

Coleta Seletiva sob alguns Indicadores do SNIS: uma análise entre 2011 e 2020 no Brasil

Selective Collection under some SNIS Indicators: an analysis between 2011 and 2020 in Brazil

Recogida Selectiva de Basura bajo algunos Indicadores del SNIS: un análisis entre 2011 y 2020 en Brasil

Resumo

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar, historicamente, o comportamento (de aumento ou redução) de alguns indicadores da coleta seletiva praticada no Brasil, tomando como referência os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do período compreendido entre 2011 e 2020. Os dados analisados foram extraídos do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, publicado anualmente em sites oficiais do Governo Federal. Foram escolhidos 08 indicadores: taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduo domiciliar e público; massa recuperada per capita; relação entre quantidades da coleta seletiva e resíduo domiciliar; incidência de papel/papelão sobre total de material recuperado; incidência de plástico sobre total de material recuperado; incidência de metais sobre total de material recuperado; incidência de vidros sobre total de material recuperado. Foi possível concluir que a coleta seletiva no país aumentou (conforme o comportamento positivo de 06 indicadores), mas de forma não significativa, ou seja, sem o ritmo necessário. Provavelmente, muitos fatores contribuíram para esse quadro: a baixa adesão da população, falta de campanhas publicitárias e a falta de recursos financeiros por parte das prefeituras, significando que grandes volumes de recicláveis ainda estão sendo desperdiçados e lançados em lixões e aterros sanitários.

Palavras-chave: resíduos sólidos; gerenciamento; coleta seletiva; SNIS.

Abstract

The objective of this research was to evaluate, historically, the behavior (increase or decrease) of some indicators of selective collection practiced in Brazil, taking as a reference the SNIS data between 2011 and 2020. The data analyzed were extracted from the Urban Solid Waste Management Diagnosis published annually on official Federal Government websites. Eight indicators were chosen: Coverage rate of door-to-door selective collection concerning the urban population, Recyclable recovery rate about the amount of household and public waste, Mass recovered per capita, Relationship between amounts of selective collection and waste household, Incidence of paper/cardboard on total material recovered, Incidence of plastic on the amount of material recovered, Incidence of metals on the amount material recovered, Incidence of glass on the amount material recovered. It was possible to conclude that selective collection in the country increased (according to the positive behavior of 06 indicators), but not significantly, that is, without the necessary pace. Many factors probably contributed to this situation: low public participation, lack of advertising campaigns, and lack of financial resources on the part of city halls, meaning that large volumes of recyclables are still being wasted and thrown into landfills and landfills.

Keywords: solid waste; management; selective collection; SNIS.

Sabrina Rodrigues da Silva



Instituto Federal do Ceará (IFCE)
sabrinarodrigues1212@gmail.com

Gemmelle Oliveira

Santos



Instituto Federal do Ceará (IFCE)
gemmelle@ifce.edu.br

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar, históricamente, el comportamiento (de aumento o reducción) de algunos indicadores de la recogida selectiva practicada en Brasil, tomando como referencia los datos del SNIS del periodo comprendido entre 2011 y 2020. Los datos analizados fueron obtenidos del Diagnostico del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos publicado anualmente en sitios oficiales del Gobierno Federal. Fueron elegidos 08 indicadores: Tasa de cobertura de la recogida selectiva puerta a puerta en relación a la población urbana, Tasa de recuperación de reciclables en relación a la cantidad de residuo domiciliar y público, Masa recuperada per cápita, Relación entre cantidades de recogida selectiva y residuos domiciliar, Incidencia de papel/cartón sobre total de material recuperado, Incidencia de plástico sobre total de material recuperado, Incidencia de metales sobre total de material recuperado, Incidencia de vidrios sobre total de material recuperado. Fue posible concluir que la colecta selectiva de basura en el país aumentó (según el comportamiento positivo de 06 indicadores), pero de forma no significativa, es decir, sin el ritmo necesario. Probablemente, muchos factores contribuyeron para este cuadro: la baja adhesión de la población, falta de campañas publicitarias y la falta de recursos financieros por parte de los ayuntamientos, significando que grandes volúmenes de reciclables todavía están siendo desperdiciados y tirados en vertederos.

Palabras clave: residuos sólidos; gerenciamiento; recogida selectiva; SNIS.

1 Introdução

O atual padrão de desenvolvimento caracteriza-se centralmente pela exploração excessiva e constante dos recursos naturais, pela geração maciça de resíduos e pela crescente exclusão social (Grimberg; Blauth, 1998).

A crise ambiental, que coloca em dúvida a própria sobrevivência da vida humana, vem resultando em diversas mobilizações internacionais (Guimarães, 2000) que buscam estabelecer patamares sustentáveis de produção e consumo.

O progresso econômico, o desenvolvimento de diversas tipologias industriais, o surgimento de milhares de substâncias sintéticas, as inovações tecnológicas e o incentivo à adoção de padrões de consumo excessivo, com ênfase na produção de materiais descartáveis, têm resultado em uma crescente geração de resíduos sólidos (Campos et al., 2019). A geração de resíduos sólidos, sem dúvidas, se caracteriza como uma das principais problemáticas ambientais do século XXI, haja vista que tanto sua produção excessiva quanto sua destinação inadequada são grandes responsáveis pela poluição ambiental (Peixoto; Campos; D'agosto, 2005).

