo comparativo entre blocos de concreto para alvenaria de vedação comuns e blocos de concreto com adição de papel reciclado. Trabalho de Conclusão de Curso.UEMA, 2018.

SALVADOR FILHO, José Américo Alves. Blocos de Concreto para alvenaria emconstruções industrializadas. Tese de Doutorado em Engenharia de Estruturas,Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

**SINAPI**: Referências para Custos Horários e Encargos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. – 6ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2024

4214

SOUSA, José Tulio Gomes. Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto – Aplicação ao uso de entulho como agregadoreciclado. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civile Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF,2001 mai.2012. Disponível em: <[http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art6\\_N19.pdf](http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art6_N19.pdf)>. Acesso em: 05jul 2012.

RODRIGUEZ, A.L.; LÓPEZ, D.A.R.; VAZ, M.J. Reaproveitamento do resíduo de borracha para fabricação de placas pré-moldadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA ECIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., 2006, Foz do Iguaçu.Anais...Foz do Iguaçu, 2006. p. 1-9.

SANTOS, E.A.; BORJA, E.V. Investigação experimental de traços para blocos de concreto paraalvenaria de vedação com adição de resíduos de pneus reciclados.Holos Environment,Rio Claro,v.1, p. 54-64, mai. 2005.Disponível em:<<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/57/63>>. Acesso em: 22 ago 2011.

SELUNG, Catiane Sebben et al. Avaliação de blocos de concreto para alvenaria com adição de resíduos de borracha de pneus. **Holos Environment**, v. 13, n. 2, p. 212-223, 2013.

SOUSA JGG, Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto - aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado [dissertação]. Brasília:Universidade de Brasília; 2001.

TANGO CES, Blocos de concreto: dosagem, produção e controle de qualidade. São Paulo: IPT; 1984.

WERDINE, Demarcus et al. Tijolo solo cimento com acréscimo de resíduos de borracha de pneu. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e253101220504-e253101220504, 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em < <http://www.ibama.gov.br/> > . Acesso em: 20 jan. 2024.

SNUC. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, RF da; ASCHERI, Jose Luis Ramirez; PEREIRA, Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 325-330, 2008.

SOS Mata Atlântica. Disponível em < <https://www.sosma.org.br/> > Acesso em: 20 jan. 2024.

USIMAK. Site de Máquinas. Disponível em <<https://www.usimak.com.br/>> Acesso em 20 de mar. 24