

# CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DA VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO

FELIX, Paula Thais dos Santos (1)

(1) Master em Arquitetura & Lighting, IPOG - Instituto de Pós-Graduação, arquitetura@paulafelix.com.br

**Resumo:** *O ambiente da construção civil comporta uma competição por mais eficiência e com isso melhores resultados, acarretando constante pesquisa e estudo de novas técnicas e materiais para interferir nesta equação. A utilização de materiais alternativos busca atender a princípios sustentáveis, para os casos de utilização de resíduos oriundos de outras indústrias ou mesmo da própria construção civil e também à demanda por evolução no processo construtivo dos empreendimentos. Tal melhoria torna-se necessária devido ao rápido desenvolvimento urbano das metrópoles, aumentando a criticidade de desafios conhecidos, como o excesso de ruídos nocivos, aliados aos demais, como conforto térmico e eficiência energética. Tendo em vista o cenário desafiador, um material alternativo vem ganhando destaque na construção civil: a vermiculita. O mineral, detentor de propriedades termo acústicas, quando adicionado à argamassa de revestimento promove uma melhora no isolamento térmico, fator importante para edificações na construção civil e que deve ser levado em conta na hora de construir, visto que uma das preocupações é com o desconforto térmico interno, grande parte causado pela radiação solar. Outro problema preocupante que também pode ser tratado com a utilização do mineral, é o desconforto acústico inerente de ruídos emitidos pelo trânsito e fábricas nas grandes cidades, por exemplo, podendo ser reduzido em média em até 62%. O presente trabalho desenvolve uma revisão da literatura de estudos de caso da utilização da vermiculita no processo da construção civil, analisando os benefícios e resultados alcançados pelos autores. A pesquisa apresenta um enfoque em prático de como a problemática do ruído vem sendo solucionada pelos profissionais responsáveis.*

**Palavras-chave:** *Vermiculita, Materiais alternativos, Conforto térmico, Conforto acústico*

**Área do Conhecimento:** *Tecnologia de Componentes Construtivos – Características Tecnológicas de Desempenho*

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados ao meio urbano são os mais variados possíveis: excesso de ruído, emissão de poluentes no ar e na água, escassez de recursos energéticos e água, falta de tratamento adequado dos resíduos, aumento no consumo de energia para o condicionamento artificial, entre outros (NETO et al, 2014). Considerando estes desafios, é necessário que a técnica construtiva evolua de forma a eliminar ou mitigar algumas destas questões. Neste sentido, atualmente, existe uma tendência no desenvolvimento de novas técnicas construtivas e soluções originais com a finalidade de reduzir o impacto da construção ao meio ambiente e aumentar a rapidez de execução das obras. Dentre as diversas soluções, a pré-fabricação mostra-se a mais adequada para esta finalidade (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015). O fato da utilização de tais estruturas na obra resumir-se à simples montagem das peças, proporciona uma oportunidade de economia com perda de material e mão de obra, uma vez que as peças são confeccionadas em ambiente controlado, do ponto de vista de recursos e qualidade de material utilizado.

Grande parte do interesse em se utilizar elementos pré-moldados ou pré-fabricados é otimizar o processo construtivo. Entretanto, uma das maiores dificuldades na aplicação de painéis de concreto pré-moldados é o elevado peso específico do concreto (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015), resultado em maquinário especial para transporte e manuseio do mesmo na obra, de forma a viabilizar sua montagem. Com o intuito de minimizar esse impacto, várias soluções têm sido desenvolvidas, partindo da inclusão proposital de vazios o interior dos painéis até o uso de agregados leves na composição do concreto. Tais soluções, além de diminuir o peso dos painéis, apresentam vantagens em quesitos como conforto térmico e acústico nos empreendimentos, quando comparados aos painéis tradicionais.

A preocupação latente na utilização de tais agregados leves na elaboração do concreto é que o mesmo, em seu estado final, resista às intempéries de forma satisfatória, quando comparado ao concreto tradicional. Desta forma, estudos vem sendo realizados com o objetivo de constatar que a utilização destes agregados leves resulta em painéis de concreto aptos para utilização sem oferecer risco à obra. Segundo a NBR NM 35 (NBR

NM 35, 1995), os agregados leves não devem possuir massa unitária no estado seco e solto acima de 1,12 g/cm<sup>3</sup> para os agregados miúdos e de 0,88 g/cm<sup>3</sup> para os agregados graúdos. Já a NBR 12655 (NBR 12655, 2006a) estabelece que os agregados leves devem apresentar massa específica igual ou menor que 1,80 g/cm<sup>3</sup>.