É bem verdade que a geração de resíduos sólidos urbanos vem se acentuando desde a Revolução Industrial (Mirandas; Mattos, 2018), obrigando as administrações municipais a prestarem maior atenção ao gerenciamento desses resíduos, desde a coleta até a destinação final (Conke; Nascimento, 2018).

A coleta seletiva, conforme Rocha (2012), se configura como uma alternativa ambientalmente correta e sustentável, pois ajuda na reciclagem dos resíduos, diminui o volume depositado nos aterros e evita o descarte em locais inapropriados, que, na maioria das vezes, acabam por prejudicar a saúde pública e o meio ambiente (Santos; Rovaris, 2017).

Conforme Bensen (2006), a separação dos materiais recicláveis cumpre um papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos sob vários aspectos: estimula o hábito da separação de resíduos na fonte geradora, promove a educação ambiental voltada para a redução do consumo e do desperdício, gera trabalho e renda.

A coleta seletiva, entendida como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (Brasil, 2010a), tem sua relevância destacada em vários momentos da Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a saber:

Como instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Art. 8, III);

Como pré-requisito para os estados e municípios acessarem aos recursos da União destinados ao setor (Art. 16, § 3º e Art. 18, § 3º, II);

Como parte integrante do conteúdo dos planos (Art. 19, XIV e XV);

Como prática obrigatória para os consumidores que moram em cidades cujo sistema de coleta seletiva foi estabelecido no plano municipal (Art. 35);

Como parte da responsabilidade compartilhada do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (Art. 36, II).

No Brasil, oficialmente, o Governo Federal coleta informações sobre a prestação dos serviços de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos desde 2002 por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). As informações do SNIS são fornecidas pelas instituições responsáveis pela prestação dos serviços nos municípios: companhias, autarquias, empresas municipais ou privadas, concessionárias, departamentos.

O SNIS mantém relação com a Lei 11.445/2007, que trata da Política Nacional de Saneamento Ambiental, com a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos e com a Lei 14.026/2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar, historicamente, o comportamento (de aumento ou redução) de alguns indicadores da coleta seletiva praticada no Brasil, tomando como referência os dados do SNIS do período compreendido entre 2011 e 2020.

A pesquisa é importante por sistematizar um conjunto de dados sobre o tema e discutir seus avanços e retrocessos no contexto nacional.

2 Metodologia

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) está vinculado ao Governo Federal, mais especificamente ao Ministério das Cidades, sendo um banco de dados sobre as operações, gestão, finanças e qualidade dos serviços de água, esgoto e de destinação de resíduos sólidos dos municípios brasileiros.

Uma vez por ano, fica disponível no site do SNIS o relatório intitulado Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e nele a coleta seletiva é anualmente avaliada sob vários indicadores.

Do total de indicadores citados no relatório, apenas 08 indicadores tinham dados ininterruptos ao longo do tempo e eram minimamente adequados para análise histórica sobre o panorama geral da coleta seletiva no Brasil. Assim, a pesquisa acabou por considerar o maior intervalo de dados contínuo possível, ou seja, entre 2011 a 2020. Outra limitação da pesquisa diz respeito à fragilidade da amostragem do próprio SNIS como consequência da baixa adesão dos municípios as coletas realizadas, como retratado na Tabela 1:

Tabela 1 – Número de municípios participantes do SNIS entre 2011 e 2020

Ano	Municípios Participantes
2011	2100
2012	3043
2013	3572
2014	3765
2015	3520
2016	3670
2017	3556
2018	3462
2019	3712
2020	4.589

Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

Para ilustrar, estão descritos no Quadro 1 todos os indicadores utilizados nesta pesquisa, assim como suas respectivas definições.

Quadro 1 – Lista de indicadores do SNIS escolhidos

CÓDIGO DO INDICADOR NO SNIS	DEFINIÇÃO
IN 030	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana do município (%)
IN 031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduo domiciliar e público (%)
IN 032	Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana (Kg/hab/ano)
IN 053	Relação entre quantidades da coleta seletiva e resíduo domiciliar (%)
IN 034	Incidência de papel e papelão no total de material recuperado (%)
IN 035	Incidência de plásticos no total material recuperado (%)
IN 038	Incidência de metais no total material recuperado (%)
IN 039	Incidência de vidros no total material recuperado (%)

Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

Para classificar o comportamento de um indicador ao longo do período analisado, considerou-se o coeficiente angular (positivo ou negativo) da equação da reta da regressão linear e para subclassificar a intensidade desse comportamento, considerou-se o R^2 , a saber: $R^2 < 0,5$ (pouco significativo), $R^2 = 0,5$ (significativo) e $R^2 > 0,5$ (muito significativo).

Conforme Bringham et al. (2003), os indicadores, em geral, são utilizados com o propósito de se conhecer adequadamente uma situação existente e guiar os próximos passos. A partir da informação sobre a situação existente, pode-se estabelecer comparações de modo a subsidiar a tomada de decisões, bem fundamentada, sobre ações a recomendar ou a aplicar de imediato.

