



TR A B A L H O 3 7

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS OFERTADOS PELO PROJETO CESCOOLA

Hiago Tavares de Souza

Afonso Aurélio de Carvalho Peres

Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva

Roberto Guião de Souza Lima Júnior

RESUMO: O Projeto CESCOOLA integra ações de coleta seletiva, compostagem, hortas orgânicas, paisagismo e educação ambiental em escolas públicas nos municípios de Paraty, Porto Real e Volta Redonda, RJ, visando à promoção do desenvolvimento sustentável. Este estudo teve como objetivo identificar, com base em pesquisa bibliográfica, e quantificar os serviços ecossistêmicos fornecidos. Foram analisados resíduos tratados, emissões de CO₂ evitadas, produção agrícola e participação da comunidade escolar. Os resultados apontaram a oferta de serviços como fornecimento de alimentos, mitigação de GEE e fortalecimento da educação ambiental. No total, foram tratados 8,15 t de resíduos inorgânicos e 6,48 t de orgânicos, com mitigação total de 14,873 t de CO₂-eq. As hortas produziram 49 kg de alimentos e registraram-se 1.138 participações, destacando-se o engajamento discente. Portanto, o Projeto CESCOOLA pode promover serviços ecossistêmicos e transformação socioambiental em contextos escolares.

PALAVRAS-CHAVE: educação ambiental, gerenciamento de resíduos, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea enfrenta desafios cada vez mais complexos na busca por um modelo de desenvolvimento sustentável. Entre eles, destacam-se o aumento contínuo na geração de resíduos sólidos e sua disposição inadequada, a crescente insegurança alimentar em contextos urbanos vulneráveis. Abordagens integradas que articulem justiça social, conservação ambiental e participação comunitária, são necessárias, destacando-se o papel estratégico da educação ambiental na construção de alternativas sustentáveis e transformadoras.

A promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010 representou um marco legal ao estabelecer diretrizes e responsabilidades para a gestão compartilhada dos resíduos no país, reconhecendo a educação ambiental como um instrumento estratégico essencial neste processo (Brasil, 2010). No contexto escolar, a implementação de planos de gerenciamento de resíduos e ações educativas voltadas à reciclagem, compostagem e redução do desperdício torna-se um instrumento capaz de promover mudança cultural, com efeitos multiplicadores para além dos muros da escola (Walgenbach; Graciano; Dias, 2025).

Estratégias integradas de educação ambiental, reciclagem, compostagem e agricultura urbana emergem como soluções viáveis e replicáveis para a gestão sistêmica de resíduos sólidos e a manutenção da prestação dos serviços ecossistêmicos no meio urbano (Melo; Hora, 2023). Tais práticas não apenas contribuem para a redução de resíduos e a segurança alimentar, como também ressignificam espaços ociosos, promovem a convivência comunitária e estimulam a valorização dos saberes ecológicos locais (Moura; Ferreira; Lara, 2013).

O Projeto CESCOOLA surge como uma proposta de criação de Centros de Educação Ambiental (CEAs) em escolas públicas, que visa a integração entre coleta seletiva, compostagem, hortas orgânicas e ações práticas de educação ambiental. Assim, estes conceitos tornam-se os temas base para a geração de conscientização ambiental, possibilitando transformações socioambientais a partir de ações locais.

OBJETIVO

Identificar e quantificar alguns dos principais serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Projeto CESCOOLA.

METODOLOGIA

Os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas três unidades escolares participantes do Projeto CESCOOLA (Paraty, Porto Real e Volta Redonda, RJ) foram classificados em quatro macrossegmentos, conforme a tipologia proposta pela Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005): serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte.

A identificação dos serviços ecossistêmicos relacionados ao projeto foi realizada com base nos seus principais objetivos: reciclagem de resíduos secos, compostagem de resíduos orgânicos, implantação de horta orgânica e desenvolvimento de ações de educação ambiental. Para tanto, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES, utilizando-se combinações das palavras-chave “reciclagem”, “compostagem”, “horta orgânica” e “educação ambiental” com o termo “serviços ecossistêmicos”, nos idiomas português e inglês.

