

# Aplicação da pegada de carbono como ferramenta de educação ambiental em ambientes escolares: estudo de caso no Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil

Carina Lessa Silva<sup>1</sup>, Priscila Inês de Carvalho Camelo<sup>1</sup>, José Floro de Arruda Neto<sup>1,\*</sup>, Inalda H. de M. Silva<sup>1</sup>, Alexandre Henrique da Silva Nunes<sup>1</sup>, Severino Montenegro da Silva<sup>1</sup> e Gilson Lima da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. *Campus* Caruaru. Av. Marielle Franco, S/Nº, km 59. Nova Caruaru. Caruaru-PE, Brasil (CEP 55014-900). \*E-mail: [floro@hotmail.com.br](mailto:floro@hotmail.com.br).

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco. Núcleo de Tecnologia. *Campus* Caruaru. Av. Marielle Franco, S/Nº, km 59. Nova Caruaru. Caruaru-PE, Brasil (CEP 55014-900).

**Resumo.** O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) tem intensificado o aquecimento global e evidenciado as mudanças climáticas no cenário nacional e mundial. Nesse contexto, torna-se necessário que sejam utilizadas ferramentas de monitoramento, como forma de conscientização visando à sua redução. Entretanto, esses cálculos são complexos e, para facilitá-los, podem ser utilizadas calculadoras de pegada, que se constituem como importantes ferramentas de comunicação sustentável. Neste estudo, foi utilizada a Calculadora de CO<sub>2</sub> da Iniciativa Verde para obter os valores estimados de emissão relacionados a uma escola de ensino fundamental localizada na zona rural do Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. O plantio de árvores é uma possível alternativa de compensação e, de acordo com os dados da plataforma, pode ser obtido o quantitativo necessário para neutralizar as emissões. Foi realizado o plantio de 17 mudas de espécies endêmicas selecionadas, o que proporciona à escola o patamar de carbono zero.

**Palavras-chave:** Pegada de carbono; Educação ambiental; Compensação ambiental.

**Abstract.** *Application of the carbon footprint as an environmental education tool in school environments: A case study in the Municipality of Caruaru, State of Pernambuco, Northeastern Brazil.* The increase in greenhouse gas (GHG)

Recebido  
16/02/2022

Aceito  
20/12/2022

Publicado  
31/12/2022



Acesso aberto



ORCID

0000-0003-0789-5436  
Carina Lessa Silva

0000-0002-5833-4068  
Priscila Inês de  
Carvalho Camelo

emissions has intensified global warming and highlighted climate change on the national and world stage. In this context, it is necessary to use monitoring tools, as a way of raising awareness in order to reduce them. However, these calculations are complex and, to facilitate them, footprint calculators can be used, which are important tools for sustainable communication. In this study, the CO<sub>2</sub> Calculator of the “Iniciativa Verde” was used to estimate emission values related to an elementary school located in the rural area of Municipality of Caruaru, State of Pernambuco, Northeast Brazil. Planting trees is a possible alternative for compensation and, according to platform data, the amount necessary to neutralize emissions can be obtained. Seventeen seedlings of selected endemic species were carried out and planted, which provides the school the zero-carbon level.

**Keywords:** Carbon footprint; Environmental education; Environmental compensation.

- 0000-0002-7586-2997  
José Floro de Arruda Neto
- 0000-0002-4899-3238  
Inalda H. de M. Silva
- 0000-0002-0136-2199  
Alexandre Henrique da Silva Nunes
- 0000-0002-5519-029X  
Severino Montenegro da Silva
- 0000-0003-2484-3590  
Gilson Lima da Silva

## Introdução

As ações de proteção ambiental necessitam de engajamento de todas as esferas sociais, desta forma, o poder público, a sociedade civil organizada e a iniciativa privada necessitam interagir para o desenvolvimento de ações nesse sentido (Bonfim e Nogueira, 2020).

O modelo proposto por John Elkington de sustentabilidade ambiental descreve que as ações devem considerar o desenvolvimento social e econômico de forma a garantir a preservação ambiental, assim, o desenvolvimento acontece de forma igualitária sem que os três pilares fundamentais sofram com a influência do desenvolvimento dos demais (Alsawafi et al., 2021; Lima et al., 2022).

