



DA ENTROPIA URBANA À AUTO-ORGANIZAÇÃO: REFLEXÕES SOBRE O PSA E A GESTÃO COMPLEXA DE RESÍDUOS EM ARRAIAS-TO

Emanuele Gonçalves dos Santos¹
Valdirene Gomes dos Santos de Jesus²
Vanessa Ferreira Lopes³
Tony de Jesus⁴

Eixo temático: 2. Sociobioeconomia e Transformações Socioecológicas

Resumo: O presente artigo analisa a viabilidade de implementação do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como instrumento de apoio à gestão de resíduos sólidos em Arraias-TO. A pesquisa parte da premissa de que o município enfrenta desafios estruturais, como a inexistência de aterro sanitário e a persistência de lixões, que comprometem a sustentabilidade local. Fundamentado na epistemologia da complexidade de Edgar Morin e nos aportes de Naveira (1998) sobre sistemas não-lineares, o estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, integrando revisão bibliográfica e observação de campo com registros fotográficos. Os resultados parciais revelam pontos críticos de descarte na malha urbana e uma situação de entropia ambiental no destino final dos resíduos. As evidências demonstram que a gestão atual se pauta em modelos fragmentados que distanciam o cidadão do ecossistema. Conclui-se que o PSA pode atuar como um dispositivo pedagógico-político capaz de promover a reconexão entre os atores sociais e o território, transformando o passivo ambiental em um sistema de governança dialógica e sociobioeconômica. O trabalho é fruto de pesquisa vinculada ao PIVIC/UFT e oferece subsídios para a construção de políticas públicas resilientes na região sudeste do Tocantins.

Palavras-chave: Pagamento por Serviços Ambientais. Resíduos Sólidos. Pensamento Complexo. Sociobioeconomia. Arraias-TO.

Abstract: This article analyzes the feasibility of implementing Payments for Environmental Services (PES) as a tool to support solid waste management in Arraias, Tocantins. The study is based on the premise that the municipality faces structural challenges, such as the lack of a sanitary landfill and the persistence of open dumps, which undermine local sustainability. Grounded in Edgar Morin's epistemology of complexity and Naveira's (1998) contributions on nonlinear systems, the study adopts a qualitative and exploratory approach, integrating literature review and field observations with

¹ Graduanda do Curso de Pedagogia da UFT do Câmpus de Arraias. Email: emanuele.goncalves@mail.uft.edu.

² Professora Dr^a. do Curso de Turismo Patrimonial e Socioambiental da Universidade Federal do Tocantins – Arraias. E-mail: jesuseval@uft.edu.br.

³ Professora Dr^a. do Curso de Direito da Universidade Federal do Tocantins- Arraias. E-mail: v.lopes@uft.edu.br

⁴ Professor Dr. Orientador – Docente do Curso de Pedagogia da Universidade Federal do Tocantins - Arraias. https://orcid.org/00090000-8311-9776. E-mail: anjesus@mail.uft.edu.br.



photographic records. The preliminary results reveal critical waste disposal points within the urban fabric and a situation of environmental entropy at the final destination of the waste. The evidence demonstrates that current management is based on fragmented models that distance citizens from the ecosystem. It is concluded that the PSA can act as a pedagogical-political mechanism capable of promoting reconnection between social actors and the territory, transforming environmental liabilities into a system of dialogic and socio-bioeconomic governance. The study is the result of research linked to PIVIC/UFT and provides insights for the development of resilient public policies in the southeastern region of Tocantins.

Keywords: Payment for Environmental Services. Solid Waste. Complex Thinking. Socio-Bioeconomics. Arraias-TO.

1 INTRODUÇÃO

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem se consolidado como um importante instrumento de política ambiental ao associar incentivos econômicos à conservação dos recursos naturais e à valorização dos serviços ecossistêmicos (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013; BRASIL, 2011). No Brasil, experiências exitosas como a de Extrema (MG) e programas desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) demonstram o potencial do PSA para promover benefícios ambientais e sociais, articulando produtores, gestores públicos e sociedade civil (FASIABEN et al., 2009; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2022).