Após a identificação dos possíveis serviços ecossistêmicos oferecidos pelo Projeto CESCOOLA, deu-se início à etapa de quantificação. Considerando a complexidade e a dificuldade inerente à mensuração de todos os serviços ecossistêmicos envolvidos, optou-se por selecionar, com base em critérios de viabilidade metodológica, aqueles serviços diretamente relacionados aos quatro principais eixos de atuação do projeto: reciclagem, compostagem, horta orgânica e educação ambiental. Esses serviços foram, então, submetidos à análise quantitativa de modo a evidenciar os benefícios mensuráveis gerados pelas ações desenvolvidas nas unidades escolares participantes.

De acordo com King e Gutberlet (2013), para cada tonelada de material reciclado obtêm-se uma redução média de 0,77 t CO_{2-eq}, além de uma economia **média 5,67 MW h/tonelada de RS reciclados**. A economia no consumo de energia também possibilita a mitigação nas emissões de CO₂, sendo 0,4473 tCO₂/MWh o fator de emissão médio em 2024 (MCTI, 2024).

De posse do quantitativo de resíduos sólidos orgânicos coletados, calculou-se as emissões de CO_{2-eq} evitadas, considerando-se o valor de conversão 0,765 t de CO_{2-eq} para cada tonelada de resíduos sólidos orgânicos compostados (UNFCCC, S.D.).

Com base no total de mudas plantadas na horta orgânica de 51 m², e considerando-se o percentual de produtividade esperada de 22 t/há (Vilela; Luengo, 2011), calculou-se a produção esperada de 112kg de hortaliças. Também foi quantificada a produção real obtida, com auxílio de uma balança digital.

A mensuração das participações em ações de educação ambiental ocorreu através de listas de presença.

RESULTADOS

Com base na pesquisa bibliográfica realizada, identificaram-se diversos serviços ecossistêmicos associados às atividades do Projeto CESCOOLA, implantado nos municípios de Paraty, Porto Real e Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro. Esses serviços foram classificados em quatro categorias principais: serviços de suporte, de regulação, de provisão e culturais (Quadro 1), conforme a tipologia proposta pela Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005). Desse modo, possibilitou-se uma compreensão abrangente das contribuições geradas pelas ações integradas do projeto, evidenciando o valor sistêmico do Projeto CESCOOLA, tanto na promoção da conscientização ambiental quanto na melhoria do bem-estar das comunidades escolares envolvidas.

Quadro 1 – Classificação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Projeto CESCOLA.

Serviços de suporte	Descrição	Exemplos
Ciclagem de nutrientes	Disponibilização dos nutrientes presentes em resíduos orgânicos, condicionamento do solo.	Compostagem, horta orgânica.
Serviços de regulação	Descrição	Exemplos
Regulação de resíduos	Coleta seletiva com posterior reintrodução nas cadeias produtivas.	Gerenciamento dos resíduos nas unidades.
Redução da poluição	Diminuição das emissões emitidas por resíduos enviados aos aterros sanitários, contaminação do solo e de corpos hídricos.	Gerenciamento dos resíduos nas unidades.
Regulação de recursos naturais	Minimização da necessidade de exploração de matérias-primas virgens na produção de novos bens.	Gerenciamento dos resíduos nas unidades.
Regulação da biodiversidade	Promoção de condições para o estabelecimento de micro, meso e macro organismos.	Compostagem, horta orgânica.
Serviços de provisão	Descrição	Exemplos
Fornecimento de alimentos	Produção de hortaliças orgânicas	Horta orgânica.
Serviços culturais	Descrição	Exemplos
Educação	Difusão dos conhecimentos aplicados no projeto para a comunidade.	Práticas de compostagem, hortas orgânicas, coleta seletiva.
Conscientização ambiental	Percepção do bem-estar gerado através dos cuidados ambientais	Fornecimento de alimentos, geração de renda com a reciclagem, tratamento de resíduos orgânicos.
Conexão com a natureza	Aproximação do ser humano com a natureza, e redescoberta de sua importância.	Horta orgânica
Lazer	Manejo em área produtiva de hortaliças.	Horta orgânica

A ciclagem de nutrientes promovida pelo Projeto CESCOLA teve início com a coleta dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) gerados nas unidades escolares e nas residências das famílias de alunos voluntários atendidas. Após o processo de compostagem, os resíduos transformaram-se em nutrientes disponíveis para as hortas escolares, promovendo o fechamento do ciclo ecológico.

