XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA AMETISTA EM ARGAMASSAS: UMA PROPOSTA DE SUSTENTABILIDADE

Environmental perspectives of the use of amethyst rock powder in mortars: a sustainability proposal

FERNANDA DE MARCO CERATO[1], WILLIAM WIDMAR CADORE[2], HIGOR VINÍCIUS STRAPASSON[3]
[1]Doutoranda, PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, fernanda_demarco@hotmail.com
[2]Profº. Drº, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões /URI, william@uri.edu.br
[3]Doutorando, PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, higor.strapasson@gmail.com

RESUMO
Este estudo investiga a ACV em argamassas com agregado natural e agregado oriundo de resíduos da extração da pedra ametista, através da dosagem da argamassa com teores de até 100% de substituição por agregado residual, e posterior ensaios mecânicos. Os resultados de resistência indicam que as misturas com substituição da areia natural por pó de rocha ametista tendem a diminuir a resistência quando comparado a moldagem referência. Já a comparação direta dos impactos ambientais do traço referência que possui 100% de substituição mostra uma redução de cerca de 20%, demonstrando a viabilidade em termos ambientais e técnicos destes resíduos.

Palavras-chave: Argamassa. Sustentabilidade. Avaliação de ciclo de vida. Pó de pedra Ametista. Resíduos.

ABSTRACT
This study investigates LCA in mortars with natural aggregate and aggregate from amethyst stone extraction waste, through mortar dosing with levels of up to 100% substitution by residual aggregate, and subsequent mechanical tests. The resistance results indicate that mixtures with substitution of natural sand by amethyst rock powder tend to decrease resistance when compared to the reference molding. The direct comparison of the environmental impacts of the reference mix, which has 100% substitution, shows a reduction of about 20%, demonstrating the feasibility in environmental and technical terms of these residues.

Key-words: Mortar. Sustainability. Life Cycle Assessment. Amethyst rock powder Stone. Residual Waste.

Como citar:
CERATO, F. de M.; CADORE, W. W.; STRAPASSON, H. V. Perspectivas ambientais da utilização do pó de rocha ametista em argamassas: uma proposta de sustentabilidade. XV SBTA 2025. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025

INTRODUÇÃO

A premissa de que as questões ambientais estão em evidência reforçam a importância valores à indústria e em especial à da construção civil para novos desafios, atendendo a demanda de um mercado consumidor crescente e interessado na forma com que os produtos, serviços, processos e etapas são conduzidos desde a extração até o descarte final no meio ambiente.

Dessa forma, a Análise de Ciclo de Vida – ACV, permite a obtenção de indicadores ambientais resultantes de todas as fases do ciclo de vida do produto, incluindo impactos não considerados em outras análises tais como extração de matéria prima, transporte, disposição final do produto, etc., permitindo uma visão mais precisa dos produtos e da seleção de processos [1]. A ACV tem sido cada vez mais utilizada para comparar tecnologias estabelecidas com novas tecnologias que visam reduzir emissões de gases de efeito estufa, consumo de recursos não renováveis e poluição da água, entre outros impactos ambientais [2].

A reciclagem de resíduos da construção civil é fundamental para a sustentabilidade da sociedade, pois está diretamente ligada à redução do impacto ambiental do setor e à diminuição dos custos de gerenciamento desses resíduos [3]. Na racionalização no processo de industrialização da construção civil, tem sido crescente o uso de agregados de origem residual, tonando possível, através de estudos, a destinação adequada para esses resíduos na forma de agregados [4].

Consequentemente, o difícil acesso ao agregado acarreta em um aumento do custo de transporte, influenciando no custo total do material. Nesse sentido, surgem alternativas que envolvem o estudo de novos materiais para o aprimoramento da argamassa. Atrelado a essa necessidade está o uso de resíduos industriais. Enquadra-se nessa seara, a região do Médio Alto Uruguai, a qual gera uma grande quantidade de resíduos basálticos e quimicamente inertes.

