

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NO SETOR ZOOLOGICO: ESTUDO DE CASO EM CENTRO DE CONSERVAÇÃO E REPRODUÇÃO DE ANIMAIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.VI-014>

Gerson Araujo de Medeiros (*), Ana Carolina Dutra

* Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Sorocaba – SP, e-mail: gerson.medeiros@unesp.br.

RESUMO

Os impactos ambientais do setor zoológico são pouco estudados, apesar de sua relevância para o turismo internacional. Esse trabalho objetivou estimar os potenciais impactos ambientais de um centro de conservação e reprodução de animais vinculado ao setor zoológico. O referido centro está localizado na Fazenda Zoológico de São Paulo (FZ), no município de Araçoiaba da Serra, estado de São Paulo. O desempenho ambiental da estrutura de conservação e reprodução de animais foi avaliado por meio de uma Avaliação do Ciclo de Vida atribucional. O software SimaPro v. 9.0.0 e a base de dados Ecoinvent 3 foram utilizados para a modelagem, seguindo uma abordagem berço ao portão. Os dados para a elaboração do inventário de ciclo de vida (ICV) foram obtidos junto aos relatórios do sistema de gestão ambiental da FZ. O levantamento dos resíduos foi realizado por meio de separação e pesagem, em intervalo semanal por meio de balança industrial. A categoria de impacto ambiental que se destacou foi consumo de combustíveis fósseis, representando cerca de 61% do impacto total, seguido das categorias respiráveis inorgânicos (28%) e mudanças climáticas (6%). O envio de resíduos sólidos para o aterro sanitário respondeu por 95% de todo o impacto gerado, demonstrando a influência da logística. Tais resultados permitem concluir que a elaboração de diretrizes de gestão dos resíduos sólidos deve ser priorizada para melhorar o desempenho ambiental e busca pela melhoria contínua do sistema de gestão ambiental desse centro.

PALAVRAS-CHAVE: gestão ambiental, impacto ambiental, resíduos sólidos.

INTRODUÇÃO

As instituições zoológicas têm assumido um protagonismo na disseminação de paradigmas relacionados a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade, pela sua popularidade e potencial de promover mudanças de comportamento em prol do ambiente (Blandford et al., 2023). Alguns dos aspectos ambientais relacionados às instituições zoológicas incluem a geração dos resíduos sólidos (Ramos et al., 2019), a segurança alimentar das coleções zoológicas (Bradford et al., 2023), o manejo e a reprodução da coleção zoológica (Sponner et al., 2023).

No enfrentamento de questões relacionadas aos impactos sociais e ambientais dos setores relacionados ao confinamento de animais, a gestão ambiental tem sido recomendada, pois permite definir uma política ambiental, seus objetivos e metas voltadas a redução dos seus impactos ambientais (Gill et al., 2017). Nesse contexto, uma avaliação dos impactos ambientais promove um entendimento para a gestão voltada à sustentabilidade do setor zoológico. Para esse fim, a avaliação do ciclo de vida (ACV) emerge como uma abordagem que possibilita a quantificação integrada dos potenciais impactos das dimensões da sustentabilidade para a tomada de decisão em gestão ambiental (Menichelli et al., 2023). Apesar de sua aceitação crescente, existe uma escassez de estudos utilizando ACV no setor zoológico para dar suporte na tomada de decisão e promover uma gestão mais sustentável.

OBJETIVO

Esse trabalho teve por objetivo estimar os potenciais impactos ambientais de um Centro de Conservação e Reprodução de Animais do setor zoológico, sob a perspectiva de ciclo de vida.

METODOLOGIA

1. Descrição da Área

A Fazenda Zoológico de São Paulo (FZ) (coordenadas 23°34'33'' S e 47°32'16'' W, 650 m) em Araçoiaba da Serra, no estado de São Paulo, Brasil, faz parte do Zoológico de São Paulo. Uma das missões da FZ é reproduzir animais silvestres do Brasil para uma posterior reintrodução na natureza. No ano de 2016 cerca de 51 animais silvestres eram manejados na área da ZF, incluindo: duas zebras-de-grevyi (*Equus grevyi*); duas zebras-damara (*Equus burchelli antiquorum*); um addax (*Addax nasomaculatus*); um waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*); um veado-sambar (*Rusa unicolor*); quatro avestruzes (*Struthio camelus*); dois mico-leões dourados (*Leontopithecus rosalia*); treze mico-leões-

da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*); quatorze mico-leões-preto (*Leontopithecus chrysopygus*); cinco arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*) e sete tamanduás-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*).

