XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Avaliação temporal dos aspectos sociais, econômicos e ambientais de uma edificação comercial sustentável (ECS)

Evaluación temporal de los aspectos sociales, económicos y ambientales de un edificio comercial sostenible (SCC)

Temporal assessment of the social, economic and environmental aspects of a sustainable commercial building (SCC)

Santana Filho, Salomão
Doutor, Agrosolos Meio Ambiente, Patrocínio, Brasil, salomao@agrosolos.com.br

Assis, Eleonora Sad de

Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, eleonorasad@yahoo.com.br

Llamas, Ludimila Patrícia da Silva de
Mestre, Agrosolos Meio Ambiente, Patrocínio, Brasil, ludimila@agrosolos.com.br

Resumo

Este trabalho é um estudo de caso de uma Edificação Comercial Sustentável (ECS) localizada em Patrocínio, Minas Gerais, Brasil. Esta edificação foi projetada e construída sob concepção sustentável, com início das obras em maio de 2014, concluída em agosto de 2015, ocupada em1º setembro de 2015 e em operação até a presente data. Os objetivos deste trabalho foram: 1) descrever e avaliar os sistemas e materiais adotados e o desempenho ao longo de 8 anos de utilização da ECS e 2) avaliar os aspectos ambientais, econômicos e sociais. A metodologia utilizada foi: 1) avaliação temporal dos sistemas e materiais adotados na ECS; 2) avaliação dos aspectos ambientais, sociais e econômicos por meio de dados históricos durante a fase de utilização da ECS. De acordo com os resultados obtidos, os impactos foram positivos para todos os aspectos ambientais, econômicos e sociais avaliados, confirmando assim que ECS é realmente uma edificação sustentável.

Palavras-chave: Edificação Sustentável. Sustentabilidade. Concepção Sustentável. Desempenho de Edificação Sustentável. Avalição pós ocupação.

Resumen

Este trabajo es un estudio de caso de una Edificación Comercial Sustentable (ECS) ubicado en Patrocínio, MG, Brasil. Este edificio fue construido bajo concepto sustentable, iniciando su construcción en mayo de 2014, finalizándose en agosto de 2015, siendo ocupado el 1 de septiembre de 2015, el cual está en funcionamiento a la fecha. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) describir y evaluar los sistemas y materiales adoptados al igual que conocer su desempeño durante 8 años de uso del ECS, 2) evaluar los aspectos ambientales, económicos y sociales. Las metodologías utilizadas fueron: 1) evaluación temporal de los sistemas y materiales adoptados en la ECS; 2) evaluación historial de los aspectos ambientales, sociales y económicos durante el periodo de empleo del ECS. De acuerdo con los resultados obtenidos, los impactos fueron positivos para los aspectos ambientales, económicos y sociales que fueron evaluados, confirmando así que ECS es un edificio sustentable.

Palabras clave: Edificación Sostenible. Sostenibilidad. Diseño sustentable. Desempeño de la construcción sostenible. Evaluación post-ocupacional.

Abstract

This paper is a case study of a Sustainable Commercial Building (SCB) located in Patrocínio, Minas Gerais, Brazil. This structure was designed and built under a sustainable concept, with construction starting in May 2014, completed in August 2015, occupied on September 1, 2015, and in operation to date. The objectives of this paper were: 1) to describe and evaluate the systems and materials adopted and their performance over 8 years of use of the SCB and 2) to evaluate the environmental, economic, and social aspects. The methodology used was: 1) periodic evaluation of the systems and materials used in the SCB; 2) evaluation of the environmental, social, and economic aspects collected data during the SCB's use phase. According to the results obtained, the impacts were positive for all environmental, economic, and social aspects evaluated, thus confirming that the SCB is a sustainable building.

Keywords: Sustainable Building. Sustainability. Sustainable Design. Sustainable Building Performance. Post-occupancy evaluation.