Os garimpos dessa região, principalmente da cidade de Ametista do sul, são mundialmente conhecidos devido a extração e comercialização de pedras preciosas. Atualmente, a maior parte da economia da região advém desse setor. Espera-se ainda, que essa atividade continue a se expandir devido à formação geológica local.

Cadore (2020) [5] verificou a avaliação da sustentabilidade de sistemas de vedação estrutural com e sem coprodutos da extração de pedra ametista. Evidenciou-se que o emprego de coproduto da extração de pedra ametista, apresentou condições para substituição dos agregados naturais, mesmo que em proporções parciais, tornando-se uma fonte de renda alternativa para a cadeia local.

A pesquisa emerge da necessidade de solucionar dois problemas distintos a partir da produção de argamassa com a utilização de resíduos oriundos da extração de pedra preciosas em ametista: um ambiental e o outro econômico. A primeira alternativa busca a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo processo convencional da extração de areia e da disposição incorreta dos resíduos da explotação de pedra. A segunda é econômica, pois o pó de rocha ametista é um subproduto abundante na região e no momento não possui grande valor econômico e o custo de transporte do material devido à distância. Há de ser considerado

uma terceira via que é o benefício social, resultado da sinergia ambiental e econômica, além da não utilização de jazidas naturais.

Por fim, o estudo abordará os benefícios da utilização do agregado de origem da explotação do garimpo da pedra ametista nas propriedades da argamassa através da substituição parcial ou total da areia por resíduos em comparação a argamassa convencional sob os aspectos da ACV.

PROGRAMA EXPERIMENTAL

A primeira etapa do trabalho experimental consistiu na realização da análise de cinco misturas de argamassas modificando entre elas o agregado miúdo. A relação água/cimento foi fixada em 1,3, em massa. Por convenção de nomenclatura, utilizou-se 100% areia natural (R), 70% areia natural (A1), 50% areia natural (A2), 30% areia natural (A3) e 100% pó de rocha ametista (A4). As argamassas foram preparadas em argamassadeira industrial e as amostras moldadas em corpos de prova 40mm x 40mm x 160mm. Seguidamente, foram curados e ensaiados durante 7 e 28 dias em relação a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão simples. Quando necessário, considerando que o agregado residual é um material poroso, foi utilizado o aditivo incorporador de ar para moldar com o objetivo de chegar na consistência esperada. Após a produção da argamassa, os corpos de prova foram moldados e desmoldados em quarenta e oito horas e destinados à um tanque de imersão e ficaram até a realização dos ensaios de resistência. As composições estão expressas na Tabela 1 e 2 e todos os procedimentos estão de acordo com a NBR 13276 (2016) [6]. Os materiais utilizados na produção das argamassas foram Cimento Portland de Alta resistência Inicial (CPV ARI) devido a rapidez e eficiência, areina natural lavada e pó de rocha de origem residual do garimpo.

Tabela 1 – Aspectos físicos dos agregados.

Propriedades físicas		Retido acumulado (%)	
		Areia Natural	Pó de rocha ametista
Malha da peneira (mm)	4,75	0,1 %	1,5%
	2,36	0,5 %	7,2%
	1,18	5,3%	27,0%
	0,6	33.0%	44,6%
	0,3	86,1 %	63,0%
	0,15	96,4%	80,9%
	Fundo	100,0%	100,0%
Módulo de Finura		1,63	2,24
Diâmetro máximo (mm)		1,18	4,75
Coeficiente médio de inchamento		2,23	1,33
Umidade crítica (%)		3,2	5,4
Massa específica (Kg/dm3)		2,63	2,65
Massa unitária (Kg/dm³)		1,85	1,41
Teor de material pulverulento (%)		-	19,07

Fonte: Os autores (2025).