Para McArthur e Rasmussen (2018), diversos modelos de ações surgem da necessidade de controle dos impactos ambientais, entre elas destacam-se as proposições apresentadas pela ONU na Agenda 2030, nela são descritos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e entre eles, em especial, os temas Vida Saudável (ODS-3), Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS-11) e Combate as Alterações Climáticas (ODS-13) norteiam este estudo.

O poder público possui papel crucial nas ações de proteção ambiental, entre elas as voltadas ao conceito de saneamento ambiental, que abrange atividades de proteção humana e ambiental como a coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos e líquidos; acesso ao abastecimento de água potável; ocupação e disciplina no uso territorial; intervenções para proteção e melhoria da qualidade de vida; controle de vetores e doenças transmissíveis e drenagem urbana (Kronemberger et al., 2011; Nagem et al., 2021). Logo, é possível compreender a importância do poder público na garantia de medidas de melhoria na salubridade de espaços públicos, entre eles os ambientes escolares.

Entre as preocupações ambientais está a mudança climática, segundo Houghton et al. (1990) e Masson-Delmotte (2021) as diversas ações antrópicas levaram ao aumento da temperatura nos últimos anos, como consequência diversos efeitos são observados, entre eles, mudanças hidrológicas, quadros climáticos extremos, inundações e alterações em ecossistemas diversos.

Segundo Ge e Friedrich (2020), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) cresceram continuamente desde a década de 1990, chegando a 41% de acréscimo nas emissões anuais. Tal situação levou a esforços internacionais buscando o controle desse cenário, tais como a COP 3 (Protocolo de Quioto), a COP 21 (Acordo de Paris) e a COP 26. Apesar disso, até o momento não é possível observar mudanças significativas para a redução das emissões.

A avaliação de impactos ambientais e o comprometimento ambiental, em muitos casos, é uma tarefa de complexidade elevada, sendo necessário utilizar indicadores e estimativas. Entre os índices relevantes utilizados na ciência destaca-se a pegadas de carbono, que descreve o potencial de emissão em diversos setores de atividades, e com isso o potencial de impacto ambiental desta atividade.

É possível observar diversos estudos que utilizam as pegadas de carbono como subsídio de pesquisa. Por exemplo, Galvêncio (2021) e Galvêncio e Luz (2021), afirmam que as emissões de carbono no Estado de Pernambuco irão impactar no regime de chuvas na região em até 17% até o ano de 2027, com aumento das precipitações nas Regiões Agreste e Litoral e redução na Região do Sertão. Para Brito et al. (2020), a conversão de áreas de Caatinga em pastagens promove modificação no regime hídrico e climático no Sertão Pernambucano. Qian et al. (2021) descrevem a relação entre a pegada hídrica e de carbono aos impactos em corpos d'água, como eutrofização e escassez de água potável. Chen et al. (2021) descrevem o impacto da pegada hídrica e de carbono produzidas pela indústria para a eutrofização de rios.

Para Moreno e Calisto (2004), os modelos de proteção ambiental comumente usados, em muitos casos, utilizam metodologias internacionais, que não se adequam perfeitamente às realidades pontuais e por isso necessitam de adequações que levem em consideração os diversos aspectos envolvidos na área de estudo e de influência.

A compreensão da problemática envolvendo os gases de efeito estufa é de extrema importância desde a infância, bem como a conscientização da importância de serem realizadas atividades mitigadoras em tal cenário. Compreendendo que as atividades humanas, de forma geral, produzem estes gases e observando a escassez de estudos de quantificação e compensação deste problema em ambientes escolares, o presente estudo teve como objetivo calcular a pegada de carbono e propor ações visando a sua neutralização em uma escola de ensino fundamental do semiárido pernambucano, situada no Município de Caruaru.