Introdução

A sustentabilidade na construção civil deve conciliar de forma integrada os aspectos ambientais, econômicos e sociais. Segundo Agopyan e John (2011), o desafio da sustentabilidade é fazer a economia evoluir, atender às necessidades e expectativas da sociedade e preservar o meio ambiente para as gerações atual e futuras. Para Dresner (2008), a identidade conceitual depende da perspectiva com a qual as definições são analisadas. Para Souza (2020), a diferença é que a sustentabilidade é algo de difícil consecução e o desenvolvimento sustentável denota um processo com vistas ao futuro, sem que o presente seja adiado. Assim, desenvolvimento sustentável, como um processo, é contínuo e a sustentabilidade é um fim.

Ainda, é pouca a difusão de estudos que demonstram a viabilidade econômica e a avaliação ao longo do tempo de edificações sustentáveis, com apresentação dos custos de manutenção,

economia de recursos, viabilidade ao longo do tempo, e de um comparativo de uma edificação sustentável com uma edificação convencional.

Este estudo com a utilização de ferramentas mais objetivas de valoração e parametrização destas construções, considerando avaliação dos resultados obtidos pelos estudos dos aspectos ambientais (apresentação da matriz de impacto ambiental), econômicos (apresentação de dados reais sobre os custos de manutenção, e da receita e economia de recursos e insumos gerados e desempenho dos sistemas adotados) e sociais (relatos dos seus usuários e se houve ou não melhoria na qualidade de vida e bem-estar) ao longo do tempo da utilização da Edificação Comercial Sustentável (ECS). Por meio dos objetivos propostos e metodologia, este trabalho visa contribuir para conhecimento na área e auxiliar na avaliação de edificações se são ou não sustentáveis, levando em consideração a análise temporal dos aspectos ambientais, econômicos e sociais. Sob essa perspectiva, o Estudo de Caso desta ECS em operação por mais de 08 anos (96 meses), com avaliação temporal dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, com a apresentação de informações e dados históricos reais dos custos de manutenção e de economia de energia elétrica, propõe confirmar se esta edificação realmente pode ser classificada ou não como sustentável.

Metodologia

A metodologia adotada neste estudo de caso baseou-se na realização do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e na análise das características de sustentabilidade dos projetos, sistemas e materiais empregados na ECS. A pesquisa considerou os aspectos sociais, econômicos e ambientais por meio de uma abordagem qualitativa, fundamentada na análise documental de projetos, sistemas construtivos e materiais utilizados, registros fotográficos, planilhas de custos de manutenção (dados de produção e consumo de energia elétrica), além de documentos disponíveis nos acervos históricos mensais e anuais da ECS, organizados cronologicamente.

Com base nessas informações, foram elaboradas planilhas e gráficos que apresentam os resultados, agrupados em dois períodos distintos: Fase de obras: levantamento, descrição e análise das características de todos os projetos, sistemas e materiais utilizados durante a construção da ECS; Fase de ocupação e uso: análise dos dados qualitativos e quantitativos referentes ao desempenho da edificação ao longo de 8 anos de utilização, com destaque para os custos de manutenção e consumo de energia elétrica.

As principais etapas e atividades desenvolvidas foram:
- Estudo dos aspectos sociais: análise dos dados obtidos por meio do EIV, com aplicação de questionários e entrevistas direcionadas a 60 pessoas (moradores e trabalhadores da vizinhança da ECS), com foco na percepção sobre construções sustentáveis;

- Estudo dos aspectos econômicos: levantamento dos custos de manutenção da ECS, bem como das receitas e economias obtidas com a adoção de sistemas sustentáveis, ao longo do período de uso da edificação;
- Estudo comparativo: análise comparativa entre a ECS e uma Edificação Comercial Convencional (ECC), com layout semelhante, considerando os custos de manutenção e o desempenho energético ao longo de 8 anos;
- Estudo dos aspectos ambientais: elaboração de matrizes de impactos ambientais para as fases de construção e uso da ECS, considerando os meios físico, biótico e antrópico;
- Apresentação e discussão dos resultados: sistematização dos estudos sociais, econômicos e ambientais, para avaliar se a ECS pode ser classificada como uma edificação sustentável.

