UFSM

JESTA
Journal of Exact Sciences and Technological Applications

ISSN 2965-694X
ACESSO ABERTO

JESTA, Cachoeira do Sul, v. 4, e92224, 2025 • https://doi.org/10.5902/2965694X92224
Submissão: 27/05/2025 • Aprovação: 03/07/2025 • Publicação: 19/12/2025

Aplicações Tecnológicas

Tecnologias de produção de concreto celular: uma visão geral

Cellular concrete production technologies: an overview

Luísa Dias Lopes[I], Arthur Batista Bromirsky[I], Glauber Rodrigues de Quadros[I], Patrícia Regina Ebani[I], Marcus Paulo de Oliveira[I], Larissa Friedrich[I], Maria Cecília Caldeira Vieira[I], Matheus Amancio Correa Neres[I], Lucas Alves Lamberti[I], Jocenir Boita[I]

[I]Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

RESUMO

O concreto celular é um material amplamente utilizado na construção civil e pode ser produzido por diferentes métodos, os quais resultam em variações significativas em suas propriedades finais. Uma das técnicas mais consolidadas é a fabricação de blocos autoclavados, submetidos a um processo de cura em autoclave que utiliza alta pressão e temperatura para aumentar a resistência mecânica e a estabilidade dimensional do material. Contudo, nem todos os métodos adotam esse tipo de cura. Por exemplo, os blocos espumados são produzidos por cura em temperatura ambiente, a partir da incorporação de agentes espumígenos que geram bolhas de ar diretamente na mistura ou por meio da adição de uma espuma pré-formada, conferindo ao material uma estrutura celular leve e uniforme. Entre as principais técnicas de produção do concreto celular não autoclavado, destacam-se a mistura direta e a pré-formação da espuma. Além disso, esse tipo de concreto pode apresentar vantagens, como a reação de carbonatação acelerada, o que contribui para um processo produtivo mais eficiente. Ademais, o concreto celular pode ser fabricado com a incorporação de resíduos industriais ou pós-consumo, substituindo parcialmente os agregados convencionais por cinzas de papel, cerâmica e outros materiais, configurando um produto sustentável que reutiliza resíduos que, de outra forma, seriam descartados.

Palavras chave: Concreto Celular, Alvenaria, Concreto celular autoclavado; Concreto espumado; Construção sustentável

ABSTRACT

Cellular concrete is a widely used material in the construction industry and can be produced through different methods, which result in significant variations in its final properties. One of the most established techniques is the manufacturing of autoclaved blocks, subjected to a curing process under

Artigo publicado por JESTA sob uma licença CC BY-NC 4.0.

high pressure and temperature to enhance the mechanical strength and dimensional stability of the material. However, not all methods employ this type of curing. For instance, foamed blocks are produced with ambient curing by incorporating foaming agents that generate air bubbles directly within the mixture or through the addition of a pre-formed foam, providing the material with a lightweight and uniform cellular structure. Among the main production techniques for non-autoclaved cellular concrete are direct mixing and foam pre-formation. Additionally, this type of concrete may offer advantages such as accelerated carbonation reaction, contributing to a more efficient production process. Furthermore, cellular concrete can be manufactured using industrial or post-consumer waste by partially replacing conventional aggregates with paper ash, ceramics, and other materials, thus creating a sustainable product that reutilizes waste otherwise destined for disposal.

Keywords: Cellular Concrete, Masonry, Autoclaved cellular concrete; Foamed concrete; Sustainable construction

1 INTRODUÇÃO

A demanda de atendimento da população causará indiretamente o aumento da emissão de dióxido de carbono (CO_2) , com isso precisa-se criar alternativas sustentáveis, e estas novas tecnologias de construção vem da necessidade de aprimoramento dos métodos construtivos, capazes de facilitar e mitigar os impactos ambientais gerados com grandes construções [1], as práticas arcaicas vêm sendo deixadas de lado e sendo substituídas por estas novas técnicas, que geram menos poluição e menor custo de fabricação.

Nesse sentido, o concreto celular de modo geral, vem ganhando cada vez mais espaço na construção civil por suas características que, além de ser um material leve, ajudam no isolamento térmico e acústico. Além disso, apresenta vantagens como boa trabalhabilidade, baixa densidade, resistência razoável à compressão, capacidade de incorporar resíduos industriais e potencial para reduzir emissões de dióxido de carbono (CO_2) devido à menor demanda por matéria-prima e energia durante sua produção [2][3][4][1].