## **Metodologia**

### **Descrição da área de estudo**

O estudo foi realizado na Escola Intermediária Maria do Socorro de Freitas, localizada no Distrito Xicuru, do Município de Caruaru, Pernambuco. O município possui área em torno de 923,150 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022), é situado a 130 km de Recife, capital do estado, compondo a Mesorregião do Agreste e Microrregião do Vale do Ipojuca. A população da cidade é estimada em 369.343 habitantes (IBGE, 2022). Caruaru é um importante centro econômico, destacando-se como principal membro do Arranjo Produtivo Local (APL) do Agreste Pernambuco, um dos maiores produtores têxteis do país. Possui em seu território os Biomas da Caatinga e Mata Atlântica, além de dispor de 61,8% das vias públicas arborizadas (IBGE, 2022). A Escola Intermediária Maria do Socorro de Freitas possui turmas do Pré-Escolar ao Ensino Fundamental, conta com uma equipe de 28 servidores, sendo 13 professores, e é de dependência administrativa municipal. Conforme dados levantados em 2021, são atendidas pela escola 16 comunidades, totalizando 298 alunos, a escola mostrou-se como local ideal para desenvolvimento do estudo de cálculo e neutralização da pegada de carbono.

### **Cálculo da pegada de carbono**

O cálculo da pegada de carbono deve considerar algumas variáveis, como consumo de gás, consumo de energia elétrica, meios de transporte utilizados, entre outras atividades, que gerem emissões de gás carbônico, de forma direta ou indireta. Para as análises realizadas na Escola Intermediária Maria do Socorro de Freitas, foram usados os parâmetros supracitados.

Há diversas metodologias utilizadas para proceder ao cálculo da pegada de carbono, onde dois parâmetros devem ser considerados, os dados da atividade analisada e o fator de emissão relacionado a esta atividade, efetuando, então, o produto desses (WRI, 2004). Esse procedimento é realizado pelas calculadoras de pegada ecológica, utilizando fatores de emissão adequados, de acordo com cada contexto. Para realização dos cálculos, foi escolhida a Calculadora de CO<sub>2</sub> (Iniciativa Verde, 2021). Quanto aos indicadores de cada atividade, foram tomados como referência dados da literatura acerca do consumo de energia elétrica e gás de cozinha; já para as distâncias percorridas mensalmente pelo ônibus escolar, considerou-se a distância da escola às comunidades atendidas.

Em relação ao consumo de energia, Antunes e Ghisi (2019) indicam uma média 8,75 kWh/mês/aluno. No que diz respeito ao consumo de gás de cozinha, a plataforma Preço do Gás, indica que em média se consome 0,29 m<sup>3</sup>/h. Por fim, para analisar as emissões devido ao transporte coletivo, foram solicitadas informações da escola que informou que o ônibus escolar percorre, em média, 124 km diários, sendo 12 km, no transporte dos professores, e 112 km no transporte de estudantes. Os dados foram inseridos na Calculadora de CO<sub>2</sub> para obtenção da emissão total mensal referente à Escola Intermediária Maria do Socorro de Freitas.

### **Neutralização de carbono**

É sabido que, durante o processo de fotossíntese, as árvores necessitam de CO<sub>2</sub> para produção energética, promovendo o sequestro das porções do gás liberado na atmosfera. Devido ao aumento histórico das atividades que geram, direta e indiretamente, emissões de gases poluentes, é necessário que sejam adotadas práticas a fim de neutralizá-las, reduzindo os danos gerados à camada de ozônio. O plantio de árvores se apresenta, portanto, como uma ferramenta de fácil implementação para promover a neutralização desses gases.

De acordo com as características geográficas locais, foram escolhidas espécies endêmicas da Mata Atlântica, considerando as que possuem maior indicativo de se adaptar ao cenário da Escola Intermediária Maria do Socorro de Freitas. Para documentação do plantio, todas as árvores foram georreferenciadas. A escola, por sua vez, se responsabilizou pelo monitoramento das plantas no decorrer do período após o plantio.

### **Resultados e discussão**

Após a análise, foi possível afirmar que as principais atividades emissoras de gás carbônico na escola são o consumo de energia elétrica, consumo de gás de cozinha no preparo de alimentos e o transporte coletivo, que conduz as crianças de seus domicílios à escola. Após a definição das fontes, o próximo passo realizado foi mensurar a média de emissão por determinado período de tempo estabelecido, geralmente, para esse cálculo, são adotados intervalos mensais de análise.

Em relação ao consumo energético mensal da escola, sabendo que ela possui um total de 300 alunos e que a média de consumo seja de 8,75 kWh/mês/aluno, obtém-se um consumo de 2.625 kWh/mês. No que diz respeito ao consumo de gás de cozinha, considerando um total de quatro horas diárias gastas para o preparo de refeições e a média de consumo de gás de 0,29 m<sup>3</sup>/h, obtém-se o volume diário de 1,16 m<sup>3</sup>, que equivale a 24,36 m<sup>3</sup>/mês, ao considerar os 21 dias úteis.