Entretanto, sua aplicação em larga escala ainda enfrenta desafios relacionados à governança, ao financiamento e à integração com outras políticas ambientais (OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2022). Em contextos locais marcados por fragilidades estruturais, como ocorre em diversos municípios do Tocantins, esses desafios se tornam ainda mais evidentes.

Sob a ótica do pensamento complexo, os sistemas socioambientais de Arraias desafiam o paradigma da simplificação. Como bem observa Naveira (1998), tais sistemas não operam sob relações lineares de causa e efeito, sendo marcados por dinâmicas onde o equilíbrio é a exceção. Essa perspectiva dialoga com o princípio da incerteza de Morin, sugerindo que a gestão de resíduos não pode ser vista como uma máquina previsível, mas como um processo vivo e turbulento que exige estratégias dialógicas.

A implementação do PSA no município requer o que Lima (2023) define como uma fundamentação epistemológica multidimensional. Não se trata apenas de uma técnica econômica, mas da articulação de fatores ambientais, sociais e institucionais



que se ligam e se religam em uma totalidade dinâmica. Tal abordagem rompe com o conhecimento fragmentado, permitindo que a gestão de resíduos em Arraias seja compreendida como uma unidade múltipla, onde o todo está nas partes e as partes estão no todo.

O município de Arraias-TO, situado na região Sudeste do estado e sede de um câmpus da Universidade Federal do Tocantins, apresenta uma situação ambiental preocupante: a inexistência de aterro sanitário e a presença de lixões a céu aberto. Essa realidade contraria os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) e coloca em risco tanto o equilíbrio ecológico quanto a saúde pública. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH, 2020), a destinação final dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais entraves à sustentabilidade no Tocantins.

Além disso, a capacidade institucional limitada para executar políticas ambientais eficazes agrava o problema, comprometendo ações de coleta seletiva, reciclagem e educação ambiental (SILVA; ALMEIDA, 2022). Diante desse contexto, o presente estudo propõe analisar a viabilidade do PSA como instrumento de apoio à gestão de resíduos sólidos em Arraias-TO, buscando responder à seguinte questão: De que maneira o Pagamento por Serviços Ambientais pode contribuir para a superação dos problemas relacionados à destinação inadequada de resíduos sólidos no município de Arraias-TO?

2. MÉTODO E MATERIAIS

A pesquisa está sendo desenvolvida com enfoque qualitativo e exploratório, centrado na realidade do município de Arraias-TO. A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica sobre duas temáticas principais: i) o conceito, a evolução e as experiências brasileiras de PSA; ii) os desafios da gestão de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte.

A primeira etapa deve se estender ao longo de toda a pesquisa e os dados secundários junto a órgãos oficiais como IBGE, Ministério do Meio Ambiente, SEMARH e Prefeitura de Arraias, estão sendo realizados visando identificar os indicadores de geração, coleta e destinação final de resíduos sólidos urbanos.



A etapa empírica compreendeu visitas técnicas e observações de campo no lixão municipal e em outros pontos de descarte, com registro fotográfico e anotações para análise crítica. Além disso, serão conduzidas entrevistas semiestruturadas com gestores públicos, funcionários da limpeza urbana e representantes da sociedade civil, buscando compreender percepções e limitações locais.

Os dados obtidos até aqui serão sistematizados e interpretados de forma qualitativa, confrontando a realidade local com os referenciais teóricos sobre PSA e políticas ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A finalização desta pesquisa deverá possibilitar um diagnóstico detalhado da situação atual da gestão de resíduos sólidos no município de Arraias-TO, evidenciando suas principais fragilidades, potencialidades e demandas, compreendendo como se estruturam as práticas de coleta, transporte e destinação final dos resíduos, bem como as condições institucionais e operacionais que influenciam a efetividade dessas ações no contexto local.