Entre os diversos tipos de concreto celular desenvolvidos ao longo do tempo, destacam-se diferentes técnicas de fabricação que conferem propriedades específicas ao material, permitindo sua aplicação em variados contextos da construção civil. Esses

BY-NC

métodos variam de acordo com o agente expansor utilizado, o processo de cura e os materiais incorporados, resultando em produtos com diferentes níveis de resistência, isolamento e sustentabilidade. A seguir, apresentam-se os principais tipos de concreto celular utilizados atualmente.

Concreto Celular Autoclavado (CCA) utiliza uma mistura com agente expansor, como pó de alumínio, que reage com o hidróxido de cálcio, criando bolhas de ar uniformemente distribuídas na argamassa ou cimento. Em seguida, a mistura é curada em autoclave, o que aumenta a resistência e melhora suas propriedades de isolamento. O CCA é amplamente utilizado em construções de maior porte e em aplicações estruturais.

Concreto Espumado é um método que utiliza uma espuma pré-formada que é misturada ao concreto, podendo também ser formada a partir da agitação da mistura, permitindo um controle preciso sobre o tamanho das bolhas e a densidade do material. Esse tipo de concreto é mais flexível em termos de densidade, podendo ser adaptado para diversas aplicações.

Concreto com Resíduo tem uma abordagem que oferece alguns benefícios, como o reaproveitamento de materiais que seriam descartados, economia de recursos, economia financeira e o pensamento sustentável. Resíduos como cinzas de papel, cerâmica, entre outros.

Este artigo tem como objetivo apresentar e comparar diferentes métodos de fabricação de blocos de concreto celular, os quais se baseiam na incorporação de bolhas de ar estáveis na mistura de cimento, água e agregados. Serão abordadas três principais técnicas: o Concreto Celular Autoclavado (CCA), que utiliza pó de alumínio como agente expansor e passa por cura em autoclave, resultando em alta resistência mecânica e bom desempenho térmico; o Concreto Celular Espumado, produzido por meio da adição de espuma pré-formada ou pela agitação direta da mistura, caracterizando-se por sua maior maleabilidade e custo intermediário; e o Concreto Celular com Resíduos, que emprega materiais reciclados como substituição parcial dos agregados, oferecendo uma alternativa sustentável.

BY-NC

2 FUNDAMENTOS DO CONCRETO CELULAR

O concreto celular é caracterizado pela introdução de bolhas de ar em sua matriz, formando uma estrutura porosa no cimento ou argamassa. Ele pode ser entre 10% e 70% de ar, essas bolhas podem ser geradas por reações químicas, como no caso do uso de pó de alumínio em meio alcalino [6][7], ou pela adição de espumas pré-formadas ao traço. A distribuição e o tamanho dessas células determinam a densidade final e o desempenho mecânico e térmico do material [6]. A Figura 1 apresenta a aparência típica de um concreto celular convencional, amplamente utilizado nas aplicações atuais da construção civil.

Figura 1

Bloco de concreto celular concreto poroso



Fonte: https://www.faial.com.br/conheca-mais-sobre-o-inovador-concreto-celular/

A norma NBR 12646 [8] regulamenta o concreto celular obtido pela formação de bolhas de ar nas argamassas, com dimensões milimétricas, homogêneas, uniformemente distribuídas, estáveis, incomunicáveis entre si e indeformadas ao fim do processo, cuja densidade de massa aparente no estado fresco deve estar compreendida entre 400 kg/m³ e 1600 kg/m³, sendo esta densidade um dos principais fatores de aplicação dos blocos de concreto celular.

BY-NC

2.1 Agentes espumantes

Os agentes espumantes são os responsáveis pela criação de bolhas de ar na massa reduzindo a tensão superficial e deixando esta massa leve e com o interior com bolhas de ar presas, esses agentes espumantes podem ser sintéticos e proteicos e expansivo químico. São eles que reagem com a massa, liberando ou misturando com esse ar, podendo ser de diferentes tipos, como: agente espumante sintético, agente espumante proteico ou agente expansivo químico.

Agente Espumante Sintético: São substâncias hidrofílicas que facilmente se dissolvem em água, assim gerando bolhas de ar. Normalmente feitos a partir de produtos químicos derivados do petróleo. De acordo com [3], os blocos de concreto celular feitos com agentes sintéticos têm entre 1 e 5 Mpa de resistência à compressão.

Agente Espumante Proteico: Agentes proteicos tendem a gerar bolhas menores e mais estáveis, porém tendem a variar de acordo com a temperatura e ph. Normalmente são feitos a partir de ácidos graxos, como vísceras de animais. Os blocos de concreto celular feitos com agentes proteicos têm entre 5 e 7 Mpa de resistência à compressão[3].