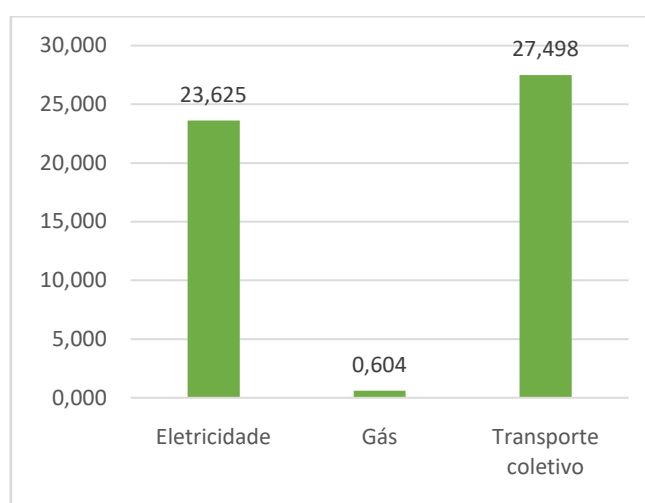
Por fim, foram analisadas as emissões devido ao transporte coletivo, considerando o percurso de 124 km diários em um período de 21 dias úteis, obtendo um total de 2.604 km/mês. Na Tabela 1, é possível observar um resumo dos consumos relativos a cada atividade.

De posse dos dados necessários, o próximo passo foi calcular a emissão de carbono da escola, realizado através da Calculadora de CO<sub>2</sub> disponível na plataforma eletrônica da

Organização Iniciativa Verde. Foram obtidos valores para emissões, em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e), de 2,3625, relacionado à eletricidade; de 0,6043, envolvido ao consumo de gás de cozinha e 2,7498, devido ao transporte coletivo, representando, respectivamente, 41,33%, 10,57% e 48,10% do total (Figura 1).

**Tabela 1.** Atividades emissoras e consumo.

Atividade emissora	Consumo
Energia elétrica	2.625 kWh/mês
Gás	24,36 m <sup>3</sup> /mês
Transporte coletivo	2.604 km/mês



**Figura 1.** Emissões por atividade realizada (tCO<sub>2</sub>e)

Para realizar a compensação destas emissões, faz-se necessário restaurar 146,20 m<sup>2</sup> de floresta, equivalente a 25 árvores. Destas, 17 foram plantadas por iniciativa do Projeto Amigos do Meio Ambiente (AMA). Por se tratar de Região Semiárida com características hídricas de baixa pluviosidade em longos períodos (Arruda Neto et al., 2019), foram escolhidas, com o auxílio de ambientalistas, mudas que atendessem às condições locais. Foram identificadas e utilizadas espécies endêmicas e com adaptabilidade à região, as espécies com suas respectivas características estão catalogadas na Figura 2.

A Escola Municipal Maria do Socorro já possuía 20 árvores plantadas em sua área externa, portanto, ao somar as árvores já existentes no local com as 17 plantadas pelo Projeto AMA, totalizou-se 37 árvores, o que ultrapassa as 25 árvores necessárias para compensar as emissões e assim, alcançar o patamar de carbono zero.

#### Medidas de redução da emissão de CO<sub>2</sub>

O plantio de mudas foi a solução escolhida para equilibrar as emissões, porém outras alternativas poderiam ser tomadas em conjunto. Como é possível observar na Figura 1, as principais fontes de emissão na Escola são provenientes do uso da eletricidade