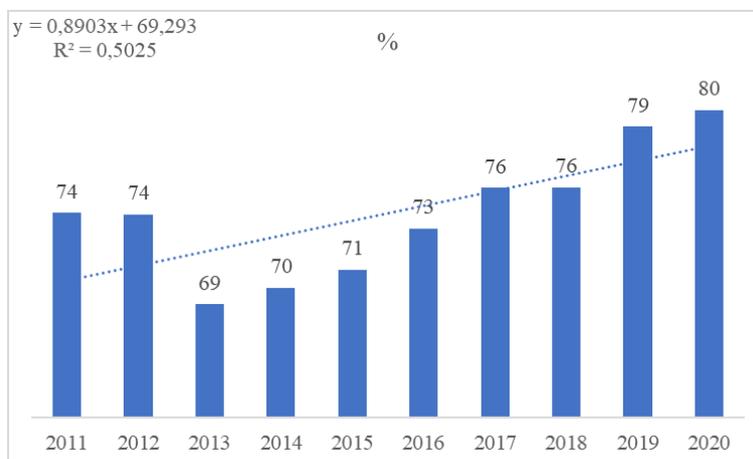
Inicialmente, as planilhas anuais do SNIS foram extraídas no site oficial do Governo Federal. Em seguida, os dados sobre os 08 indicadores foram selecionados e trabalhados no Programa Excel.

Quanto à natureza, a pesquisa foi classificada como aplicada; quanto aos procedimentos, pesquisa documental; quanto aos objetivos, pesquisa descritiva; quanto à abordagem, pesquisa quantitativa.

3 Resultados e Discussão

O primeiro indicador avaliado foi a taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana. Como se observa na Figura 1, houve um crescimento dessa modalidade de coleta seletiva ao longo do período analisado (coeficiente angular da reta positivo) e mais intensamente a partir de 2013, mostrando expansão desse importante serviço público, mesmo que ainda distante da universalização. Considerando o R^2 obtido (0,5025) e os critérios de classificação adotados na pesquisa, o indicador cresceu de modo muito significativo. Também houve crescimento após a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Figura 1 – Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a população urbana



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

O avanço nesse indicador pode ser reflexo de diversos fatores, que estão atrelados principalmente à comodidade da população, à combinação de outros tipos de coleta com a modalidade porta a porta e à maior participação de associações e cooperativas, aumentando assim, sua efetividade.

Assim, ao se observar as vantagens demonstradas na utilização da modalidade porta a porta, pode-se notar que a maior participação da população é um fator determinante para a sua utilização. De acordo com Nobre et al. (2020), as principais vantagens estão associadas a regularidade e ampliação gradativa do atendimento e facilidade proporcionada ao gerador ao entregar os materiais na porta de sua casa, o que conseqüentemente possibilita maior participação da população pela facilidade de acesso à coleta. O aprimoramento na prestação de um serviço público como a coleta seletiva depende, primeiramente, da correta avaliação de como ele é oferecido no espaço urbano (Conke; Nascimento, 2018).

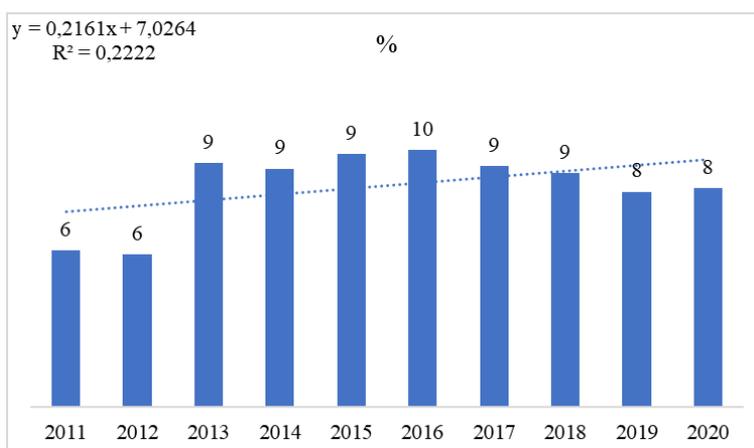
Apesar dos bons percentuais, é importante mencionar que a modalidade de coleta seletiva porta a porta possui, como principal desvantagem, os custos operacionais. Por isso, nota-se que diversos municípios, para viabilizar a sua aplicação, passaram a utilizar esta modalidade em conjunto com outra, geralmente com a modalidade PEV (Posto de Entrega Voluntária) como destacaram Feitosa et al. (2018).

Desta forma, mesmo que não haja viabilidade financeira para a implantação da modalidade porta a porta de forma isolada, quando se passar a utilizá-la em conjunto com outra modalidade igualmente adequada à realidade da região, o resultado tende a ser positivo. Os modelos de coleta seletiva que encontram uma maior adesão são aqueles que se utilizam da combinação entre as formas de execução, se nota um maior êxito na combinação das modalidades PEV e porta a porta já que proporcionam uma maior adesão pela população (Cempre, 2018; Magalhães, 2020).