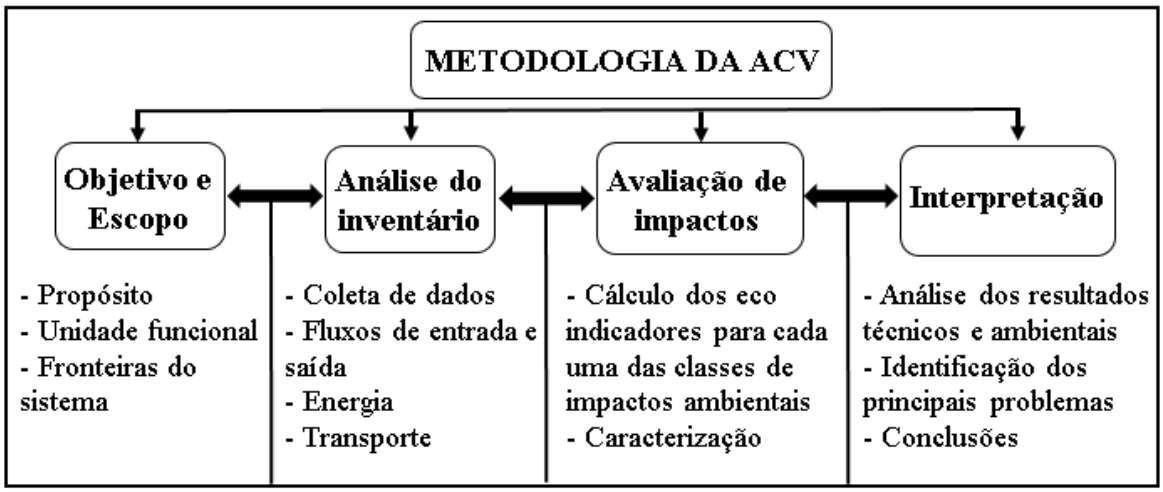
Tabela 2 – Traço em massa dos compostos argamassados.

Mistura	a/c	(Kg/m³)					
		Cimento	Cal	Areia Natural	Pó de rocha ametista	Aditivo (%)	Água
R	1,30	201,34	158,20	1287,34	-	-	267,09
A1	1,30	207,43	162,98	928,37	336,59	-	275,16
A2	1,30	211,69	166,33	676,75	572,52	-	280,82
A3	1,30	216,14	169,82	414,58	818,35	2	286,71
A4	1,30	223,17	175,34	-	1207,79	2	296,04
2A3	1,33	214,43	168,48	411,30	811,89	2	291,56
2A4	1,43	216,06	169,76	-	1168,65	2	315,27

Fonte: Os autores (2025).

A etapa seguinte utilizou a ferramenta de ACV com a seguinte sequência conforme a Figura 1.

Figura 1 – Fases da metodologia da ACV.



Fonte: Os autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E À TRAÇÃO NA FLEXÃO

A Tabela 3 indica o desempenho em relação a resistência à tração na flexão e a compressão das amostras analisados aos 7 e 28 dias. É importante destacar que os traços A3 e A4 foram remoldados pois não obterão a consistência adequada (260mm +/- 10mm) e passaram a ser denominados como 2A3 e 2A4 com adições de 2,5% e 10% de água, respectivamente.

Tabela 3 – Desempenho das misturas analisadas.

Mistura	Consistência (mm)	Resistência à compressão axial (MPa)		$\Delta_{RM28\ (\%)}$	Resistência à tração na flexão (MPa)		$\Delta_{RM28\ (\%)}$
		7	28		7	28	
R	293	16,16 (AAE16)*	22,59 (AAE20)	-	9,70	10,53	-
A1	277	18,79 (AAE16)	22,95 (AAE20)	1,6	8,70	10,0	-5,1
A2	254	20,54 (AAE20)	22,71 (AAE20)	0,5	6,20	8,30	-21,2
A3	223	22,71 (AAE20)	26,17 (AAEE)	15,9	10,60	11,87	12,7
2A3	252	15,73 (AAE12)	20,26 (AAE20)	-10,3	7,47	11,87	12,7
A4	187	16,62 (AAE16)	20,96 (AAE20)	-7,2	7,90	16,53	57,0
2A4	252	14,63 (AAE12)	18,76 (AAE16)	-16,9	7,30	14,73	39,9

*classificação de acordo com a tabela 4 (classes de uso e respectivos critérios de resistência à compressão da argamassa inôrganica AAE) da NBR 13281-2/2023)

Fonte: Os autores (2025).