2. Modelagem do Ciclo de vida

O desempenho ambiental da estrutura de conservação e reprodução de animais, instalado na FZ, foi avaliado por meio de uma Avaliação do Ciclo de Vida atribucional e baseado no modelo proposto pela ISO 14040 (ISO, 2014a) e ISO 14044 (ISO, 2014b). O software SimaPro v. 9.0.0 e a base de dados Ecoinvent 3 foram utilizados para a modelagem, seguindo uma abordagem berço ao portão, conforme recomendações de Oliveira et al. (2022), Dutra et al. (2019). O objetivo da ACV foi estimar os potenciais impactos ambientais do segmento de conservação e reprodução de animais da ZF, sendo sua unidade funcional “a conservação e reprodução de 52 animais silvestres”.

O inventário de ciclo de vida foi dividido nas seguintes classes de aspectos ambientais: consumo de recursos; logística e geração de resíduos (resíduos secos recicláveis, resíduos úmidos, resíduos sanitários e rejeitos gerados por funcionário; resíduos de saúde contaminados (seringas, gaze, algodão, máscaras cirúrgicas, luvas de látex, alimentos contaminados).

O método para a avaliação do impacto do ciclo de vida (LCIA) foi Eco-Indicator 99(H) (Tsioka & Voudrias, 2020). Além disso, Eco-Indicator 99 (H) quantifica o impacto ambiental associados a três tipos de danos (danos aos recursos, danos à saúde humana e danos à qualidade do ecossistema) (Tsioka & Voudrias, 2020). Tais danos incorporam oito categorias de impactos ambientais do Ecoindicator 99 (H), conforme a seguinte classificação:

- Danos aos recursos: consumo de recursos minerais e de combustível fóssil.
- Danos à saúde humana: mudanças climáticas, carcinogênicos, respiráveis inorgânicos;
- Danos à qualidade do ecossistema: ecotoxicidade, acidificação/eutrofização, uso do solo;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Avaliação do Ciclo de Vida

A Tabela 1 apresenta os resultados do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) para o segmento de Conservação e Reprodução. Foi gerado 357 kg de resíduos sólidos, sendo 283 kg (79%) de resíduos sólidos secos e úmidos e 74 kg (21%) de resíduos perigosos. Nesse segmento se observaram os resíduos contaminados biologicamente, os quais apresentaram a seguinte gravimetria: alimentos (41,3%), papel (41,2%), embalagem de desinfetante (11,0%), luvas látex (3,0%), seringas (2,0%), máscaras, toucas e sapatilhas cirúrgicas (1,5%). O rejeito era composto de: embalagens do tipo isopor (55%), resíduo sanitário (21%), resíduo orgânico (19%), papel (2,5%) e plástico (2,5%).

Tabela 1. Inventário do segmento conservação e reprodução de animais.

Classe	Aspecto ambiental	Unidade	Quantidade
Consumo recursos	Consumo de eletricidade	kWh ano ⁻¹	58.890,0
	Consumo de água	m ³ ano ⁻¹	1.138,0
	Consumo de GLP	kg ano ⁻¹	275,0
	Consumo de alimentos pelos animais	kg ano ⁻¹	7.955,3
Logística	Logística de caminhões a diesel para a ração dos animais	km ano ⁻¹	1.177,0
	Logística de carros a diesel para funcionários	km ano ⁻¹	7.440,0
	Logística de carros a gasolina para funcionários	km ano ⁻¹	9.873,0
	Logística de carros a etanol para funcionários	km ano ⁻¹	7.040,0
	Logística de motocicletas a gasolina para funcionários	km ano ⁻¹	30.624,0
	Logística de bicicletas para funcionários	km ano ⁻¹	1.584,0
Geração de Resíduos	Resíduos hospitalares ¹	kg ano ⁻¹	74,0
	Resíduos de alimentos	kg ano ⁻¹	53,0
	Isopor ²	kg ano ⁻¹	155,0
	Resíduo sanitário ²	kg ano ⁻¹	59,0
	Plástico ²	kg ano ⁻¹	8,0
	Papel ²	kg ano ⁻¹	8,0

¹ Resíduos incinerados ou tratados em autoclave na cidade de Sorocaba, a 36 km da ZF, e posteriormente encaminhados para aterro sanitário; ² Resíduos enviados para aterro sanitário

A estimativa normalizada dos impactos ambientais do segmento de Conservação e Reprodução de Animais da FZ podem ser visualizados na Figura 1.