Além disso, outro fator que pode ter influenciado o avanço do indicador foi o aumento da participação de empresas terceirizadas e associações/cooperativas de catadores. Quanto ao gerenciamento do serviço de coleta seletiva, as empresas terceirizadas que são contratadas pelas prefeituras registraram maior participação na execução do serviço com 46,7% do total de municípios, número que apresentou queda de 4,1% em relação ao ano anterior. Em segundo lugar, aparecem os catadores de materiais recicláveis com 35,9% de participação nos municípios e, por fim, com 17,4%, o serviço que é realizado pelas próprias prefeituras (Brasil, 2019).

O segundo indicador avaliado foi a taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduo domiciliar e público. Como se observa na Figura 2, houve um crescimento do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular positivo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$), mostrando baixa eficiência das iniciativas municipais de coleta seletiva; e um dos motivos para isso, provavelmente, decorre da baixa participação da população, ou seja, o serviço existe, mas a população não está motivada a participar.

Figura 2 – Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduo domiciliar e público



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aponta, entre os seus artigos, a importância de garantir o envolvimento da sociedade civil e, conseqüentemente, a participação social na gestão dos resíduos (Bicalho; Perreira, 2018).

Freitas et al. (2020) enfatizam a necessidade de fortalecer a mobilização e conscientização popular para transformar a realidade da coleta seletiva e da reciclagem de resíduos, envolvendo as fontes geradoras na

gestão desses materiais, para, assim, garantir a continuidade desses sistemas, de forma que a política de coleta seletiva atinja os resultados que se espera, tendo em vista que, quanto maior e mais efetiva for a participação social na coleta seletiva, maiores serão os benefícios econômicos, ambientais e sociais. Nesta construção, os processos de educação ambiental colaboram para formação de uma população organizada, informada, participante e atuante nas questões ambientais (Piccoli et al., 2016).

Lopes e Pompeu (2014) ressaltam a importância do poder público em manter a população permanentemente mobilizada, através de campanhas de sensibilização e de educação ambiental, após a implantação da coleta seletiva.

Dito isto, além do fator apresentado anteriormente, existem outros obstáculos que podem interferir no avanço deste indicador. Nobre et al. (2020), ao realizarem um estudo a respeito da coleta seletiva em Belo Horizonte, determinaram que existiam uma série de problemas operacionais prejudicando o avanço do sistema de coleta seletiva na região, por exemplo o da infraestrutura insuficiente dos galpões de triagem, que prejudicava a produtividade, dificultando a ampliação do serviço e a expansão do recebimento de doações e recebimento de resíduos de grandes eventos. Assim, os autores consideram como desafios a serem superados a indisponibilidade de recursos financeiros, a infraestrutura insuficiente, a necessidade de instalação de usinas de reciclagem próximas ao município e a necessidade de ações continuadas de educação socioambiental.

O terceiro indicador avaliado foi a massa recuperada per capita. Como se observa na Figura 3, houve um crescimento do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular positivo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$); na realidade, esse indicador quase estagnou.

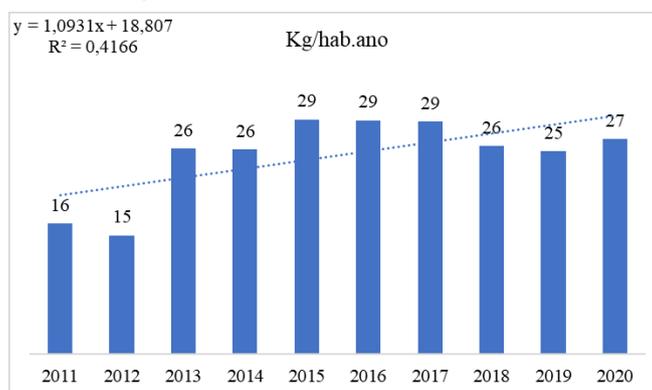
A ausência de uma lei municipal sobre coleta seletiva, que deve ser a realidade da maioria dos municípios brasileiros, também prejudica esse indicador.

De acordo com o próprio SNIS, a maioria dos municípios não pratica, rotineiramente, a pesagem dos resíduos provenientes da coleta seletiva. Eles não possuem balanças rodoviárias e não controlam a distribuição das cargas de recicláveis enviadas a diversos galpões de triagem ou mesmo o varejo com que se trabalha normalmente. A seleção de materiais que não possuem cadeia de comercialização pode influenciar negativamente esse indicador, ou seja, por mais que a população faça sua separação, eles serão enviados para lixões e aterros sanitários, não contribuindo para a estatística.

Guadagnin et al. (2018) analisaram a taxa de recuperação de materiais recicláveis em alguns municípios de Santa Catarina, e constataram que uma fração pequena dos materiais recicláveis era coletada e triada – por duas organizações de catadores – com retorno à cadeia de reciclagem, tendo como principal motivo a baixa participação da população na separação na fonte, a descontinuidade de estratégias de mobilização, sensibilização e educação ambiental.

Para o SNIS, o comportamento desse indicador é influenciado pela não participação dos municípios mais populosos, enquanto os municípios de pequeno porte têm papel de destaque e mostram uma maior eficácia na recuperação de recicláveis. Ainda segundo o SNIS, para o cálculo do percentual recuperado não se leva em consideração que as quantidades possam advir ou não de uma coleta seletiva. Este fator tem grande influência nos resultados obtidos já que se passa a incluir os dados referentes às usinas de triagem e compostagem, as quais, mesmo podendo não contar com uma coleta seletiva (prévia), recuperam um maior percentual de recicláveis secos.