Resultados e Discussão

- Descrição da ECS: A ECS objeto deste estudo de caso é um edifício comercial, sede da empresa do ramo de prestação de serviços na área de Consultoria Ambiental localizada na cidade de Patrocínio, Minas Gerais, Brasil. Esta edificação foi projetada e construída sob concepção sustentável, com início das obras em 09 de maio de 2014 e concluída em 20 de agosto de 2015, sendo ocupada em 1º de setembro de 2015 e em operação até a data atual (Figura 1).



Fig. 1 Fotos de drone, sendo A) No início da ocupação do prédio (em 1º de setembro de 2015) e B) Após 8 anos de utilização da ECS (em 30 de agosto de 2023).

- Projeto Arquitetônico: O Projeto Arquitetônico da ECS, teve uma abordagem e enfoque na sustentabilidade, com a preocupação em construir uma edificação adequada ao atendimento às necessidades e atividades da empresa, em sintonia com a menor geração de impactos socioambientais negativos desde o início das obras, ocupação e pós ocupação. As principais características e diferenciais de sustentabilidade contempladas foram:
- Menor percentual (%) de impermeabilização no terreno. A área total impermeável da ECS corresponde a 218,90 m² (27,86 %) e a área permeável de 566,86 m² (72,14 % do terreno);

- Aproveitamento e reuso das águas pluviais na ECS, com o maior aproveitamento das águas pluviais e favorecimento da sua infiltração dentro do terreno.;
- Adoção de sistemas para proporcionar maior conforto térmico com a implantação do telhado verde na cobertura da edificação, dispensando assim a necessidade de instalação de ar-condicionado, comumente utilizado em edificações comerciais;
- Favorecimento da iluminação natural e ventilação cruzada. A adoção de um pé direito alto e a instalação de janelas em vidro beneficiaram a ventilação cruzada e melhor circulação de ar;
- ECS com paredes internas não estruturais. Para as divisões internas da ECS optou-se pelo uso do Painell Wall, o que permite uma flexibilidade para possíveis configurações de layout que o local possa vir adotar.

Resultados dos Estudos dos Aspectos Sociais da ECS: Foi realizado por meio da realização do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) conforme metodologia descrita na NBR 10719/2011 com aplicação de um questionário que contemplou o levantamento e análise na elaboração dessa pesquisa de opinião de 60 pessoas, tomaram por base a comunidade do entorno imediato do local da ECS em operação. Os resultados do EIV estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados do EIV e avaliação dos impactos da ECS sob os aspectos sociais.

Itens considerados	Impactos				Justificativas	Medidas Mitigadoras
	Nenhum	Baixo	Médio	Elevado		
Qualidade de vida dos moradores atual e futura		X			Funcionamento:2ª a 6ª feiras 08:00 às 17:30 hs	Construção de uma área de vivência para uso comunitário e Palestras na ECS para alunos das instituições de ensino
Qualidade urbanística e ambiental es suas alterações				X	Impacto positivo proporcionado pela ECS	
Demanda por sistema viário e transportes coletivos, geração e a intensificação de tráfego		X			Impacto baixo: a maior parte dos empregados moram próximos a ECS.	Incentivo do uso de bicileta Atendimento à clientes de forma agendada
		X				
Perda de identidade da população atingida	X				A ECS está localizado na Zona Comercial	Não se aplica
Valorização imobiliária decorrente da ECS				X	Impacto Positivo: o paisagismo da ECS	Manutenção dos Jardim e dos dispositivos de acessibilidade
Sistemas de abastecimento de redes de água e de esgoto	X				Baixa demanda de energia elétrica e água	Sistema de geração de energia, reuso de água e tratamento de esgoto gerado
Geração de ruídos, ou partículas aéreas (poeira), fumaça, gases	X				Atividade exercida na ECS é Comercial.	Programas Implantados como PGRS, Reuso de Águas, Paisagismo

A operação do empreendimento está em conformidade com as diretrizes de uso e ocupação do solo definidas pelo Plano Diretor da Prefeitura Municipal de Patrocínio, sendo que o

empreendimento bem como as atividades ali desenvolvidas e o local de instalação estão em conformidades com as leis e regulamentos do município.