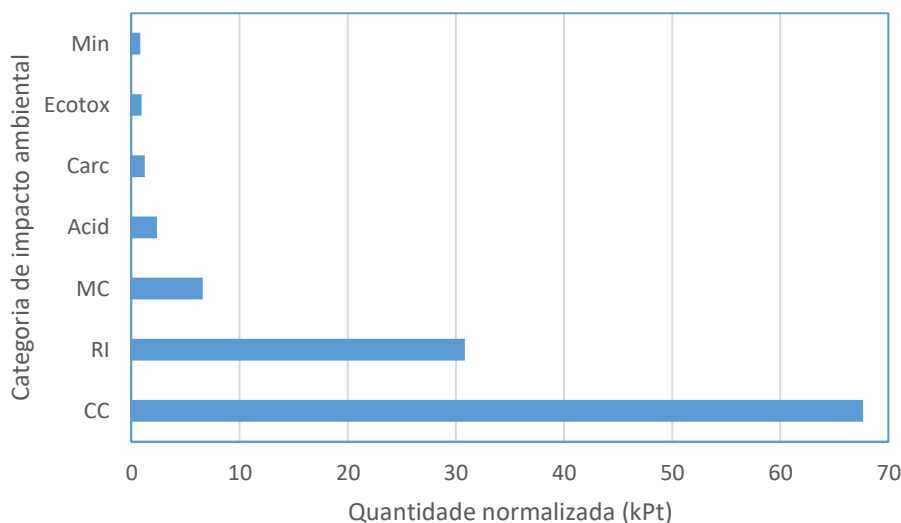


Figura 1. Impacto Ambiental normalizado das categorias avaliadas no segmento de Conservação e Reprodução de Animais da Fazenda do Zoológico de São Paulo: consumo de combustíveis fósseis (CC), respiráveis inorgânicos (RI), mudanças climáticas (MC), acidificação/eutrofização (Acid), carcinogênicos (Carc), ecotoxicidade (Ecotox), consumo de minerais (Min).

A categoria de impacto ambiental que se destacou foi consumo de combustíveis fósseis, representando cerca de 61% do impacto total, seguido das categorias respiráveis inorgânicos (28%) e mudanças climáticas (6%). As demais categorias de impacto ambiental (acidificação/eutrofização, carcinogênicos, ecotoxicidade e consumo de minerais) representaram menos de 5% do impacto total. Considerando os tipos de danos ambientais, destacou-se aqueles relacionados ao consumo de recursos (61% do impacto total), seguido dos danos à saúde humana (35%) e à qualidade do ecossistema (4%).

A disposição de resíduos foi o aspecto ambiental responsável por 95% de todos os impactos gerados pelo segmento de conservação e reprodução de animais da FZ. Esse resultado está relacionado ao transporte dos resíduos não reciclados para o aterro sanitário, destacando-se as embalagens de isopor, geradas pela demanda por refeições entregues nos finais de semana na FZ.

Os resíduos perigosos foram enviados para o tratamento térmico em autoclave, com posterior envio ao aterro sanitário. Na avaliação do impacto da destinação desses resíduos, considerou-se o transporte até a unidade de tratamento, o consumo de água, de eletricidade e de gás natural para a sua transformação em resíduo não perigoso, e o seu aterramento. O baixo impacto da destinação desses resíduos deve-se à quantidade gerada, que correspondeu a 21% do total gerado na atividade.

Existe uma lacuna de estudos relacionados aos impactos ambientais gerados no setor zoológico. Pesquisa desenvolvida da Tailândia avaliou a pegada de carbono da energia consumida em zoológico, e apontou que atitudes pessoais seria a principal alternativa de gestão para a redução da categoria de impacto ambiental avaliado (Kulsuwan et al., 2024). No presente estudo, o consumo de eletricidade representou somente 1% do impacto ambiental total normalizado. O cuidado com a gestão dos resíduos sólidos no Zoológico de São Paulo tem sido enfrentado por meio da compostagem dos resíduos orgânicos e posterior uso do composto como fertilizante (Cappeline et al., 2020).