Ao analisar o comportamento entre os traços moldados, verifica-se que com a substituição total da areia por resíduo oriundo da extração de pó de pedra ametista, a resistência reduz aproximadamente 17%. Comportamento semelhante ocorre com os maiores teores de substituição, com exceção do traço A3 que teve um aumento de aproximadamente 16% em relação ao traço referência, todavia, não obteve o índice de consistência estipulado pela normativa. Dessa forma, nota-se que os resultados não são lineares e os traços com a utilização do resíduo tendem a reduzir os valores em relação ao traço referência. E neste mesmo viés, em relação a resistência à tração na flexão, verifica-se um aumento de resistência de cerca de 40% nos maiores teores de substituição aos 28 dias. Já com os índices de consistência obtidos, é possível constatar que o índice de consistência reduz a/ medida em que a quantidade do resíduo aumenta.

Nessa perspectiva, em alguns estudos com a substituição da areia por outros agregados na argamassa esse comportamento também se verifica, a exemplo do estudo de Heineck e Kazmierczak (2015) [7], no qual uso de agregado reciclado gerou argamassas mais porosas e com menor resistência mecânica. Esses resultados ocorreram devido à forma lamelar e a porosidade dos grãos dos agregados reciclados que resultam em maiores demandas de água e prejudicam a resistência à compressão. Todavia, esta característica morfológica se manifestou de forma positiva na resistência à tração na flexão visto que a forma lamelar permite uma melhor aderência da argamassa com os grãos. Machado e Pinho (2014) [8] também observaram que a utilização de agregados reciclados diminui as resistências mecânicas.

Em contrapartida, apesar dos valores de resistência terem diminuído em comparação ao traço referência, ainda estão de acordo com a NBR 13281 (2023) [9]. Logo, evidenciou-se que todas

as argamassas à compressão permaneceram entre as classes de uso de AAE12, AAE16, AAE20 e AAEE (especial).

Análise do ciclo de vida (ACV) e do Custo do Ciclo de Vida (CCV)

Definições Importantes

Com o objetivo de quantificar os impactos ambientais relacionados a utilização de resíduo oriundo da extração de pedra preciosa, definiu-se como limites do estudo os processos do berço ao portão, ou seja, da extração das matérias primas até a produção das argamassas com unidade funcional em m² de argamassa. Para o escopo, os métodos e dados assumidos são consistentes e do ano de 2019.

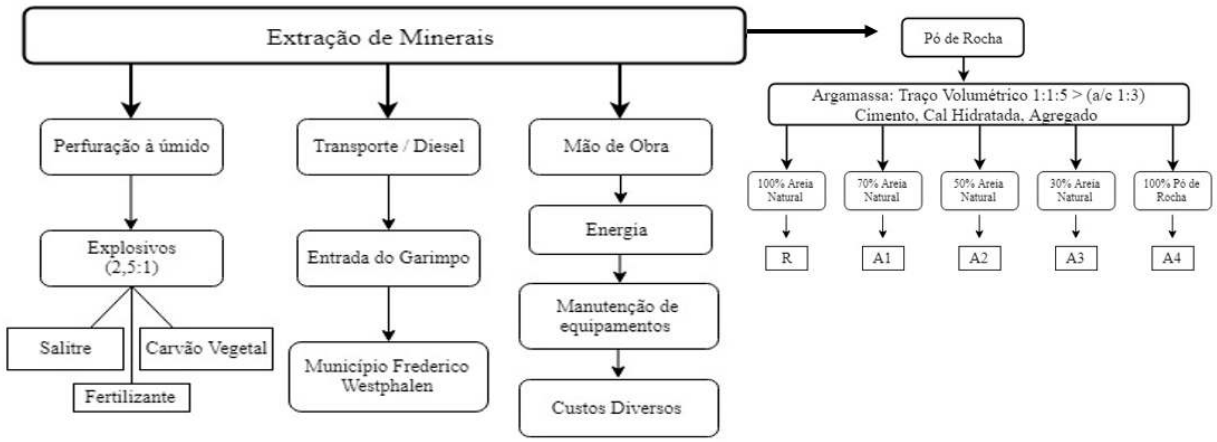
Além disso, os dados primários foram obtidos por meio de questionários e visitas técnicas aos garimpos da região do Médio Alto Uruguai e aos fornecedores de materiais utilizados na pesquisa. Desse modo, foi possível construir os indicadores unitários de todo o processo produtivo. Já para os materiais não prescritos no estudo foram retirados do banco de dados do Ecoinvent, pelo programa SimaPro ®, versão faculty 9.0.0.35.