Agente Expansivo Químico: Normalmente na massa tem-se cal ($Ca(OH)_2$) que atua como catalisador, que acelera a reação química. Esse processo de formar bolhas na massa demora algumas horas, apenas após esse processo a massa irá a autoclave, para finalizar o processo, aprimorando a resistência à partir da reação em tobermorita, também aumentando a durabilidade do bloco.

A escolha do agente espumígeno depende da aplicação, custo, durabilidade e requisitos ambientais.

3 TÉCNICAS DE PRODUÇÃO

Existem diferentes formas para fabricação de concreto celular, e a partir disso, diferentes resultados. Abaixo estão apresentados três métodos de fabricação dos blocos de concreto celular.

BY-NC

Método de Mistura Direta:

Neste método, adicionamos um agente espumante diretamente à massa de concreto. A reação química durante a mistura, entre o agente espumante e os outros componentes, geram bolhas de ar, que aumentam o volume da massa, assim formando a estrutura celular do concreto.

Composição do bloco com método de mistura direta:

- Cimento: Confere estrutura e resistência ao material.
- Areia Fina: Proporciona textura homogênea e contribui para a resistência.
- Agente espumante : Responsável pela reação química.
- Água: Permite que a mistura tenha a consistência adequada.
- Tem como vantagem a simplicidade e o baixo custo, uma das desvantagens é a instabilidade em relação ao tamanho das bolhas e uniformidade.

Método de Pré-formação de Espuma:

Neste método, a espuma é pré-formada, utilizando um gerador de espuma e um agente espumante diluído em água, normalmente em água. Esta espuma pré-formada é adicionada à massa de concreto, já com seus ingredientes misturados e homogêneos, incorporando o ar na massa.

Composição do bloco com método de pré-formação de espuma:

- Cimento: Confere estrutura e resistência ao material.
- Areia Fina: Proporciona textura homogênea e contribui para a resistência.
- Agente espumante: Traz volume à massa.
- Água: Permite que a mistura tenha a consistência adequada.
- Tem como vantagem o maior controle da densidade e estabilidade da mistura, já uma desvantagem é a necessidade equipamento gerador de espuma.

BY-NC

Concreto Celular Autoclavado (CCA):

O CCA é criado a partir de bolhas de ar de uma reação química, onde a autoclavagem é indispensável, pois faz parte desse processo químico [5], gerando uma tobermorita que ajuda na resistência final do bloco [2] . Além disso, a eficiência é influenciada por: fineza do pó, pureza e alcalinidade da mistura [6].

Composição do CCA:

- Cimento: Confere estrutura e resistência ao material.
- Areia Fina: Proporciona textura homogênea e contribui para a resistência.
- Pó de alumínio: Responsável pela reação química.
- Cal: Desempenha um papel essencial na reação química.
- Água: Ativa a reação química e permite que a mistura tenha a consistência adequada.

Tem como vantagens a resistência elevada, o bom desempenho térmico e a boa trabalhabilidade, e como desvantagens o alto custo de equipamentos (autoclave) e o processo complexo.

Concreto Celular com resíduo:

A substituição parcial do agregado pelo resíduo [4], é uma forma de produzir ecologicamente o bloco de concreto celular, podendo ser fabricado a partir dos métodos mostrados anteriormente. Resíduos como cinzas, podem ter outro destino, quando devidamente tratadas, podendo reduzir o lixo gerado pelas indústrias, como o pó de rolagem de ágata, que com a substituição total da areia, teve o custo reduzido em 18% o m³ de concreto celular[11]. Esses blocos podem ser fabricados a partir dos métodos citados acima, com a diferença deste resíduo adicionado. Recentemente, estudos têm explorado o uso de nanopartículas de óxido de ferro suportadas em cinza de casca de arroz como substituto da areia convencional, com resultados promissores em termos de resistência e sustentabilidade dos blocos produzidos [9].

BY-NC

Porém temos como desafio a reatividade desses resíduos, e também a garantia do desempenho mecânico e durabilidade do produto. Richard Thomas Lermen, teve como resultado, substituindo parcialmente a areia por cinza volante (0%, 10%, 20%, 30% e 40%), a variação de 612 a 885 kg/m³ de densidade, dependendo da porcentagem de cinza volante, e com 10% de cinza volante, atingindo 3,1 MPa, o que mostra um resultado promissor. Além disso, resíduos de construção e demolição também podem ser usados como agregado no concreto celular [10], como entre tantos outros resíduos.