Este trabalho apresenta uma revisão da literatura focada na utilização de agregados à composição de concreto que contribuam para redução dos problemas citados: confortos térmico e acústico e redução do impacto ao meio ambiente. O objetivo é reunir informações relevantes e atuais a respeito das pesquisas, experimentos e estudos de caso realizados na área de tecnologia construtiva, de forma a reunir tais técnicas e estratégias em um único trabalho. O enfoque da revisão recai sobre a utilização de agregados leves na composição de elementos pré-moldados, com maior ênfase à materiais alternativos, detalhando o uso da vermiculita. Toda a pesquisa considera a realidade brasileira, não se limitando à mesma, podendo ser estendida à países com climas similares.

## 2 AGREGADOS LEVES

O concreto leve é reconhecido pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico, sendo os mais utilizados aqueles produzido com a utilização de agregados leves, como vermiculita ou argila expandida (ECOPORE, 2017). Enquanto os concretos normais possuem sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m<sup>3</sup>, os concretos leves chegam a atingir densidades próximas a 1800 kg/m<sup>3</sup> (BREMNER, 1998). A Figura 1 exibe a variação de densidades comumente aceita entre os tipos de concreto mencionados neste trabalho. Também é apresentando o concreto celular, que possui peso específico mais leve que os demais, por substituir, em sua composição, os agregados sólidos por ar, acarretando o aspecto de bolhas de ar, presente na Figura 1.

Figura 1 - Densidades de Concreto Celular, Concreto Leve e Concreto Tradicional



Fonte: ECOPORE (2017)

Tradicionalmente, os concretos leves são diferenciados dos concretos convencionais pela redução da massa específica e alterações das propriedades térmicas (ROSSIGNOLO, 2003). Entretanto, essas não são as únicas características importantes que justifiquem atenção especial a esse tipo de concreto. A utilização de agregados leves resulta ainda no impacto em outras propriedades do produto final, como a resistência mecânica, retração, módulo de deformação, entre outras. O ACI 213R-87 (ACI, 1997) especifica que o concreto leve, além de apresentar valores de massa específica dentro dos limites definidos, deve também

apresentar resistência à compressão acima de 17,2 MPa.

De acordo com a NM 35/95 da ABNT (ABNT NM23, 1995), os agregados leves utilizados na produção dos concretos leves, não devem apresentar massa unitária no estado seco e solto acima de 1120 kg/m<sup>3</sup>, para agregados miúdos, e 880 kg/m<sup>3</sup>, para agregados graúdos. Para dosagem adequada do agregado é essencial o conhecimento das propriedades dos mesmos, que podem variar significativamente de acordo com a matéria prima utilizada e o processo de fabricação. Como o concreto apresenta-se como sendo materiais heterogêneos, suas propriedades dependem diretamente das propriedades individuais de cada componente e da compatibilidade entre eles.

Agregados leves podem ser classificados em dois tipos básicos: naturais ou artificiais. O primeiro tipo é obtido a partir da extração direta de jazidas, presentes na natureza, e classificados de acordo com a granulometria. Temos como exemplos de agregados leves naturais as escórias vulcânicas e a pedra pomes. Já os agregados artificiais são obtidos em processos industriais e classificados de acordo com o processo realizado, onde encontramos as argilas expandidas, vermiculita, entre outros. Os dois processos mais utilizados para produção do segundo tipo de agregado citado são a sinterização e forno rotativo. O primeiro processo consiste em submeter o material a altas temperaturas, juntamente com uma porção de combustível, até que o material expanda, em função da formação de gases (GOMES NETO, 1998). Forno rotativo, ou nodulação, consiste em elevar os materiais a altas temperaturas (acima de 1000° C), próximas ao ponto de fusão incipiente, de forma que os gases produzidos permanecem no material (SANTOS, 1986).