Para o cálculo das emissões relacionadas ao transporte dos materiais, considerou-se a distância até o laboratório de materiais da URI em Frederico Westphalen/RS. O resíduo utilizado na argamassa tem origem da cidade de Ametista do Sul/RS e a areia de Santa Maria/RS.

Análise de inventário do ciclo de vida

Através das definições importantes definidas acima, foi possível analisar os fluxos de entrada e saída dos materiais empregados na argamassa. A Figura 2 descreve os processos da obtenção dos materiais e seus respectivos custos utilizados na análise.

Figura 2 – Processos analisados no estudo.



Fonte: Os autores (2025).

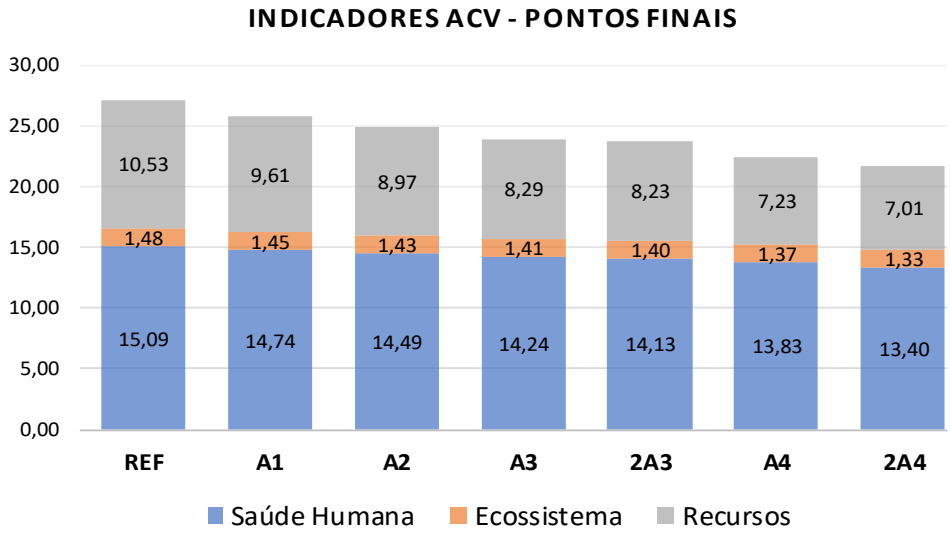
Avaliação de impacto do Ciclo de Vida

Os cálculos dos indicadores de ACV foram obtidos com a utilização do programa Simapro®, versão faculty 9.0.0.35 que após a construção dos cenários do berço ao portão, foram

analisados os impactos. Para a interpretação da ACV foi utilizada a metodologia ReCiPe, escolhida por agregar dois conjuntos de categorias de impacto associados aos fatores de caracterização. No nível intermediário são 17 categorias com a abordagem orientada a problemas, chamados de pontos médios (Tabela 4). Já para pontos finais (Figura 3), o nível atribui indicadores para três categorias com a abordagem orientada para os danos. Os resultados da foram expressos na unidade ambiental Pt, equivalente a um milésimo da carga média anual de um cidadão europeu.