O uso do composto orgânico produzido nas unidades escolares não apenas contribuiu para a ciclagem de nutrientes, como também favoreceu a regulação da biodiversidade e o fornecimento de alimentos. A biodiversidade microbiana do solo pode ser promovida com a aplicação do composto orgânico, favorecendo a presença de organismos como minhocas, e resultando em maior sustentabilidade agrícola.

A implantação de hortas orgânicas adubadas com compostos oriundos da compostagem escolar proporcionou, além da produção de alimentos, benefícios como o fortalecimento da conexão humano-natureza, o favorecimento do incremento da biodiversidade do solo e a promoção de práticas ambientalmente responsáveis, com caráter educativo.

Os serviços ecossistêmicos associados ao gerenciamento dos resíduos incluíram a regulação ambiental por meio da reinserção de materiais recicláveis na cadeia produtiva, contribuindo para a conservação dos recursos naturais, redução da contaminação ambiental, ao remover microplásticos, metais pesados, mitigar a emissão de gases de efeito estufa e outros poluentes do ambiente. Do mesmo modo, a compostagem dos resíduos orgânicos demonstrou potencial para mitigação das emissões de gases de efeito estufa, quando comparada à disposição em aterros sanitários.

A oferta desses serviços ecossistêmicos foi potencializada pelas ações de educação ambiental implementadas no âmbito do Projeto CESCOLA, que articularam o manejo de resíduos, inorgânicos e orgânicos, à agricultura urbana, com participação ativa da comunidade escolar.

A partir do quantitativo de resíduos sólidos inorgânicos (RSI) coletados (Tabela 1), obteve-se o quantitativo do serviço ecossistêmico de emissões de CO2 mitigadas através da reciclagem (Tabela 2).

Tabela 1 – Quantitativo de RSI coletados por unidade.

Paraty		Porto Real		Volta Redonda	
Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
27/06/2023	27/06/2024	30/08/2023	10/07/2024	01/01/2023	31/05/2024
Total de RSI coletados		Total de RSI coletados		Total de RSI coletados	
663,95 kg		322,44 kg		3086,22 kg	

O porte e a complexidade dos municípios, além de suas diferenças geográficas, influenciaram a efetividade das campanhas educativas: enquanto em comunidades menores, como o distrito de Tarituba, Paraty, RJ, a mobilização é mais direta, em municípios com dispersão das comunidades, como Porto Real, RJ, e municípios

maiores, como Volta Redonda, RJ, são necessárias estratégias amplas e contínuas. Além disso, a atuação das lideranças locais e o apoio da gestão escolar e municipal mostraram-se elementos decisivos para o sucesso das ações de gerenciamento dos resíduos sólidos inorgânicos em cada unidade.

O total de emissões de GEE, 9,915 t de CO₂, mitigados correspondem ao somatório das emissões mitigadas tanto pela substituição de matérias-primas virgens por RSI reciclados, quanto pela economia de consumo energético possível através dessa substituição de material nos processos produtivos.

Tabela 2 – Total do serviço de mitigação de emissão de CO₂ prestado pela reciclagem.

Total de resíduos sólidos coletados (t)	
8,145	
Economia de energia (MW h)	
46,183	
Emissões de CO ₂ mitigadas pela economia de energia (tCO ₂)	
3,643	
Emissões de CO ₂ mitigadas pela reciclagem (tCO ₂)	
6,272	

Com relação as emissões de CO₂ mitigadas, a *United States Environmental Protection Agency* (EPA) disponibiliza calculadora de conversão que possibilita a tradução dos dados de emissões para parâmetros concretos. No caso do total de emissões mitigadas com o gerenciamento dos RSI, estas emissões correspondem ao consumo de 4263 litros de gasolina (EPA, 2024).

O total acumulado de RSO coletados e tratados pelas três unidades do Projeto CESCOA, assim como as emissões de CO_{2-eq} evitadas através desse processo, constam nas Tabela 3 e na Tabela 4, respectivamente.

Tabela 3 – Quantitativo de RSO coletados por unidade.