A medida compensatória adotada pelo empreendimento foi a construção de uma área de vivência na área que pertence ao imóvel para uso público com a instalação de bancos e estruturas de madeira e inox para realização de atividades físicas. Esta área de vivência teve repercussão positiva pela comunidade e vem sendo utilizada continuamente pela comunidade. Outra medida adotada são as palestras aulas práticas na ECS sobre Construções Sustentáveis para alunos do ensino fundamental, médio e superior das instituições de ensino do município (Figura 02).



Fig. 02 - Interação com a comunidade Foto A - Área de Vivência de Uso Comunitário e Foto B Recepção de alunos das instituições de ensino do município na ECS.

Resultados dos Estudos dos Aspectos Econômicos: O estudo dos aspectos econômicos foi realizado por meio da avaliação dos sistemas e materiais adotados na ECS, os custos relacionados a manutenção, a análise do retorno econômico e promoção ou não de economia de energia elétrica. Foi realizado um estudo detalhado ao longo de 8 anos, através da contabilização do consumo mensal e anual e da geração distribuída de energia fotovoltaica na ECS.

- Consumo e geração de energia elétrica na ECS: Os dados históricos (mensais e anuais) sobre a geração e consumo de energia elétrica da ECS foi realizado por meio do balanço energético obtido pelo saldo entre a quantidade de energia produzida e injetada no sistema elétrico subtraída da quantidade de energia utilizada e fornecida pelo sistema elétrico, como mostra na Equação (1).

$$Balanço\ de\ energia\ (kWh) = Energia\ injetada - Energia\ fornecida \quad (1)$$

A análise dos dados mensais e anuais do saldo de balanço de energia é uma ferramenta que avaliar e fornecer informações como: Eficiência energética do sistema; Sistema que atende ou

não a realidade do empreendimento; e Saldo mensal e anual do balanço de energia identificar os meses e os anos que houve maior produção e consumo de energia. Na Tabela 2 são apresentados os dados do balanço de energia elétrica na ECS entre setembro de 2015 a agosto de 2023 na ECS.

Tabela 2 - Dados do balanço de energia elétrica em kWh na ECS entre setembro de 2015 a agosto de 2023 na ECS

Ano/Mês	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Média	Saldo
Janeiro		48	37	154	117	146	217	113	106	117	938
Fevereiro		-54	121	37	63	-216	165	139	5	33	261
Março		37	104	-17	-25	22	223	244	84	84	673
Abril		-214	2	-114	72	0	157	189	13	13	105
Maio		-66	-18	- 53	43	-62	159	134	20	20	158
Junho		-100	-70	- 47	26	10	81	90	-2	-2	-13
Julho		1	15	- 33	37	109	139	151	60	60	478
Agosto		83	129	66	76	152	199	207	114	128	1.027
Setembro	0	120	157	140	90	156	242	188		137	1.093
Outubro	28	143	181	121	79	137	-165	142		83	668
Novembro	257	26	44	-116	107	94	177	155		93	744
Dezembro	290	77	160	11	32	238	199	-43		120	964
Média mensal	**144**	**8**	**72**	**12**	**60**	**66**	**149**	**143**	**50**	**11**	**1.054**
Saldo Anual	**574**	**100**	**863**	**149**	**718**	**786**	**1.793**	**1.711**	**400**	**887**	**7.095**

Fonte: Autor, 2025.

Conforme os dados históricos do balanço de energia, houve saldo positivo em todos os anos de operação do sistema da ECS, o que permite afirmar que o sistema implantado de geração de energia fotovoltaica na ECS não foi subdimensionado, ou seja, a quantidade de energia produzida e injetada foi maior que a energia fornecida pelo sistema elétrico.