Nesse contexto, um agregado artificial que vem ganhando espaço no processo construtivo é a vermiculita, em sua forma expandida (Figura 2). Este mineral, também chamado de vermiculite, é formado de ferro, alumínio, magnésio hidratado e lamelar. O material sofre expansão quando submetido a elevadas temperaturas, transformando-o em flocos de ar aprisionado, o que contribui para sua característica de isolante acústico (BARROS e CARDILLO, 2014). O concreto leve com vermiculita gera uma das menores massas específicas, chegando a 300 Kg/m<sup>3</sup>, possibilitando a conquista de grandes vãos.

**Figura 2 - Vermiculita em sua forma expandida**



Fonte: BARROS e CARDILLO (2014)

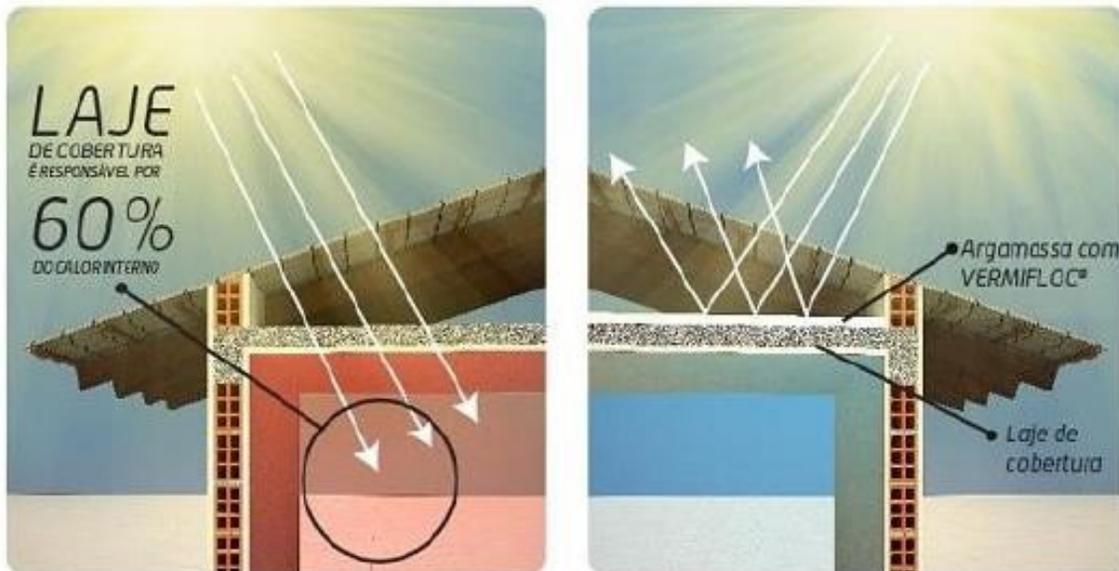
### **3 USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Nos últimos anos tem-se observado a aplicação de concretagem leve em diversos tipos de empreendimentos, tais como plataformas marítimas, pontes e edifícios de múltiplos andares (ROSSIGNOLO, 2003). Tais estruturas estão expostas a diferentes tipos de ambientes, sendo alguns destes, extremamente agressivos, o que denota a grande versatilidade e durabilidade deste material. Destas aplicações em ambientes com alta agressividade à estrutura, observa-se o crescimento de concreto leve em ambientes marítimos, como pontes e plataformas petrolíferas (PHILEO, 1986; SEABROOK e WILSON, 1988; MAYS e BARNES, 1991; MELBY JORDET e HANSVOLD, 1996). Para o caso de plataformas, o concreto leve apresenta melhoria nas

características de flutuação durante o transporte e utilização, tendo em vista a construção das mesmas em doca seca.

A aplicação de concreto leve na construção de edifícios de múltiplos andares, além de reduzir as cargas da fundação, apresenta melhoria no desempenho térmico e de resistência ao fogo, quando comparado ao concreto tradicional (ROSSIGNOLO, 2003). A aplicação do agregado leve vermiculita na construção civil dá-se com as principais finalidades da composição de concreto leve para prover isolamento térmico em lajes e paredes, proteção de impermeabilização em lajes de cobertura, aplicação como enxerto de divisórias e portas corta-fogo, forro decorativo e acústico, entre outras funções. Esse isolamento térmico é possível devido a presença de ar na vermiculita em sua forma expandida, o que contribui para alcançarmos um melhor conforto térmico no interior das edificações, conforme mostrado na Figura 3.