Figura 3 – Massa recuperada per capita



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

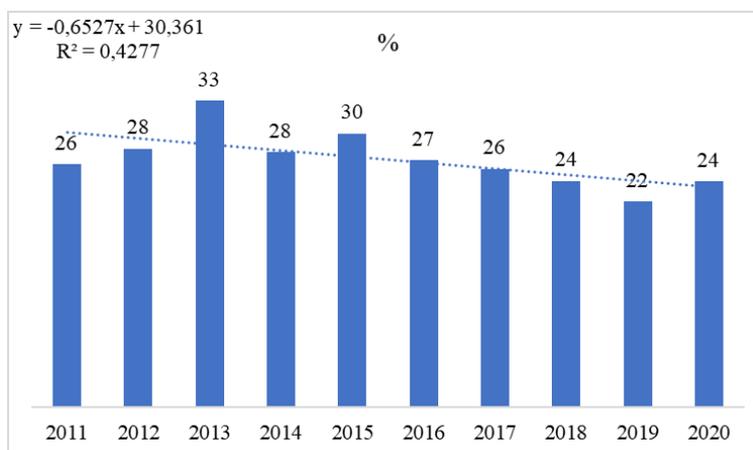
Leite et al. (2019) observaram que, entre 2010 e 2017, os melhores indicadores de coleta seletiva no Brasil estavam concentrados nas Regiões Sudeste e Sul, portanto, os avanços nas iniciativas dentro dessas regiões podem ter contribuído também para melhoria da situação geral do país.

A partir de uma análise por macrorregiões, nota-se que a macrorregião Sul sempre tem papel de destaque, com resultados bem acima da média nacional. Seu indicador médio em 2018 chegou a 13,9 Kg/habitante/ano, quase alcançando o dobro do resultado nacional de 7,6 Kg/habitante/ano.

Além disso, Besen, Jacobi e Freitas (2017) relatam que as Regiões Norte e Nordeste possuem uma considerável dificuldade de logística para a destinação dos recicláveis para as recicladoras, promovendo baixos resultados, que, em 2018, foram de 4,6 e 6,5 Kg/habitante/ano, respectivamente. Além disso, vale destacar que, de forma semelhante ao indicador anterior, os municípios com maior porte populacional não estão cumprindo seu papel.

O quarto indicador avaliado foi a relação entre as quantidades da coleta seletiva e resíduo domiciliar. Como se observa na Figura 4, houve uma redução do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular negativo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$). Em outras palavras, provavelmente, a população vem separando cada vez menos ou a geração de resíduo domiciliar cresceu tanto que diminuiu a importância da coleta seletiva, ou seja, o denominador ficou maior.

Figura 4 – Relação entre quantidades da coleta seletiva e resíduo domiciliar



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

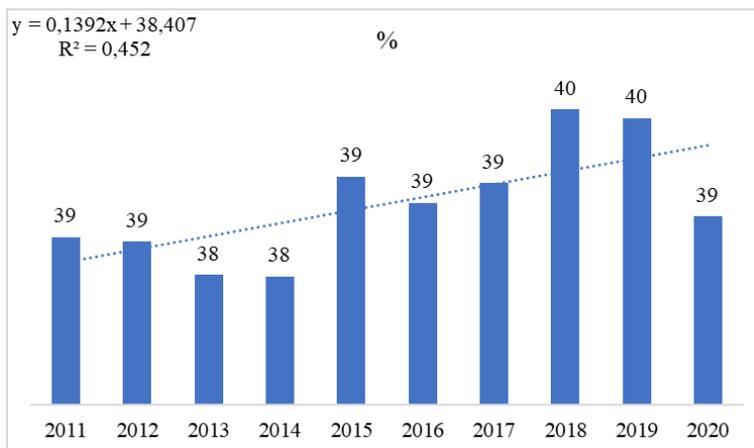
Pode ainda existir um outro motivo: o custo da coleta seletiva vem aumentando a ponto de paralisar sua expansão. De fato, a coleta seletiva é um serviço que possui valor elevado, de acordo com Cadastro Central de Empresas (Cempre, 2018), o custo médio da coleta seletiva nos municípios pesquisados no Brasil é de R\$ 442,24 por tonelada, ou seja, é 4,6 vezes maior que o custo médio da coleta convencional.

Para Parreira, Oliveira e Lima (2009), o aumento dos custos com a ampliação da coleta seletiva é mais evidente quando são abrangidas áreas urbanas que possuem baixo poder aquisitivo, visto que a quantidade e a qualidade dos materiais coletados diminuem consideravelmente. Conforme Menezes et al. (2019), os resíduos gerados por famílias de alto poder aquisitivo tendem a conter maiores percentuais de recicláveis (papel, plástico, PET), enquanto em famílias de menor poder aquisitivo os maiores percentuais tendem a ser de orgânicos.