- Estudo comparativo do consumo de energia elétrica de uma Edificação Comercial Convencional (ECC) hipotética de mesmo layout e a ECS

As Edificações Comerciais Convencionais (ECC) geralmente possuem aparelhos para condicionamento do ar (para promover melhoria do conforto térmico). Considerando a diferença entre a demanda de energia entre estes tipos de edificações, foi realizado um estudo comparativo entre uma ECC hipotética considerando o uso de ar-condicionado.

Para este estudo comparativo e avaliação das variáveis (consumo de energia e eficiência energética), foram consideradas as seguintes características similares (layout, atividade desenvolvida no empreendimento, tempo de utilização, quantidade de usuários, horário e dia de

funcionamento, local e tempo de utilização e ocupação) entre a ECC hipotética e a ECS estudada (sem uso de ar-condicionado).

Para o cálculo do consumo de energia elétrica dos aparelhos ar-condicionado da ECC hipotética, foram levantados os ambientes a serem refrigerados, suas áreas (133,6 m2), a medida de potência de refrigeração (BTU's) dos aparelhos seriam necessários 6 equipamentos de ar-condicionado com um total de 115.500 BTU's para o condicionando da ECC.
Na Tabela 3 são apresentados os cálculos do consumo e custos de energia elétrica em dólares americanos (USD) mensais, anuais e em 8 anos com o uso de dispositivos de ar-condicionado na ECC hipotética considerando o funcionamento semanal 8 h/dia e 20 dias mensais e12 meses por ano.

Tabela 3 - Consumo e Custos de energia elétrica em USD mensal, anual e em 8 anos com o uso de dispositivos de ar-condicionado na ECC hipotética considerando o funcionamento 8 h/dia, 20 dias mensais e 12 meses por ano.

Equip. e Pot. BTU	Quant.	Cons. kWh diário	Consumo mensal kWh	Tarifa (USD) kWh	Custo (USD) Mensal	Custo (USD) Anual	Custo (USD) 8 anos
7.500	1	6,28	125,6	0.1960	24.62	295.41	2,363.29
9.000	1	6,84	136,8	0.1960	26.81	321.75	2.574.03
9.000	1	6,84	136,8	0.1960	26.81	321.75	2.574.03
24.000	1	15,44	308,8	0.1960	60.52	728.30	5,810.38
30.000	1	21,64	432,8	0.1960	84.83	1.017.95	8,143.56
36.000	1	24,52	490,4	0.1960	96.12	1.153.42	9,227.37
115.500	**6**	**81,56**	**1.631,20**	**0.1960**	**319.72**	**3,836.58**	**30,692.66**

Fonte: Autor, 2025.

De acordo com os dados apresentados os cálculos realizados e apresentados na Tabela 3, a economia de energia elétrica pela não utilização de ar-condicionado na ECS em comparação com a ECC seria de **USD 3,836.58** (Três mil, oitocentos e trinta e seis dólares e cinquenta e oito centavos). Considerando 8 anos de operação da ECS, o montante economizado em energia elétrica seria de **USD 30,692.66** (Trinta mil, seiscentos e noventa e dois dólares e sessenta e seis centavos).

- Descrição e avaliação temporal dos sistemas e materiais utilizados na ECS

Os projetos de construções sustentáveis se diferem das construções convencionais principalmente pela implantação de sistemas e utilização de materiais que possuem enfoque na sustentabilidade. Na obra desta ECS foram implantados os seguintes sistemas e materiais sustentáveis, e a avaliação das características e descrições dos sistemas e materiais sustentáveis utilizados na ECS ao longo de 8 anos de ocupação (Tabela 4).

Tabela 4 - Avaliação temporal (longo de 8 anos de ocupação) dos sistemas e materiais utilizados na ECS e justificativas.