**Figura 3 - Vermiculita como isolante térmico**



Fonte: BRASIL MINÉRIOS (2016)

O concreto, de modo geral, apresenta grande potencial de emprego em elementos pré-fabricados, principalmente quando comparados aos mesmos elementos construídos com concreto tradicional. Com o agregado leve, há uma redução de custos por transporte de unidade de volume de concreto, podendo variar de 20% a 50% de economia. Permite ainda a execução de estruturas em vãos maiores, possibilidade de produzir peças maiores utilizando o mesmo maquinário já existente e, por fim, a redução de 25% a 50% no tempo de montagem (ROSSIGNOLO, 2003). Apesar dos benefícios listados, a utilização de concreto leve em empreendimentos brasileiros vem sendo adotada de forma modesta.

Outra possibilidade de utilização de agregados na composição do concreto leve é a utilização de rejeitos de outras indústrias ou da própria construção civil. Os agregados reciclados também apresentam porosidade elevada e menor densidade, assim como a argila expandida (GOMES et al, 2015). Porém, os agregados reciclados são mais heterogêneos (o que dificulta a uniformidade de suas propriedades) e menos resistentes. Além disso, esses agregados possuem teores de finos e/ou materiais pulverulentos mais elevados, e formato mais irregular ou textura superficial mais rugosa (CARRIJO, 2005; TENÓRIO, 2007).

#### 4 RESULTADOS OBTIDOS

Na composição de concreto leve, o agregado vermiculita permite uma redução do valor da massa específica do concreto de até 35%, quando comparado aos concretos com agregados tradicionais (ROSSIGNOLO, 2003). Ensaio encontrados na literatura demonstram bons resultados do uso de vermiculita na composição de concreto leve. Em ensaios realizados em painéis, obteve-se uma melhora de 10% de isolamento térmico em painéis de argamassa maciços contendo o agregado vermiculita (ARAUJO e CÂNDIDO, 2015). Isso pode contribuir para menores variações de temperatura no interior das edificações, acarretando economia com

sistemas de refrigeração. Como esperado nos estudos com concreto composto de agregados leves, foi constatado que a vermiculita expandida contribui para a diminuição da resistência mecânica do concreto. Desta forma, alguns autores realizaram experimentos adicionais, utilizando os painéis construídos com concreto com vermiculita expandida reforçados com tela de fibra de vidro, resultando em um aumento positivo da resistência mecânica, atacando assim, a principal deficiência do uso destes agregados.

No aspecto de sustentabilidade, mais precisamente no impacto ambiental do uso de tais agregados, especialmente na construção, requer que o estudo compreenda o processo de produção do material, o processo de construção, consequências no projeto estrutural, manutenção e reciclagem (ROSSIGNOLO, 2003). Considerando todos esses pontos, o concreto leve mostra-se um material de baixo impacto ambiental quando comparado a outros materiais. O Quadro 1 apresenta os valores do consumo de energia para produção de alguns materiais de construção. Nele, observamos que a produção do concreto leve consome cerca de 1,6 vezes mais energia que a produção do concreto tradicional, consequência do alto consumo dos fornos para tratamento dos agregados. Entretanto, a redução da armadura e da energia utilizada no transporte e no processo construtivo com a utilização do concreto leve, facilmente compensam os gastos extras de energia utilizado na produção dos agregados.

**Quadro 1 - Valores de consumo de energia para produção de materiais de construção comuns**

Material	Energia para volume de material produzido (MJ/m <sup>3</sup> )	Tensão de trabalho (MPa)	Relação Tensão/Energia (µPa.m <sup>3</sup> /J)
Concreto tradicional	4.500	14	3.110
Madeira	2.400	7	2.920
Concreto leve	7.500	14	1.870
Aço	57.800	165	285
Plástico rígido	47.300	7	148
Alumínio	981.000	126	128
Vidro	229.000	14	61
Bloco cerâmico	9.000	0.25	22

Fonte: BREMMER (1998)

## 5 CONCLUSÃO

Tendo em vista que a vermiculita é um material alternativo que traz consigo grandes vantagens para construção civil, como a facilidade de uso junto a argamassa, propriedades de isolamento térmico e acústico, além da resistência ao fogo, constata-se que o mineral possui muito somar no processo de construção, sendo, desta forma, importante o aumento na adoção deste material, além de outros agregados, no mercado da construção civil. As principais propriedades da vermiculita, isolamento térmico e acústico, já mostraram excelentes resultados em testes e ensaios aqui referenciados. Desta forma, o agregado demonstra grande potencial de uso na construção civil, adicionando mais eficiência e sustentabilidade à construção.