Estamos buscando também os principais sujeitos e práticas locais que poderiam ser incorporados a um programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) direcionado à gestão de resíduos, reconhecendo o papel de cooperativas, catadores, gestores públicos e comunidade na construção de soluções sustentáveis. Essa identificação permitirá avaliar o nível de articulação entre os diferentes agentes envolvidos e as possibilidades de parcerias para a implementação de mecanismos de incentivo ambiental.

Outro resultado esperado é a análise da viabilidade institucional, financeira e social de um modelo de PSA adaptado à realidade de Arraias-TO. Tal análise deve considerar a capacidade administrativa do município, as fontes de financiamento disponíveis e o engajamento comunitário necessário para garantir a sustentabilidade do programa a longo prazo.

Por fim, pretende-se propor recomendações para políticas públicas municipais que integrem incentivos econômicos à proteção ambiental, contribuindo para o



aprimoramento da gestão de resíduos sólidos e para o fortalecimento da governança ambiental local. Dessa forma, o estudo busca também enriquecer o debate acadêmico sobre a aplicação do PSA em contextos urbanos, uma temática ainda pouco explorada na literatura brasileira, mas de grande relevância diante dos desafios socioambientais enfrentados por municípios de pequeno porte.

3.1 A Necessidade de Aterros Sanitários e a Relação com o PSA

A ausência de um aterro sanitário no município de Arraias-TO constitui um dos principais entraves à efetiva gestão dos resíduos sólidos urbanos, conforme determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305/2010). De acordo com a legislação, todos os municípios brasileiros deveriam ter encerrado os lixões até 2014, substituindo-os por sistemas de disposição final ambientalmente adequados. No entanto, dados recentes indicam que cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda destinam seus resíduos a lixões ou aterros controlados, o que demonstra a necessidade de avanços estruturais e institucionais (ABRELPE, 2023).

O aterro sanitário é considerado a forma mais segura e sustentável de destinação final de resíduos não recicláveis, pois evita a contaminação do solo, da água e do ar, além de permitir o controle de gases e chorume. Segundo Lima e Mendes (2020), a implantação de aterros sanitários regionais ou consorciados é uma alternativa viável para municípios de pequeno porte, desde que acompanhada de planejamento técnico e gestão integrada. Essa estratégia é especialmente relevante para localidades como Arraias, que carecem de recursos financeiros e capacidade operacional para manter estruturas próprias de grande porte.

Nesse contexto, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) pode se apresentar como um instrumento complementar de incentivo econômico à destinação adequada de resíduos. O PSA pode ser aplicado, por exemplo, para estimular práticas de separação, coleta seletiva, compostagem e manutenção de áreas destinadas ao manejo ambientalmente correto dos resíduos. Como afirmam Castro e Silva (2021), os mecanismos de PSA, ao recompensarem financeiramente atores locais que contribuem



para a conservação ambiental, podem fortalecer políticas públicas de saneamento e gestão de resíduos, promovendo corresponsabilidade entre poder público e sociedade.

Além de promover benefícios diretos à qualidade ambiental, a integração entre o PSA e o manejo de aterros sanitários pode contribuir para o alcance de metas da Agenda 2030 da ONU, especialmente dos ODS 11 (Cidades Sustentáveis) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). A valorização econômica dos serviços ambientais associados à gestão de resíduos, como a mitigação de gases de efeito estufa e a recuperação de áreas degradadas, reforça a perspectiva de que o PSA pode atuar como uma ferramenta de governança ambiental e inclusão social.

No âmbito das incursões de campo realizadas, a observação direta permitiu identificar uma série de pontos críticos de descarte na malha urbana de Arraias. Como pode ser observado nas **Figura 1 e 2**, o lixo acumulado em áreas residenciais não é apenas um problema logístico, mas a evidência material da compartimentação do conhecimento, onde o cidadão deixa de ver o resíduo como parte de um ecossistema vivo. Este cenário ilustra a falha do pensamento linear, que, conforme **Naveira (1998)**, ignora as interdependências não lineares de um sistema socioambiental complexo.