Sistemas e Materiais	Efeito		Incidência	Justificativas
	Positivo	Negativo		
Geração de Energia	X		Direta	Economia de energia elétrica
Telhado Verde	X		Indireta	Economia de energia elétrica por dispensar o uso de ar-condicionado
Reuso de águas pluviais	X		Direta	Economia de água
Tratamento de Esgoto		X	Direta	Maior custo de manutenção e falta de incentivo municipal
Coleta Seletiva		X	Direta	Maior custo com manutenção
Acessibilidade		X	Direta	Maior custo de manutenção com pintura
Controle e uso de água	X		Direta	Economia de água
Iluminação natural	X		Direta	Economia de energia elétrica
Irrigação do jardim	X		Indireta	Economia de água
Madeira Reflorestamento	X		Direta	Custo de manutenção com pintura
Placas OSB	X		Direta	Material de baixo custo
Painel Wall	X		Direta	Material de maior custo
Esquadrias de alumínio	X		Direta	Menor custo de manutenção
Madeira Plástica	X		Direta	Menor custo de manutenção
Concregrama	X		Indireta	Menor custo de manutenção
Tinta Mineral	X		Indireta	Menor custo de manutenção
Somatório	**13**	**03**		

Fonte: Autor, 2025.

Os sistemas adotados na ECS como telhado verde, ventilação cruzada, favorecimento da iluminação natural, implantação de jardins e áreas verdes etc. proporcionaram conforto térmico e ambiental aos usuários e menor consumo de energia por dispensar o uso de ar-condicionado, equipamento muito comum em prédios comerciais convencionais. Conforme avaliação apresentada na Tabela 4, observa-se que a maior parte dos sistemas e materiais utilizados na ECS apresentaram impactos positivos sob os aspectos econômicos, relacionados principalmente ao retorno econômico do investimento pela economia de energia elétrica, água e menores custos com a manutenção da ECS.

Resultados dos Estudos dos Aspectos Ambientais

O estudo dos aspectos ambientais foi realizado por meio de matrizes de interações que permitem inferir de forma quantitativa, em relação à magnitude dos impactos, ou seja, o grau de alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental, em termos quantitativos de impactos ambientais considerando os meios físico, biótico e antrópico em 02 fases distintas: I) período de obras (do início até a conclusão da ECS) e II) período de ocupação (da ocupação iniciada em 01 de setembro de 2015 até 31 de agosto de 2023) que corresponde a 8 anos de utilização da ECS.

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentadas respectivamente as matrizes de impactos ambientais no meio físico durante a fase de obras e a fase de operação da ECS.

Tabela 5 - Impactos ambientais no meio físico durante a fase de obras da ECS

Aspectos do Meio Físico	Impactos Ambientais durante a Fase de Obras da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Dinamização dos processos erosivos	Média	Local	Relevante	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo
Criação de Áreas Empréstimo	Média	Local	Relevante	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo
Impermeabilização e Compactação dos solos	Média	Local	Relevante	Direta	Manter	Irreversível	Negativo
Contaminação do solo por resíduos e efluentes	Média	Local	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Emissão de poeira e ruídos	Alta	Local	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Alterações quali- quantitativa das águas	Média	Local	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Negativo

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 6 - Impactos ambientais no meio físico durante a fase de operação da ECS

Aspectos do Meio Físico	Impactos Ambientais durante a Fase de Operação da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Dinamização de processos erosivos	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Geração de resíduos sólidos	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Impermeabilização e Compactação Solos	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Manter	Reversível	Negativo
Contaminação do solo por resíduos e efluentes	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Emissão de poeira ruídos	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Alterações quali- quantitativa das águas	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Reversível	Negativo

Fonte: Autor, 2025.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentadas respectivamente as matrizes de impactos ambientais no meio biótico durante a fase de obras e a fase de operação da ECS.

Tabela 7 - Impactos ambientais no meio biótico durante a fase de obras da ECS

Aspectos do Meio Biótico	Impactos Ambientais durante a Fase de Obras da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Alteração de habitats terrestres	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo
Supressão de Vegetação	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Manter	Reversível	Negativo
Atropelamento de fauna	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 8 - Impactos ambientais no meio biótico durante a fase de operação da ECS

Aspectos do Meio Biótico	Impactos Ambientais durante a Fase de Operação da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Alteração de habitats terrestres	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo
Supressão de Vegetação	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Manter	Reversível	Negativo
Atropelamento de fauna	Baixa	Local	Desprezível	Direta	Regredir	Irreversível	Negativo

Fonte: Autor, 2025.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentadas respectivamente as matrizes de impactos ambientais no meio antrópico durante a fase de obras e a fase de operação da ECS.