Além do fator econômico, como já comentado em um momento anterior, este indicador provavelmente também é influenciado pela baixa aderência da população às iniciativas de coleta seletiva. A coleta seletiva considera a participação e conscientização da população em segregar os resíduos, na fonte, em secos e úmidos; é fato que, quanto melhor for a separação na fonte, maior será o índice de aproveitamento de resíduos para reciclagem (Besen; Freitas; Jacobi, 2017).

O quinto indicador avaliado foi a incidência de papel/papelão sobre total de material recuperado. Como se observa na Figura 5, houve um crescimento do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular positivo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$).

Figura 5 – Incidência de papel/papelão sobre total de material recuperado



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

De acordo com o Cempre (2019), a partir da análise da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil, pode-se constatar que a parcela de papel/papelão tem os maiores percentuais de resíduos recicláveis dentre os materiais recuperados, totalizando 22% do total averiguado.

O Brasil está entre os maiores produtores de papel do mundo, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE; IEA; MME, 2022), devido às condições de clima e solo, além de décadas de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação; técnicas de manejo florestal; melhoramento genético e práticas sustentáveis.

Em virtude destes altos índices de produção, a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2020) expõe que este segmento apresenta preocupação com o pós-consumo, por isso atua fortemente na economia circular, investindo em educação para o melhor descarte e no desenvolvimento da cadeia de reciclagem. O resultado é que o Brasil figura entre os principais países recicladores do mundo desse material.

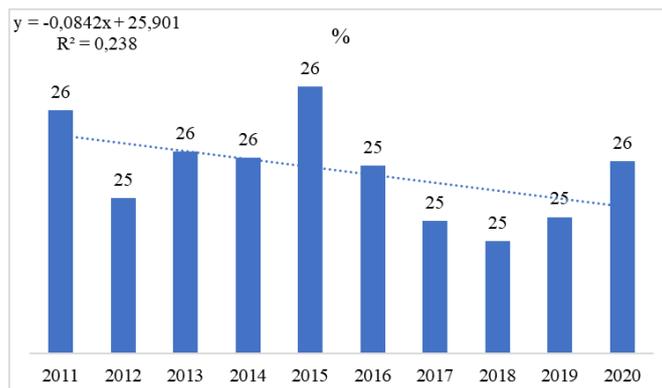
De acordo com Silva (2021), no Brasil, o papelão é reciclado há muitas décadas, e sua taxa de reciclagem no ramo de embalagens apresenta índices superiores a 77%. O papel reciclado pode ser utilizado na produção de caixas de papelão, sacolas, embalagens e bandejas, papel higiênico, cadernos e livros, material de escritório, envelopes, entre outros.

Conforme Dias (2018), para o processo de reciclagem, a logística reversa é muito importante, e diante desta premissa evidencia-se que o papelão possui alta capacidade de reciclagem e retorno do produto/embalagem à cadeia produtiva, o que possibilita a redução dos passivos ambientais dados pela produção de novos produtos. Entretanto, também são constatadas desvantagens, a coleta do material é cara e muitas vezes apresenta gargalos, o material recuperado está cada vez mais contaminado (com grande quantidade de materiais impróprios), além do fato que esse material, em condições inadequadas, pode causar danos à indústria e voltar a ser descartado como rejeito (Gurgel, 2015; Dias, 2018).

O sexto indicador avaliado foi a incidência de plástico sobre total de material recuperado. Como se observa na Figura 6, houve uma redução do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular negativo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$). A maioria dos artigos plásticos vendidos, especialmente as embalagens e outros bens não duráveis, torna-se resíduo em menos de um ano, ou, no pior cenário, após um único uso. Entre 35% e 40% da produção atual é composta por esse tipo de material, nos quais se incluem copos, sacolas, canudos, embalagens e talheres descartáveis. Ainda assim, os resíduos plásticos são valiosas fontes de matérias-primas, e podem ser transformados em energia ou em outros materiais poliméricos (Oliveira, 2012; Vasconcelos, 2019).

O plástico é um dos materiais mais valorizados entre os recicláveis. Na Região Norte, por exemplo, 66% do faturamento dos catadores vem do plástico, mesmo este representando apenas 29% da quantidade recuperada (Ancat, 2021). Por outro lado, segundo Castalani (2014), a qualidade das resinas geradas é preponderante para sua valorização e depende, em grande parte, de processos eficientes de coleta e triagem dos materiais, podendo este ser um fator limitante ao avanço do indicador.

Figura 6 – Incidência de plástico sobre total de material recuperado



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

Santi e Correa (2018) relatam a respeito das dificuldades oriundas da baixa qualidade dos resíduos plásticos, haja vista que, como estes materiais são, na maioria dos casos, muito contaminados por matéria orgânica, o grão final possui forte odor e, conseqüentemente, os produtos gerados a partir deste grão também o possuirão. Segundo Monteiro (2018), cargas que contêm mistura de plásticos e/ou são contaminadas com alimentos ou outras substâncias, exigem métodos alternativos de tratamento, encarecendo o processo. Além disso, também se deve considerar a alta competitividade do setor e a estabilidade nos baixos custos das resinas virgens. Segundo Santos, Agnelli e Manrich (2004), isso dificulta a reciclagem de plásticos porque diminui o comprometimento entre o fornecimento e a demanda de matérias-primas.