Tabebuia caraiba	
	<b>Família</b>
	Bignoniaceae
	<b>Nomes populares</b>
	Caraúba ou Caraíba.
	<b>Ocorrência/características</b>
É uma espécie da flora brasileira, característica da vegetação de caatinga e do cerrado, ocorrendo em altitudes ao nível do mar até 1500 m.	
Handroanthus heptaphyllus	
	<b>Família</b>
	Bignoniaceae
	<b>Nomes populares</b>
	ipê-rosa
	<b>Ocorrência/características</b>
É uma árvore nativa da América do Sul, distribuída bem entre o México e o Norte da Argentina, por conseguinte às regiões tropicais e subtropicais. Suas flores duram de Maio a Agosto. As suas numerosas flores são recortadas e na forma de sino.	
Pachira aquatica	
	<b>Família</b>
	Bignoniaceae
	<b>Nomes populares</b>
	Munguba, castanhola, castanha-do-maranhão, carolina.
	<b>Ocorrência/características</b>
É uma árvore frondosa, cujas folhas pecioladas e digitadas apresentam de 5 a 9 folíolos verde-escuros. Suas flores com 5 pétalas muito grandes são castanho-avermelhadas. As sementes são comestíveis.	
Schinopsis brasiliensis	
	<b>Família</b>
	Anacardiaceae
	<b>Nomes populares</b>
	Braúna-do-sertão, braúna-parda, coração-de-negro.
	<b>Ocorrência/características</b>
É nativa do Brasil, Paraguai e Bolívia. Ocorre em florestas de caatingas e cerrados, especialmente das regiões Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.	
Genipa americana	
	<b>Família</b>
	Rubiáceas
	<b>Nomes populares</b>
	Jenipapeiro
	<b>Ocorrência/características</b>
Árvore nativa de regiões tropicais das Américas. É uma árvore de grande porte, semidecídua. Copas estreitas, piramidal e irregular, quando jovem. Nos adultos, torna-se arredondada. Fuste reto, com ritidoma áspera, de cor castanha.	
Handroanthus albus	
	<b>Família</b>
	Bignoniaceae
	<b>Nomes populares</b>
	Ipê-amarelo, aipê, ipê-branco, ipê-mamono, ipê-mandioca.
	<b>Ocorrência/características</b>
Ocorre naturalmente na floresta estacional semidecidual, Floresta de Araucária e no cerrado brasileiros, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Serras do Espírito Santo. Nativa também em parte da Argentina e Paraguai.	

**Figura 2.** Catálogo de espécies utilizadas.

e do uso do transporte coletivo, devido ao consumo de combustíveis fósseis. Reduzindo esses indicadores, é possível atenuar as emissões de carbono, podendo ser alcançada por meio da implementação de algumas medidas, a exemplo de:

- Substituir equipamentos elétricos antigos por equipamentos recentes com maior eficiência energética, preferencialmente da classe A+++;
- Instalação de fontes de energia renovável (exemplo: painéis solares térmicos e fotovoltaicos);
- Instalação de lâmpadas com maior eficiência energética (exemplo: LEDs);
- Instalação de sensores de movimento na iluminação de espaços comuns;
- Monitorizar o consumo de eletricidade periodicamente para detectar rapidamente possíveis anomalias;
- Incentivar os usuários a desligarem iluminações desnecessárias;
- Promover conscientizações a respeito do consumo de energia consciente.
- Optar por combustíveis com menor intensidade carbônica;
- Optar por automóveis elétricos;
- Optar pelo uso de transportes alternativos não emissores (exemplo: Bicicleta e patinetes);
- Otimizar as viagens de automóvel e evitar viagens desnecessárias.

## Conclusões

Com o estudo, foi possível observar que a compensação ambiental da pegada de carbono pode ser facilmente realizada em ambientes educacionais, a partir de medidas de controle e reflorestamento, com a utilização de espécimes nativas, podendo ser replicadas em outros locais e em outros tipos de instituição, como indústrias, comércios e habitações.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e ao Centro Acadêmico do Agreste (Caruaru-PE), por todo o apoio e incentivo para o desenvolvimento da pesquisa. À Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PROPG), à CAPES e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pelo incentivo das pesquisas desenvolvidas pelos alunos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

Alsawafi, A; Lemke, F; Yang, Y. The impacts of internal quality management relations on the triple bottom line: A dynamic capability perspective. **International Journal of Production Economics**, v. 232, 107927, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107927>



Alves, J. E. D. População e consumo na COP26: como reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>? 2021. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2021/10/28/populacao-e-consumo-na-cop26-como-reduzir-as-emissoes-de-co2/>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

Antunes, L. N.; Ghisi, E. Potencial de economia de água e energia em edificações escolares. Anais do 5º Simpósio Sobre Sistemas Sustentáveis, p. 84-94, 2019.