A Figura 3 apresenta as três categorias dos pontos finais, o qual indicam que a saúde humana representa os maiores indicadores, seguidos de recursos e do ecossistema. Em uma análise comparativa entre as argamassas, observa-se que o traço de referência (REF), com agregado natural, é o que apresenta os maiores indicadores de impacto (Figura 3). As outras misturas tem por característica o aumento do teor de substituição do rejeito de garimpo até a sua totalidade. Assim, podem ser observadas que de forma crescente, ou seja, quanto maior o teor de substituição, menores são os indicadores, uma vez que todos os outros constituintes das argamassas são os mesmos.

Figura 3 – Categorias de impacto por traços.



Fonte: Os autores (2025).

Ainda, a análise dos pontos finais, indicam que em uma comparação direta, o traço 2A4 apresenta uma redução de cerca de 20% nos indicadores de impacto total comparados com o traço de REF, demonstrando então a viabilidade em termos ambientais do resíduo de garimpo de pedra ametista.

Sobretudo, a ACV permite uma análise mais abrangente dos aspectos ambientais, o qual podem ser classificados nos pontos médios, representados por 17 categorias de impacto, conforme a Tabela 4.

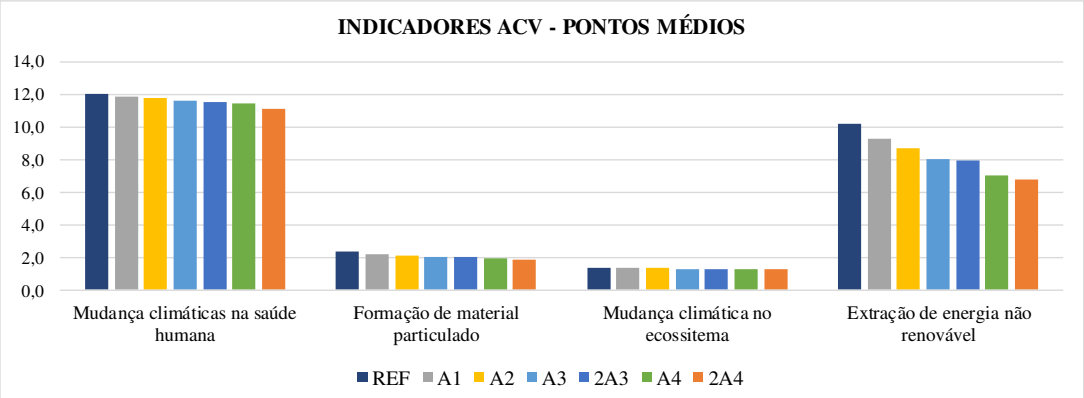
Tabela 4 – Resultados dos indicadores de pontos médios.

Categoria de impacto	Traços (Pt)						
	REF	A1	A2	A3	2A3	A4	2A4
Mudança climáticas	12,0426	11,8661	11,7421	11,6133	11,5233	11,4096	11,0534
Depreciação da camada de ozônio	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0010	0,0008	0,0008
Toxicidade humana	0,7011	0,6455	0,6067	0,5662	0,5620	0,5023	0,4872
Oxidação fotoquímica	0,0010	0,0009	0,0008	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006
Formação de material particulado	2,3362	2,2188	2,1365	2,0509	2,0353	1,9158	1,8568
Radiação Iônica	0,0041	0,0038	0,0036	0,0034	0,0033	0,0030	0,0029
Mudança climática no ecossistema	1,3524	1,3326	1,3187	1,3042	1,2941	1,2813	1,2413
Acidificação Terrestre	0,0021	0,0020	0,0019	0,0017	0,0017	0,0015	0,0015
Eutrofização aquática	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Eco toxicidade terrestre	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021	0,0021	0,0017	0,0017
Eco toxicidade aquática	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Eco toxicidade marinha	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Ocupação agrícola	0,0090	0,0089	0,0088	0,0088	0,0087	0,0087	0,0085
Ocupação urbana	0,0735	0,0610	0,0522	0,0430	0,0427	0,0286	0,0276
Transformação de área natural	0,0438	0,0449	0,0456	0,0464	0,0460	0,0476	0,0462
Extração de metais	0,3813	0,3434	0,3175	0,2905	0,2883	0,2478	0,2403
Extração de recursos fóssil	10,1503	9,2677	8,6489	8,0043	7,9439	6,9853	6,7742
Total	27,1028	25,8002	24,8876	23,9374	23,7541	22,4357	21,7438

Fonte: Os autores (2025).