4 DESEMPENHO E APLICAÇÕES

Os concretos celulares apresentam desempenho e aplicações distintas, diretamente influenciados pelo método de produção, tipo de cura, densidade final e composição dos materiais utilizados. Esses fatores afetam propriedades essenciais, como resistência à compressão, isolamento térmico e acústico, além do custo de fabricação.

A Tabela 1 a seguir sintetiza as principais características dos três tipos apresentados anteriormente de concreto celular: o concreto celular autoclavado (CCA), o concreto espumígeno (CE) e o concreto celular com adição de resíduos (CCR). Nela, observa-se que o CCA, apesar de apresentar melhor desempenho mecânico e acústico, tem custo elevado. Já o CE oferece um equilíbrio entre custo e desempenho, enquanto o CCR, embora apresente resistência um pouco inferior, destaca-se pelo custo reduzido e potencial de sustentabilidade, especialmente quando se busca maior porosidade e reaproveitamento de materiais. A comparação entre os métodos de formação das bolhas de ar, tipo de cura, densidade seca, resistência, isolamento acústico e custo proporciona uma visão clara das vantagens e limitações de cada tipo de concreto celular.

BY-NC

Tabela 1

Comparação entre os resultados de CCA, CE e CCR

	Concreto celular autoclavado (CCA)	**Concreto celular espumígeno (CE)**	**Concreto celular com resíduos (CCR)**
Método de formação das bolhas de ar	Reação química com pó de alumínio	Espuma pré-formada ou mistura direta	Normalmente feito igual o espumígeno
Cura	Autoclave	Ambiente	Ambiente
Densidade seca (Kg/m³)	400-700 [1]	600-900 [3]	~900 [5]
Resistência à compressão (MPa)	Até 4,5 [1]	1-3 [3]	Até 3,1 [5]
Isolamento acústico	Bom	Moderado	Eventualmente melhor (maior porosidade)
Custo	Alto	Médio	Baixo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O concreto celular se mostra uma alternativa tecnológica adaptável e com boas perspectivas na construção civil, apresentando diferentes métodos de produção em que se adequam à partir do uso, custo e impacto ambiental, específico para cada empreendimento. As diferentes técnicas analisadas, concreto celular autoclavado (CCA), o concreto espumado e o concreto celular com incorporação de resíduos, mostram as variações em seus resultados, ampliando as possibilidades de aplicações.

O CCA destaca-se pela elevada resistência mecânica e desempenho térmico superior, sendo indicado para aplicações estruturais de maior complexidade, ainda que sua produção precise de equipamentos especializados e processos mais onerosos. Por sua vez, o concreto espumado, produzido por meio da mistura direta ou da pré-formação de espuma, oferece maior flexibilidade quanto à densidade e custo, adequando-se preferencialmente a aplicações não estruturais.

A utilização de resíduos industriais ou resíduos de pós-consumo para substituir parte do agregado tradicional, isto representa importante avanço em relação à

BY-NC

sustentabilidade, promovendo a reutilização de materiais que seriam descartados e reduzindo a exploração de recursos naturais. Contudo, ainda se faz necessária a realização de estudos complementares para assegurar a reatividade e a durabilidade do produto final, e normas técnicas para este método, principalmente quando se utilizam resíduos heterogêneos.

Destaca-se, então, que a escolha do método de produção do concreto celular deve ser realizada com cuidado, pensando no equilíbrio entre desempenho técnico, custo, materiais e impacto ambiental, combinando com a finalidade específica do projeto. Não se verifica a existência de uma técnica superior à outra, sendo que cada método atende diferentes demandas da construção civil, desde o isolamento térmico e acústico até aplicações estruturais e práticas sustentáveis.

Enfim, a diversidade das técnicas de fabricação do concreto celular não apenas amplia as possibilidades de uso, mas também favorece o avanço tecnológico no campo da engenharia de materiais. A contínua evolução das técnicas produtivas poderá propiciar construções mais eficientes, econômicas e ambientalmente responsáveis, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais gerados pelo setor da construção e fomentando práticas construtivas sustentáveis para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12646: Concreto celular: Determinação da resistência à compressão axial. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

[2] FAIAL ENGENHARIA. Conheça mais sobre o inovador concreto celular. Disponível em: https://www.faial.com.br/conheca-mais-sobre-o-inovador-concreto-celular/. Acesso em: 26 maio 2025.