Arruda Neto, J. F.; Duarte, A. D.; Medeiros, I. S.; Aguiar, G. J. A.; Silva, G. L. Adequação de telhados verdes extensivos para a Cidade de Caruaru-PE baseada na média de precipitações chuvosas. Silva, H. C. (Org.). **Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade** 3. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2019. v. 1. p. 1-8.

Bonfim, G. M.; Vasconcelos, P. S.; Nogueira, M. A. F. S. Implantação do sistema de gestão ambiental como instrumento educacional na UFGD. **Revista DELOS**, v. 13, n. 37, p. 374-391, 2020.

Brito, T. R. D. C.; Lima, J. R. S.; Oliveira, C. L.; Souza, E. S.; Alves, E. M. Mudanças no uso da terra e efeito nos componentes do balanço hídrico no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 870-886, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p870-886>

Chen, B.; Qian, W.; Yang, Y.; Liu, H.; Wang, L. Carbon footprint and water footprint of cashmere fabrics. **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, v. 29, n. 4, p. 94-99, 2021. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.8235>

Galvêncio, J. D. Impacto do aumento de CO<sub>2</sub> nas precipitações do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1828-1839, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1828-1839>

Galvêncio, J. D.; Luz, G. G. Desenvolvimento de modelo que estima o impacto do CO<sub>2</sub> atmosférico nas precipitações do Estado de Pernambuco, utilizando ARIMA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 1840-1851, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p1840-1851>

Ge, M.; Friedrich, J. 4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e setor. 2020. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/noticias/4-graficos-para-entender-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

Houghton, J. T.; Jenkins, G. J.; Ephraums, J. J. (Eds.). **Climate change: The IPCC scientific assessment**. Cambridge: Cambridge University, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama municipal. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/caruaru/panorama>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

Iniciativa Verde. Calculadora de CO<sub>2</sub>. 2019. Disponível em: <<https://iniciativaverde.org.br/calculadora>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

Kronemberger, D. M. P.; Pereira, R. S.; Freitas, E. A. F. **Saneamento e meio ambiente: atlas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

Lima, F. P.; Seleme, R.; Cleto, M. G. Indústria 4.0 e a sustentabilidade organizacional. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 7, n. 2, p. 88-102, 2022.

Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A.; Connors, S. L.; Péan, C.; Berger, S.; Caud, N.; Chen, Y.; Goldfarb, L.; Gomis, M. I.; Huang, M.; Leitzell, K.; Lonnoy, E.; Matthews, J. B. R.; Maycock, T. K.; Waterfield, T.; Yelekçi, O.; Yu, R.; Zhou, B. (Eds.). **Climate change 2021: The Physical Science basis**. Cambridge: Cambridge University, 2021. Disponível em: <[https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2022.



McArthur, J. W.; Rasmussen, K. Change of pace: Accelerations and advances during the Millennium Development Goal Era. **World Development**, v. 105, p. 132-143, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.030>

Moreno, P.; Callisto, M. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da Bacia do Rio das Velhas (MG). In: Ferracini, V. L.; Queiroz, S. C. N.; Silveira, M. P. (Orgs.). **Bioindicadores de qualidade da água**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004. p. 95-116.

Nagalli, A.; Nemes, P. D. Estudo da qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 131-144, 2009. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v7i2.9840>

Nugem, R. C.; Bordin, R.; Pedrozzo, E. A.; Rosa, R. S. Abordagem hidrossocial: uma ponte entre o saneamento básico e o saneamento ambiental. In: Oliveira, C. C.; Binkowski, P.; Albrecht, C. A. M.; Silva, J. P. S. (orgs.). **Cidades e sustentabilidade: os desafios para conciliar equilíbrio ecológico e bem-estar social**. Porto Alegre: UERGS, 2021.

Qian, W.; Ji, X.; Xu, P.; Wang, L. Carbon footprint and water footprint assessment of virgin and recycled polyester textiles. **Textile Research Journal**, v. 91, n. 21/22, p. 1-8, 2021. <https://doi.org/10.1177/00405175211006213>

WRI - World Resources Institute. **Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories**: An accounting and reporting standard for cities. Washington: WRI, 2004. (Executive summary).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.