Paraty		Porto Real		Volta Redonda	
Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
03/03/2024	30/05/2024	02/10/2023	12/07/2024	07/09/2023	10/06/2024
Total de RSO coletados		Total de RSO coletados		Total de RSO coletados	
1090,12 kg		4717,00 kg		673,75 kg	

Em Porto Real, RJ, 7,16% dos resíduos orgânicos tratados tiveram origem nas residências dos alunos, com um desperdício estimado de 0,044 kg por refeição preparada na escola. Em Volta Redonda, RJ, apesar da compostagem ter iniciado

com apoio externo antes da construção das composteiras, foram tratados 673,75 kg em 9 meses, com um desperdício de 0,068 kg por refeição preparada na escola. Já em Paraty, RJ, 31,80% dos resíduos coletados foram provenientes de residências dos alunos voluntários apresentando, no entanto, o maior índice de desperdício, com 0,372 kg por refeição preparada na escola.

Tabela 4 – Total do serviço de mitigação de emissão de CO_{2-eq} prestado pela compostagem.

Total de resíduos orgânicos coletados (t)
6,480
Emissões de CO _{2-eq} evitadas (t)
4,958

Analogamente às emissões de CO₂ mitigadas através da reciclagem, pode-se utilizar a calculadora de conversão da EPA para traduzir os dados de emissões de CO₂ mitigados pela compostagem para parâmetros concretos. No caso do total de emissões mitigadas com o gerenciamento dos RSO, estas emissões correspondem ao consumo de 2132 litros de gasolina (EPA, 2024).

Embora os resultados evidenciem o potencial do Projeto CESCOLA na oferta do serviço ecossistêmico de mitigação de CO_{2-eq}, limitações metodológicas devem ser consideradas. A quantificação dos resíduos orgânicos coletados estava diretamente relacionada com o engajamento de alunos e funcionários na coleta seletiva. Sendo assim, algumas perdas ocorridas durante o armazenamento, preparo, distribuição ou pós-consumo, podem ter sido desconsideradas, o que impacta na mensuração do serviço ecossistêmico prestado.

Com a colheita realizada em 01 de março de 2024 obteve-se uma produção de 35 kg de tomate cereja, que foram destinados ao refeitório da escola, além de entregues a alunos voluntários do projeto. Um segundo plantio ocorreu em 10 de maio de 2024, ocupando os 51 m² disponíveis para cultivo com mudas de alface, rúcula, couve, bertalha, cebolinha, tomate, beterraba e berinjela. Deste plantio, obteve-se 14kg de hortaliças, em colheitas realizadas em 19 de junho, 3 de julho, e 10 de julho de 2024.

O fato de a produtividade obtida ter sido inferior à produtividade esperada, 112kg, pode ter sido influenciada por fatores geográficos, climatológicos, fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, incidência de pragas e doenças, além de aspectos relacionados ao sistema de cultivo. Como perdas adicionais pode-se citar relatos obtidos de alunos da unidade que colhiam os frutos durante horários vagos, impedindo o registro deste quantitativo. Apesar disso, pode-se considerar esta ocorrência como um meio de despertar de interesse destes alunos para a atividade que foi desenvolvida.

Cada unidade do projeto possui quantitativos distintos de funcionários, alunos, e consequentemente, de famílias envolvidas. O Gráfico 1 apresenta o número de participações, diretas e indiretas, nas ações propostas, que culminaram no total de 1.138 participações. Destas participações, 86% foram atribuídas à unidade de Porto Real, RJ, 8% à unidade de Paraty, RJ, e 6% à unidade de Volta Redonda, RJ.

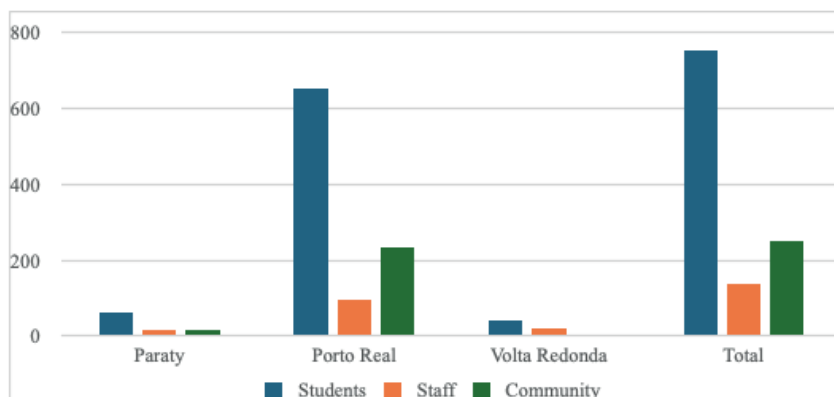


Gráfico 1 – Total de participações por unidade do Projeto CESCOA.