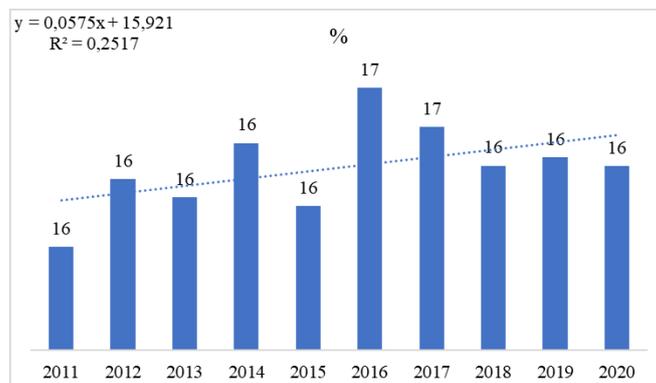
Diante dessa perspectiva, fatores econômicos possivelmente tem influência sobre os percentuais obtidos neste indicador. A Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST, 2018) aponta que em 2015 houve uma retração do índice de reciclagem (de 26,7% para 22,2%) muito relacionada com a fraca demanda decorrente do ano recessivo da economia brasileira. A crise reduziu o consumo das famílias drasticamente, reduzindo também a geração de resíduos recicláveis.

De acordo com Xavier et al. (2018), para se garantir o sucesso da reciclagem de polímeros e a continuidade desta prática são necessárias quatro condições básicas: 1) contínuo fornecimento da sucata para uma organização adequada de coleta, separação e processos de pré-tratamento; 2) tecnologia de transformação adequada; 3) mercado firme para o produto reciclado. Para a ABIPLAST (2020), não se deve focar apenas no material plástico, é importante considerar, portanto, as formas de coleta, de triagem, de destinação adequada, em maneiras de engajar e instruir consumidores, contemplando governança, integração e tecnologia.

Oliveira (2012) ressalta que é necessário maior envolvimento, campanhas e maior conscientização para que os benefícios associados à recuperação dos resíduos plásticos sejam plenamente alcançados.

O sétimo indicador avaliado foi a incidência de metais sobre total de material recuperado. Como se observa na Figura 7, houve um aumento do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular positivo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$).

Figura 7 – Incidência de metais sobre total de material recuperado



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

Os metais, não pela quantidade, mas pela sua composição se tornam notórios no cenário brasileiro em virtude do potencial econômico. Segundo o CEMPRE (2018), os metais são classificados em ferrosos e não ferrosos. Entre os não ferrosos se destacam o alumínio, o cobre e suas ligas (como o latão e o bronze), o chumbo, o níquel e o zinco. Embora seja maior o interesse na reciclagem de metais não ferrosos, devido ao maior valor de sua sucata, é muito grande a procura pela sucata de ferro e de aço, inclusive pelas usinas siderúrgicas e fundições.

O Brasil também vem mantendo a liderança mundial nas atividades de reciclagem do segmento de latas de alumínio para envase de bebidas; em 2014 atingiu o índice de 98,4%, que corresponde a 261 mil toneladas recicladas, seguido pelo Japão com 87,4% e Estados Unidos com 66,5% (ABRELPE, 2015).

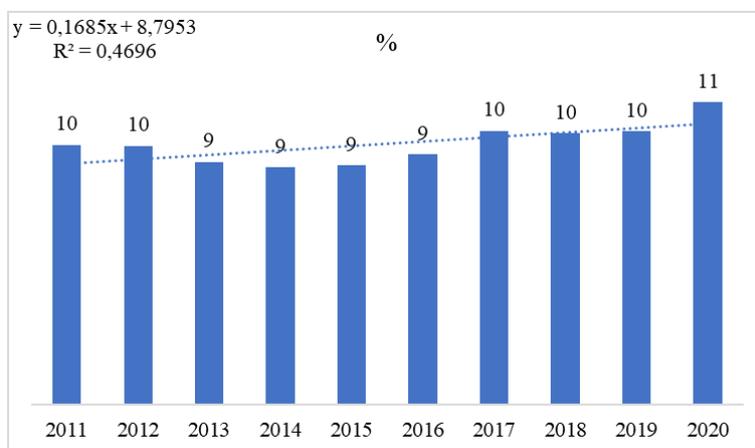
De acordo com a Associação Nacional de Catadores (ANCAT, 2021), o alumínio, mesmo tendo uma representatividade pequena em quantidade, quando o quesito é faturamento, vê sua proporção ganhar mais espaço, confirmando sua valorização de mercado. Nacionalmente, o preço do alumínio e de outros metais são mais elevados que outros materiais. Com apenas 1% da quantidade comercializada, o alumínio representa, em média, 4% do faturamento das organizações. A média nacional do preço do alumínio, no ano de 2020, alcançou praticamente R\$ 4,00, seguido dos outros metais (R\$ 3,04/kg) e do plástico (R\$ 1,04/kg) (ANCAT, 2021).