[3] HERMAWAN, M. A.; MARZUKI, P. F.; DRIEJANA, R. Identificação de fatores-fonte de emissões de dióxido de carbono (CO_2) na concretagem de concreto armado. Procedia Engineering, v. 125, p. 692–698, 2015. Apresentado na 5ª Conferência Internacional do Fórum Euro-Asiático de Engenharia Civil (EACEF-5).

[4] LEI, M.; LIU, Z.; WANG, F. Review of lightweight cellular concrete: Towards low-carbon, high-performance and sustainable development. Construction and Building Materials, 2024.

BY-NC

[5] LERMEN, R. T.; BONATTO, G.; SILVA, R. A. Utilização do resíduo de areia verde de fundição no desenvolvimento de concreto espumígeno. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 9, 2020.

[6] NARAYANAN, N.; RAMAMURTHY, K. Structure and properties of aerated concrete: a review. Cement and Concrete Composites, 2000.

[7] NUNES, M. T. N. Nanoestrutura à base de ferro suportada em cinza de casca de arroz aplicada na confecção de blocos de concreto celular. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, 2018.

[8] PANESAR, D. K. Cellular concrete properties and the effect of synthetic and protein foaming agents. Construction and Building Materials, 2013.

[9] ROSSO, F.; ZACCARON, A. et al. Desenvolvimento de bloco celular cerâmico usando pó de alumínio como agente gerador de poros. Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, 2018.

[10] SILVA, R. A.; FAVARETTO, P.; HIDALGO, G. E. N.; SAMPAIO, C. H.; LERMEN, R. T. Characterization and use of construction and demolition waste from South of Brazil in the production of foamed concrete blocks. Applied Sciences, Basel, v. 7, n. 10, art. 1090, p. 1–15, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/app7101090

[11] SILVA, R. A.; LERMEN, R. T.; PEDRO, R.; TUBINO, R. M. C.; ANVERSA, J.; DE COL, D. Production of aerated foamed concrete with industrial waste from the gems and jewels sector of Rio Grande do Sul-Brazil. Applied Sciences, v. 7, n. 10, art. 985, p. 1–13, 2017. DOI: 10.3390/app7100985.

[12] TONELLO, R. D. et al. Substituição de cimento Portland por cinza volante na produção de blocos de concreto celular espumoso. Revista CIATEC – UPF, v. 9, 2017.

Contribuição de autores

1 – Luísa Dias Lopes

Discente de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0003-2055-5564 • lopes.luisa@acad.ufsm.br
Contribuição: Supervisão

2 – Arthur Batista Bromirsky

Discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0002-9438-7535 • arthurbromirsky@gmail.com
Contribuição: Supervisão, Investigação

BY-NC

3 - Glauber Rodrigues de Quadros

Doutor em Matemática, professor adjunto da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0000-0002-6182-7525 · glauber.quadros@ufsm.br
Contribuição: Supervisão

4 - Patrícia Regina Ebani

Doutora em Físico – Química.
https://orcid.org/0000-0002-5235-1692 • patricia.ebani@ufsm.br
Contribuição: Supervisão

5 - Marcus Paulo de Oliveira

Discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0004-8237-0845 • marcus386paulo@gmail.com
Contribuição: Supervisão

6 - Larissa Friedrich

Discente de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0004-2409-2429 • larissa.friedrich@acad.ufsm.br
Contribuição: Escrita · primeira redação, Investigação

7- Maria Cecília Caldeira Vieira

Discente de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0005-5856-2852 • vieira.maria@acad.ufsm.br
Contribuição: Supervisão

8 - Matheus Amâncio Correa Neres

Discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0009-0009-8921-3910 • matheus.neres@acad.ufsm.br
Contribuição: Supervisão

9 - Lucas Alves Lamberti

Doutor em Engenharia Civil, professor adjunto da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0000-0002-5004-5288 • lucas.lamberti@ufsm.br
Contribuição: Supervisão

10 – Jocenir Boita

Doutor em Física, professor adjunto da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul.
https://orcid.org/0000-0002-1433-3610 • jocenir.boita@ufsm.br
Contribuição: Conceituação, Escrita – revisão e edição

BY-NC

Como citar este artigo:

Lopes, L. D., Bromirsky, A. B., de Quadros, G. R., Ebani, P. R., de Oliveira, M. P., Friedrich, L., Vieira, M. C. C., Neres, M. A. C., Lamberti, L. A., & Boita, Jocenir. (2026). Tecnologias de produção de concreto celular: uma visão geral. *JESTA*, Cachoeira do Sul, (4), e92224. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/JESTA/article/view/92224.

BY-NC