Tabela 9 - Impactos ambientais no meio antrópico durante a fase de obras da ECS

Aspectos do Meio Antrópico	Impactos Ambientais durante a Fase de Obras da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Geração de empregos e renda	Alta	Local	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Positivo
Risco de acidentes pessoais	Média	Pontual	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Aumento demanda por bens e serviços	Alta	Regional	Relevante	Direta	Regredir	Irreversível	Positivo

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 10 - Impactos ambientais no meio antrópico durante a operação da ECS

Aspectos do Meio Antrópico	Impactos Ambientais durante a Fase de Operação da ECS						
	Int.	Abrang.	Signif.	Incid.	Tend.	Revers.	Efeito
Geração de empregos e renda	Alta	Local	Relevante	Direta	Manter	Reversível	Positivo
Risco de acidentes pessoais	Baixa	Pontual	Relevante	Direta	Regredir	Reversível	Negativo
Aumento demanda por bens e serviços	Alta	Regional	Relevante	Direta	Manter	Irreversível	Positivo

Fonte: Autor, 2025.

Conforme os resultados apresentados, observa-se que os impactos ambientais negativos sob os meios físico, biótico e antrópico foram mais significativos e com maior intensidade na fase de obras em relação à fase de operação. As medidas de mitigação e controle ambiental que foram adotados na fase inicial de implantação obra da ECS, no preparo do terreno, atividades de limpeza, terraplanagem e montagem do canteiro de obras, a época (estação de seca) e o menor tempo de conclusão contribuíram de forma significativa para mitigação dos impactos ambientais.

Considerações Finais

As edificações sustentáveis distinguem-se das construções convencionais por incorporarem, desde a concepção do projeto até sua fase operacional, uma abordagem sistêmica que integra os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Sob a perspectiva ambiental, a ECS demonstrou um desempenho superior ao adotar tecnologias e sistemas que promovem a redução do consumo de recursos naturais, especialmente de energia elétrica e água. Os dados apresentados evidenciam uma expressiva mitigação dos impactos ambientais, alcançada por meio de estratégias como aproveitamento de iluminação natural, sistemas de climatização de alta eficiência, materiais de baixo impacto ambiental e gestão adequada de resíduos.

Do ponto de vista social, a ECS contribuiu positivamente para a qualidade de vida dos usuários e para a integração harmoniosa com a vizinhança. A edificação também proporcionou condições de uso mais saudáveis e ergonômicas aos seus ocupantes, alinhando-se aos princípios de habitabilidade e salubridade definidos por diretrizes normativas de sustentabilidade.

No âmbito econômico, os resultados foram igualmente relevantes. A análise dos custos de manutenção ao longo de oito anos demonstrou que os retornos financeiros proporcionados pelas economias operacionais compensaram esse diferencial. Este desempenho econômico reforça o conceito de custo global da edificação, no qual o investimento inicial é equilibrado pelos ganhos obtidos durante a operação e manutenção da ECS.

Portanto, com base nas análises qualitativa e quantitativa dos dados obtidos, conclui-se que a ECS atende de forma satisfatória aos critérios de sustentabilidade ambiental, social e econômica. A integração desses três pilares conferiu à edificação um desempenho equilibrado e robusto, confirmando sua classificação como uma construção sustentável. Este estudo reforça a importância de abordagens interdisciplinares e integra das na avaliação de edificações, e destaca o papel das construções sustentáveis como vetores de inovação, eficiência e responsabilidade socioambiental no setor da construção civil brasileira e mundial.

Referências

AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** 5.ed. São Paulo: Blucher, 2011..

DRESNER, S. **The Principles of Sustainability**, 2nd ed.; London: Earthscan, 2008.

SOUSA, A. C.; & ABDALA, K. O. Sustentabilidade, do conceito à análise. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 10, n. 2, p. 146-166, mai./ago, 2020.