Em Paraty, RJ, no período de 31 de maio a 27 de junho de 2023, os alunos representaram 65% do total de participações, seguidos por funcionários (19%) e membros da comunidade (16%). Em Porto Real, RJ, de 10 de maio de 2023 a 24 de abril de 2024, os estudantes também foram o grupo mais representativo, com 66% das participações, o que possivelmente influenciou o expressivo envolvimento da comunidade externa (24%), enquanto os funcionários corresponderam a 10%. Esses dados sugerem o potencial do corpo discente como vetor de mobilização social e disseminação de práticas ambientais. Em Volta Redonda, RJ, houve uma concentração inicial na participação dos funcionários (33%). A partir de dezembro de 2023, observou-se o início da participação estudantil, que passou a representar 61% do total, enquanto a comunidade externa representou 6% das participações. Com a execução do projeto CESCOA nos três municípios, a visibilidade do projeto tem aumentado. Novos municípios demonstraram interesse em implantar o projeto CESCOA em uma unidade escolar e a partir do ano de 2025 implantamos no distrito de Engenheiro Passos, Resende, RJ, sendo a quarta unidade demonstrativa do projeto CESCOA.

As diferenças no período de execução das atividades do projeto, nas condições de infraestrutura e no tamanho das unidades atendidas, bem como o desconhecimento das comunidades sobre a iniciativa, podem ter influenciado na quantificação das participações, assim como na comparação das unidades.

CONCLUSÕES

A identificação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Projeto CESCOLA constituiu um elemento fundamental para a compreensão da relevância socioambiental de suas ações. O reconhecimento dos benefícios gerados, como a ciclagem de nutrientes, o fornecimento de alimentos, a redução da poluição, a promoção da conscientização ambiental e o fortalecimento da conexão entre seres humanos e natureza, contribuiu para evidenciar o papel do projeto na conservação ambiental e na transformação de práticas educativas.

Embora tenham sido quantificados alguns dos serviços ecossistêmicos mais diretamente mensuráveis, como a mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e os impactos da educação ambiental, a diversidade e complexidade dos serviços prestados impuseram limites à quantificação integral. Dessa forma, destaca-se a necessidade de estudos futuros que aprofundem a avaliação dos múltiplos benefícios proporcionados. A atuação integrada do gerenciamento de resíduos com práticas educativas e produtivas sustentáveis, aliada ao engajamento da comunidade escolar e de seu entorno, reforça o potencial do Projeto CESCOLA como modelo replicável de promoção de serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos e escolares.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 14 jun. 2025.

KING, M. F.; GUTBERLET, J. Contribution of cooperative sector recycling to greenhouse gas emissions reduction: A case study of Ribeirão Pires, **Brazil. Waste management**, [S.l.], 2013.

MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Fator médio - Inventários corporativos. **MCTI**, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>. Acesso em: 05 mai. 2025.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosystems and human well-being: synthesis**, Washington: Island Press, 2005. 154 p.

MELO, T. N. G.; HORA, K. E. R. Agricultura urbana: produção de alimentos e prática pedagógica em ambientes escolares. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – FURG**, [S.l.], v. 40, n. 2, p. 271-291, 2023.

MOURA, J. A.; FERREIRA, W. R.; LARA, L. B. L. S. Agricultura urbana e periurbana. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 12, n. 27, p. 69-80, 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Greenhouse gas equivalencies calculator. **EPA**, 2024. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Avoidance of methane emissions through controlled biological treatment of biomass**, version 6, [S.D.]. Disponível em: < <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/83G6NA8NDD90GYOS9SO154JL8M2YVO/view.html> >. Acesso em: 15 jun. 2025.

VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A. In: LUENGO, R. F. A.; CALBP, A. G (editores técnicos). **Pós-colheita de hortaliças**: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. cap. 1.

WALGENBACH, P. J. S.; GRACIANO, M. J. S.; DIAS, L. D. Compostagem de resíduos orgânicos e educação ambiental: uma análise do ciclo de vida em uma escola de educação básica. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 170–185, 2025.