Figura 01: Ponto de descarte irregular em logradouro público na área urbana de Arraias-TO



Fonte: Jesus, T. (01/05/26)



Figura 02: Deposição inadequada de resíduos sólidos e os impactos na estética e saúde do ecossistema urbano local



Fonte: Jesus, T. (01/05/26)

Portanto, a criação de um modelo de PSA local voltado à melhoria da gestão de resíduos em Arraias-TO poderia incluir incentivos para:

- a) catadores e cooperativas que realizam a coleta seletiva;
- b) proprietários de áreas utilizadas para disposição final adequada; e
- c) cidadãos que adotem práticas sustentáveis de separação e redução do lixo domiciliar.

Assim, o PSA se configura não apenas como um instrumento econômico, mas também como um mecanismo de educação ambiental e fortalecimento da cidadania ecológica, promovendo a transição de práticas informais e insustentáveis para modelos integrados e participativos de gestão dos resíduos sólidos.

3.2 Resultados Parciais

Até o presente momento, a pesquisa tem avançado principalmente na etapa de levantamento teórico e análise preliminar da temática relacionada à gestão de resíduos



sólidos e aos instrumentos de incentivo ambiental. A revisão bibliográfica realizada possibilitou uma compreensão mais aprofundada do conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), bem como de suas aplicações em diferentes contextos e dos principais desafios para sua implementação no Brasil.

Os estudos analisados indicam que o PSA pode atuar como um importante mecanismo de incentivo à conservação ambiental, especialmente quando articulado a políticas públicas locais. Nesse sentido, a literatura evidencia que instrumentos econômicos podem contribuir para o fortalecimento de ações voltadas à gestão ambiental, incluindo práticas relacionadas à coleta seletiva, à valorização de atores locais e ao manejo adequado de resíduos sólidos.

A análise de documentos institucionais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e de dados preliminares sobre a gestão de resíduos no Brasil e no estado do Tocantins reforça a complexidade do cenário atual. Embora a legislação estabeleça que os lixões deveriam ter sido encerrados até 2014, dados recentes indicam que cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda utilizam lixões ou aterros controlados para a destinação de resíduos. Esse contexto evidencia a necessidade de avanços estruturais e institucionais para o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela PNRS.

No estado do Tocantins, observa-se ainda a presença de limitações técnicas e dificuldades na implementação efetiva de políticas públicas voltadas à gestão de resíduos sólidos, o que reforça a relevância de estratégias complementares para promover práticas mais sustentáveis.

A análise desse cenário em Arraias reforça que a gestão de resíduos sólidos deve ser compreendida como um sistema complexo. Conforme a perspectiva de Fortunato e Porto (2020), fatores institucionais, econômicos e culturais se articulam de maneira dinâmica e inseparável. A fragmentação dessas dimensões, fruto de um pensamento reducionista, compromete a inteligibilidade do problema e limita a formulação de soluções efetivas, uma vez que impede a visão da unidade múltipla que caracteriza a questão ambiental urbana.



As atividades desenvolvidas ao longo da pesquisa também contribuíram para ampliar a compreensão acerca da relação entre serviços ambientais, sustentabilidade e políticas públicas, possibilitando reflexões sobre a importância da valorização dos serviços ecossistêmicos e do incentivo a práticas voltadas à preservação ambiental.

Para além do perímetro urbano, a investigação estendeu-se até o local de destinação final, situado a aproximadamente 14 km da sede municipal. As **Figuras 3 e 4** retratam o lixão de Arraias, onde a distância geográfica parece reforçar o distanciamento cognitivo da problemática. O cenário de entropia e desordem observado é o limite do paradigma simplificador, onde a complexidade ambiental é negligenciada em prol de uma solução de distanciamento. Conforme propõe **Lima (2023)**, a superação deste modelo exige uma reforma do pensamento que reconheça o lixo como um recurso potencial dentro da sociobioeconomia, demandando uma reconexão urgente entre a técnica e a preservação.