CONCLUSÃO

A abordagem da Avaliação do Ciclo de Vida permitiu identificar os potenciais impactos ambientais do setor de Conservação e Reprodução de Animais na Fazenda Zoológico de São Paulo (FZ). Nesse contexto, identificou-se que o envio de resíduos sólidos para o aterro sanitário respondeu por 95% de todo o impacto gerado, demonstrando a influência da logística do resíduo orgânico e embalagens de isopor. Tais resultados permitem concluir que a elaboração de diretrizes de gestão dos resíduos sólidos deve ser priorizada para melhorar o desempenho ambiental e busca pela melhoria contínua do sistema de gestão ambiental desse segmento, com destaque para a compostagem dos resíduos orgânicos. Favorece tal cenário a disponibilidade de área, máquinas agrícolas e pessoal para implementar a compostagem e utilizar o composto na própria unidade, o que poderá resultar na diminuição de 10,3% dos impactos ambientais em relação ao cenário atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blandford, B.E., Mulgrew, K.E., Schaffer, V., Kannis-Dymand, L. Understanding pro-environmental behaviors and intentions in visitors to a zoo-based seal encounter. **Visitor Studies**, v.26, n.2, 125-142, 2023. <https://doi.org/10.1080/10645578.2023.2168873>
2. Bradford, C., Blossom, J., Reiten, K., Ragsdale, J. Multispecies *Shigella flexneri* outbreak in a zoological collection coinciding with a cluster in the local human population. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.54, n.44, p.837-844, 2023. <https://doi.org/10.1638/2022-0116>
3. Cappelini, L.T.D., Eugênio, P.F.M., Alberice, J.V., Urbaczek, A.C., Assunção, N.A., Ramos, P.L., Sala, F.C., Carrilho, E., Juliano, L., Carrilho, E.N.V.M. Compost produced from residues of a zoo park improves soil fertility and increases the growth and production of plants. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v.12, p.4233-4244, 2022. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01552-4>
4. Dutra, A.C., Medeiros, G.A., Gianelli, B.F. Life cycle assessment as an analyzing tool for environmental impacts and concept applied to education programs. **Brazilian Journal of Environmental Science**, v.51, p.15-27, 2019. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820190399>
5. Gill, S.R., Warrington, W. Sustainability initiatives in zoos and aquariums: looking in to reach out. **Leisure/Loisir**, v.41, n.3, p.443-465, 2017. <https://doi.org/10.1080/14927713.2017.1366277>
6. ISO, 2014a. ISO 14040:2014. **Corrected Version: Environmental Management and Life Cycle Assessment - Principles and Structure**. International Organization for Standardization, Geneva.
7. ISO, 2014b. ISO 14044:2014. **Corrected Version: Environmental Management and Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines**. International Organization for Standardization, Geneva.
8. Kulsuwan, P., Binhad, I., Thongdeephon, T., Chanhom, D., Naipreede, K., Khambai, N. and Pontham, J. Carbon footprint assessment from Electricity in Ubon Ratchathani Zoo in Ubon Ratchathani province, Thailand. **International Journal of Agricultural Technology**, v.20, n.2, p.587-596, 2024.
9. Menichelli, B.H., Oliveira, B.O.S., Medeiros, G.A. Impact of collection from indigenous lands on the municipal solid waste management system: A case study in the Amazon. **Research, Society and Development**, v.12, n.14, e88121444612, 2023. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i14.44612>
10. Oliveira, B.O.S., Medeiros, G.A., Mancini, S.D., Paes, M.X., Gianelli, B.F. Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 373, 133807, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133807>
11. Ramos, P.L., Kondo, M.Y., Santos, S.M.B. et al. A tropical composting operation unit at São Paulo Zoo as a source of bacterial proteolytic enzymes. **Applied Biochemistry Biotechnology**, v.187, p.282-297, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12010-018-2810-7>
12. Spooner, S.L., Walker, S.L., Dowell, S., Moss, A. The value of zoos for species and society: the need for a new model. **Biological Conservation**, v.279, 109925, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141729>
13. Tsioka, M., Voudrias, E.A. Comparison of alternative management methods for phosphogypsum waste using life cycle analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.266, 121386, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121386>