Embora a soma de todos os impactos resulte em valores finais iguais aos impactos dos pontos médios, é possível agrupar os dados dos pontos médios em impactos diretos aos seres humanos, ao meio ambiente e ao consumo de recursos naturais. Assim, observa-se que os maiores danos observados são expressos na Figura 4.

Figura 4 – Impactos individuais unitários.



Fonte: Os autores (2025).

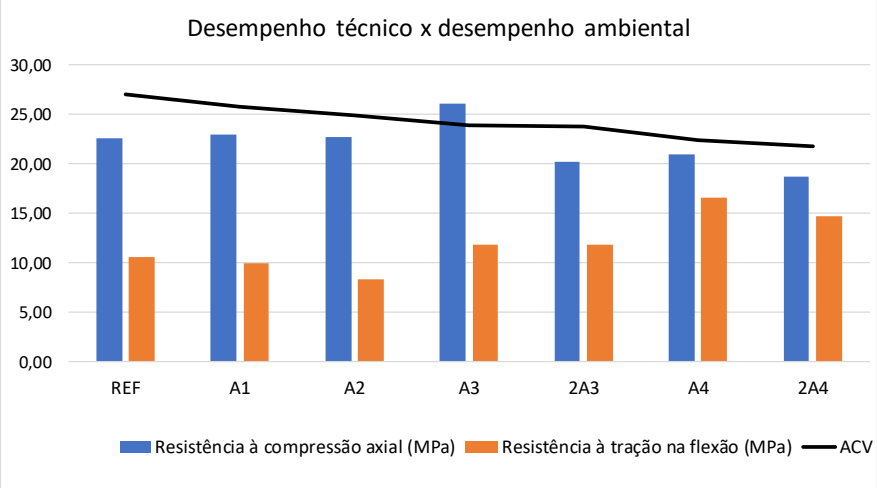
Sobretudo, os resultados da Figura 4 evidenciam a mesma tendência dos impactos individuais a diminuírem à medida em que ocorre o aumento do teor de substituição nos traços. A mudança climática na saúde humana é um dos principais fatores que contribuem para esses impactos e a diferença entre os traços REF e 2A4 é de aproximadamente 8%. Outro fator que tem grande influência nas categorias de impacto analisadas é o Recursos fosseis que é cerca de 33% maior para o traço REF.

Autores como Petry *et al.* (2015) [10], ao substituir o agregado calcário por pó de rolagem de ágata concluiu que a utilização de teores mais altos de pó de rolagem de ágata em lugares próximos apresenta ganhos significativos que contribuem para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa e do consumo energético. Já para Leite *et al.* (2018) [11] também foi identificado que a utilização de resíduos de corte e polimento de rochas ornamentais, de modo geral, gerou menos impactos ambientais.

DESEMPENHO TÉCNICO X DESEMPENHO AMBIENTAL

A relação entre os indicadores técnicos com os ambientais, convergem para uma leitura em que as misturas com substituição de rejeito de garimpo apresentam as melhores combinações, conforme pode ser observado na Figura 5. Analisando a resistência a compressão, os melhores indicadores estão com as misturas A3, A4 e A2, respectivamente. Contudo, quando o aspecto técnico analisado é a tração na flexão, os melhores desempenhos combinados com o aspecto ambiental são as misturas A4, 2A4 e A3. Em contrapartida, como mencionado anteriormente, a mistura A3 não antendeu a consistência esperada, apesar de bons resultados de resistências.

Figura 5 – Combinação entre desempenho técnico e desempenho ambiental.



Fonte: Os autores (2025).