Figura 03: Vista panorâmica do lixão municipal de Arraias-TO: o passivo ambiental da deposição a céu aberto



Fonte: Santos, E.G. (30/04/26)



Figura 04: Detalhe da disposição de resíduos no lixão: evidências da necessidade de transição para aterro controlado/sanitário subsidiado pelo PSA



Fonte: Santos, E.G. (30/04/26)

De modo geral, os resultados parciais indicam que a pesquisa tem contribuído para o aprofundamento do entendimento sobre as possibilidades de articulação entre políticas ambientais, gestão de resíduos sólidos e instrumentos econômicos de incentivo à sustentabilidade.

As etapas subsequentes da pesquisa deverão contemplar o aprofundamento da análise da realidade local, incluindo o levantamento de dados específicos sobre a geração, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos, bem como a avaliação das possibilidades de aplicação do Pagamento por Serviços Ambientais no contexto municipal.

4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A implementação do Pagamento por Serviços Ambientais na gestão de resíduos sólidos pode representar uma estratégia inovadora de sustentabilidade para municípios de pequeno porte, como Arraias-TO. O instrumento tem potencial para estimular boas práticas, como coleta seletiva, compostagem e destinação adequada, ao mesmo tempo em que valoriza atores locais e saberes comunitários.



A viabilidade do PSA em Arraias depende da superação de modelos de gestão puramente lineares e fragmentados. Conforme a síntese de Naveira (1998) e Lima (2023), a sustentabilidade urbana deve ser compreendida como um processo de auto-eco-organização, sujeito a incertezas e flutuações. Reconhecer essa dinâmica permite que o município transite de uma gestão de comando e controle para uma governança dialógica, capaz de se auto-organizar diante dos desafios socioambientais da região.

Em última análise, o PSA em Arraias transcende a dimensão de mero mecanismo financeiro para se constituir como um dispositivo pedagógico-político transformador. Alinhado ao pensamento de Fortunato e Porto (2020), este instrumento é capaz de promover a reconexão entre o cidadão e seu ecossistema urbano.

Contudo, sua efetividade depende de condições institucionais mínimas, de fontes estáveis de financiamento e da participação social na formulação das políticas. A partir do estudo de caso em Arraias, espera-se oferecer subsídios que fortaleçam a integração entre economia, meio ambiente e gestão pública, contribuindo para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável no Tocantins.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. São Paulo: ABRELPE, 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

BRASIL. Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2011.

CASTRO, F. L.; SILVA, J. R. Pagamentos por Serviços Ambientais e políticas de saneamento: convergências e desafios. **Revista Brasileira de Políticas Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 77-91, 2021.

FASIABEN, M. C. R. et al. Experiências de Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil. Brasília: **MMA**, 2009.

FORTUNATO, Ivan; PORTO, Maria do Rosário Silveira. O método natural e o pensamento complexo: uma relação possível para a educação escolar. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 46, e219428, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046219428>.

LIMA, P. H.; MENDES, T. A. Gestão integrada de resíduos sólidos e a viabilidade de aterros sanitários regionais no Brasil. **Revista de Sustentabilidade e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 4560, 2020.



LIMA, Paulo Gomes. Fundamentação epistemológica do paradigma da complexidade e a dialogia com a formação de professores. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 23, n. 78, p. 1072-1086, jul./set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.23.078.DS07>.

NAVEIRA, Ruben Bauer. Caos e complexidade nas organizações. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 5, p. 69 a 80, 1998. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/7756>. Acesso em: 4 maio. 2026.

OLIVEIRA, T. S.; NOGUEIRA, P. M. Políticas ambientais e desafios do PSA no Brasil contemporâneo. **Revista de Políticas Ambientais**, v. 8, n. 2, 2022.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. Pagamentos por Serviços Ambientais: Lições aprendidas e desafios futuros. São Paulo: **MMA**, 2013.

SEMARH. Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Tocantins. **Palmas: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**, 2020.

SILVA, R. M.; ALMEIDA, F. R. Gestão de resíduos sólidos e limitações institucionais no Tocantins. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 12, n. 1, 2022.