Espera-se, que a medida que este tipo de agregado ganhe relevância, a adoção de concretos leves por parte do mercado de construção civil brasileiro aumente, possibilitando uma maior gama de estudos. Além da aplicação dos agregados na formulação do concreto leve, os mesmos também podem ser utilizados em construções secas e até mesmo como elemento decorativo nos ambientes.

## 6 REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI. Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete. ACI-2013R-87. ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 35: Agregados leves para concreto estrutural: Especificação. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland: preparo, controle e recebimento: Procedimento. Rio de Janeiro, 2006a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NM23 - Agregados Leves para concreto estrutural - Especificações. Rio de Janeiro, 1995.

ARAUJO, D. L., CÂNDIDO, E. S. Painel pré-moldado de argamassa armada com vermiculita expandida e reforçado com fibras de vidro. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol 10, n 3, 01-18. 2015

BARROS, A. G. A., CARDILLO, H. R. P., Concreto leve com vermiculita expandida. Brasília, 2014, 28p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil. Universidade Católica de Brasília - DF, 2014.

BRASIL MINÉRIOS. A vermiculita como alternativa para o conforto térmico em edificações. Disponível em <<http://brasilminerios.com.br/2016/06/28/brexit-could-lead-to-significant-construction-job-losses/>>. 28 de junho de 2016. Acessado em 30 de maio de 2017.

BREMMER, T. W., Concreto de agregado leve. 40º Congresso Brasileiro do Concreto - Reibrac, Rio de Janeiro, agosto, 1998.

CARRIJO, P. M. Análise da Influência da Massa Específica de Agregados Graúdos Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição no Desempenho Mecânico do Concreto. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ECOPORE. Concreto Celular / Leve. Disponível em <<http://www.ecopore.com.br/aplicacoes/concreto-leve>>. Acessado em 30 de maio de 2017.

GOMES NETO, D. P. Dosagem de micro concretos leves de alto desempenho para produção de pré-fabricados de pequena espessura - Estudo de caso. São Carlos, 1998. 156p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GOMES, P. C. C.; ALENCAR, T. F. F. de; SILVA, N. V. da; MORAES, K. A. de M.; ANGULO, S. C. Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 31-46, jul./set. 2015.

MAYS, G. C., BARNES, R. A. The Performance of lightweight aggregate concrete structures in service. The Structural Engineer, v. 69, n. 20, 1991.

MELBY, K., JORDET, E. A., HANSVOLD, C. Long-span bridges in Norway constructed in high-strength LWA concrete. Engineering Structures, V. 18, n. 11, 1996.

NETO, J. B. S. S., SOARES, P. F., VANDERLEI, R. D., COELHO, T. M., ARAGÃO, F. V. Inovação no uso de resíduo da indústria sucroalcooleira. Revista Geintec – Gestão Inovação e Tecnologias. ISSN 2237-0722. 2014.

PHILEO, R. E. Lightweight concrete in bridges. Concrete International, V.8, n. 11, 1986

ROSSIGNOLO, J. A., Concreto leve de alto desempenho modificado com SB para pré-fabricados esbeltos - Dosagem, produção, propriedades e microestrutura. Tese de Doutorado. USP. São Carlos. 2003.

SANTOS, M. E. et al. Argila expandida como agregado para concreto leve. Tema livre - Apresentado à Reunião Anual do IBRACON de 1986. São Paulo, 1986.

SEABROOK, P. I., WILSON, H. S. High strength Lightweight concrete for use in offshore structures: utilisation of fly ash and sílica fume. The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, V. 10, n. 3, 1988.

TENÓRIO, J. J. L. Avaliação de Propriedades do Concreto Produzido Com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição Visando Aplicações Estruturais. Maceió, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.