CONCLUSÃO

Embora o levantamento dos indicadores de ambientais pela ACV produza uma leitura ampla e eficaz dos processos de entradas e saídas no âmbito da gestão, eles ainda são uma parte de um tripé que constitui a sustentabilidade global. Antes de tudo, o conceito sustentabilidade

ambiental, evidenciou que a utilização do pó de rocha como agregado miúdo na produção da argamassa pode ser muito positiva, pois além de permitir uma destinação correta aos resíduos da indústria de beneficiamento de minerais ametista e diminuir a extração de matérias primas pela construção civil, constatou-se que o uso do resíduo diminui os impactos ambientais da produção de argamassa.

Isso ficou evidenciado na comparação direta entre traço REF com o 2A4 que possui 100% de substituição do agregado pelo resíduo. Nesse caso, as reduções dos indicadores foram de até 20%. O transporte e a origem como um subproduto são dois dos fatores essenciais para tais resultados, pois possui uma distância mínima do local de produção e é um material que é gerado devido ao beneficiamento de minerais preciosos, respectivamente. Isto é, diminui as emissões de gases para o efeito estufa e o consumo energético.

Por fim, a comparação dos indicadores técnicos e ambientais evidenciam que a substituição de areia natural pelo pó de rocha obtido do processamento dos resíduos da extração da pedra ametista são convergentes, ou seja, há ganhos técnicos e ambientais no estudo. Esses resultados apontam os traços A2 e 2A3, respectivamente como os melhores desempenhos combinados.

Sobretudo ainda, os ganhos ambientais e técnicos podem ainda resultar em melhoria nos aspectos econômicos e de desenvolvimento do potencial de uso do material. Assim, um estudo complementar de Análise do Custo do Ciclo de Vida poderia ser implementado para verificar tais afirmações. Posto isso, as prerrogativas até então convergem para um potencial de desenvolvimento regional do produto e por conseguinte implementação dos indicadores sociais.

REFERÊNCIAS

[1] ZUO, J; ZHAO, Z. Green building research–current status and future agenda: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 271–281, 2014.

[2] MEYRELLES, Rafael; CALMON, João Luiz; BELLO, Lukas Damazio; MEDINA, Taísa Menezes. Avaliação do ciclo de vida de concretos geopoliméricos: estudo comparativo. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 10, n. 3, p. 449-467, 14 set. 2024. Universidade Federal do Espirito Santo. http://dx.doi.org/10.47456/bjpe.v10i3.44924.

[3] FREITAS, Ana Paula Meneghetti de; MEZECH, Roberta Cristina Casarotto. Aproveitamento de resíduos de construção e demolição com foco na sustentabilidade. **Disciplinarum Scientia - Ciências Naturais e Tecnológicas**, v. 22, n. 2, p. 169-185, 2021. Disciplinarum Scientia: Serie Ciencias Naturais e Tecnologicas. http://dx.doi.org/10.37779/nt.v22i2.3925.

[4] JOHN, W. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. 2010.

[5] CADORE, William Widmar. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas de vedação estrutural com e sem coprodutos da extração de pedra ametista.** 2020. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:2016** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. 2016.

[7] HEINECK, S.; KAZMIERCZAK, C. D. S. **Argamassas de revestimento com incorporação de agregado miúdo da britagem de concreto.** 2015.

[8] MACHADO, S. F. A.; PINHO, F. F. DA S**. Influência de agregados provenientes de rcd e cinzas volantes não-conformes no desempenho de argamassas de cimento.** Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil: Perfil de Construção), Universidade Nova de Lisboa, 2014.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281:2023** – Argamassas inorgânicas — Requisitos e métodos de ensaios. Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos. 2023.

[10] PETRY, N. S. **Uso de resíduos de ágata como agregado em argamassas de cimento Portland branco**. 2015. Dissertação (mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

[11] MOITINHO, Bruna Lima Rodrigues; LEITE, Mônica Batista. **Estudo da Produção de Concretos Reciclados Utilizando Agregados de Argamassa.** ENCONTRO NACIONAL SOBRE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, v. 4, 2015.