Para a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), um fator que influencia na superioridade técnica da indústria de reciclagem deste material no país é o tempo de rotação de latas de alumínio, estimando que, em aproximadamente 60 dias, uma latinha de alumínio para bebidas pode ser comprada, utilizada, coletada, reciclada, envasada e voltar às prateleiras para o consumo.

As embalagens de aço, apesar de serem 100% recicláveis, ainda não atingiram os níveis de reciclagem ideais. Segundo Silva (2021), o país recicla menos da metade da sua produção de latas de aço, enquanto Bélgica e Alemanha chegam a índices que ultrapassam os 90%.

O oitavo indicador avaliado foi a incidência de vidros sobre total de material recuperado. Como se observa na Figura 8, houve um aumento do indicador ao longo do período analisado (coeficiente angular positivo), mas de modo não significativo ($R^2 < 0,5$).

Figura 8 – Incidência de vidros sobre total de material recuperado



Fonte: elaborado pelos autores (2022) com dados do SNIS.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO, 2020), o vidro é 100% reciclável, infinitamente, seja fundindo-o com uma parte de matéria-prima virgem, seja fundindo somente com cacos de vidro. O material apresenta excelente desempenho no processo de reciclagem, sem nenhuma perda de volume, porém há a necessidade da retirada de impurezas que possam contaminar o vidro a ser produzido, como gargalos, tampas, pedras, porcelanas, metais e etc. Os cacos de vidros planos não podem ser misturados aos de embalagens, podendo este, ser um fator limitante ao progresso da reciclagem para este tipo de material. Ademais, Neves et al. (2021) informam que o peso do vidro também pode ser citado como empecilho para o avanço das ações de reciclagem, em razão da dificuldade em seu manuseio e custo com o transporte.

Além disso, não se pode descartar a possibilidade de o fator financeiro ter grande influência nestes resultados, haja vista que, segundo a ANCAT (2021), o vidro possui o menor preço dentre todos os materiais abordados, sendo comercializado em média, por R\$ 0,15/Kg no ano de 2020.

A recuperação destes materiais não está limitada à reciclagem; também pode ocorrer a reutilização, que não é incomum quando se trata de vidros. O CEMPRE (2018) informa que o vidro é um material não poroso que resiste a temperaturas de até 150°C (vidro comum) sem perda de suas propriedades físicas e químicas. Esse fato faz com que os produtos possam ser reutilizados várias vezes para a mesma finalidade. Dito isto, a possibilidade de poder lavar e esterilizar embalagens de vidro, com alto grau de segurança, tornou a utilização de embalagens retornáveis de vidro bastante difundida.

De modo geral, podem ser citados como fatores limitantes que certamente fazem com que o percentual de reciclagem não se eleve: o valor de comércio, o custo com o transporte, os riscos com o seu manuseio e o abastecimento dos canais de falsificação de bebidas (ABIVIDRO, 2012)

4 Considerações Finais

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar, historicamente, o comportamento (de aumento ou redução) de alguns indicadores da coleta seletiva praticada no Brasil; tema plenamente alcançado após análise e interpretação dos indicadores escolhidos.

Em linhas gerais, tomando como referência os dados do SNIS do período compreendido entre 2011 e 2020, foi possível concluir que a coleta seletiva no país aumentou (conforme o comportamento positivo de 06 indicadores), mas de forma não significativa ($R^2 < 0,5$), ou seja, sem o ritmo necessário. Provavelmente, muitos fatores contribuíram para esse quadro: a baixa adesão da população, falta de campanhas publicitárias e a falta de recursos financeiros por parte das prefeituras, significando que grandes volumes de recicláveis ainda estão sendo desperdiçados e lançados em lixões e aterros sanitários.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO – ABAL. **Sustentabilidade: Reciclagem**. São Paulo: ABAL, 2019. Disponível em: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/latinhas-campeas>. Acesso em: 26. jun. 2022.
- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO – ABIVIDRO. **Anuário 2012**. São Paulo: ABIVIDRO, 2013.
- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO – ABIVIDRO. **Anuário 2020**. São Paulo: ABIVIDRO, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS – ANCAT (2021). **Anuário da Reciclagem 2021**. São Paulo: ANCAT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO – ABIPLAST. **Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico** – Perfil 2017. São Paulo: ABIPLAST, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO – ABIPLAST. **Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico** – Perfil 2020. São Paulo: ABIPLAST, 2021.
- BENSEN, G. R. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BESEN, G. R.; FREITAS, L. C.; JACOBI, P. R. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.

- BICALHO, M. L.; PEREIRA, J. R. Participação social e a gestão dos resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso de Lavras (MG). **Revista Gestão & Regionalidade**, São Paulo, v. 34, n. 100, p. 183-201, 2018.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017** (versão republicada). Brasília: MIDR, 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção ,Brasília, DF, ano 147, n.147, p.20, 03 ago. 2010.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: SNS/MDR, 2020.
- BRINGHENTI, J.; LIMA, C. R.; GÜNTHER, W. M. R.; ZANDONADE, E.; BRAGA, F. dos S.; FERREIRA, E. Z. Estabelecimento de indicadores nos processos de coleta seletiva. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2003, Joinville. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 1 CD-ROM.
- CAMPOS, A. C. M.; RIVEIRO, A. G. C.; PIRES, M. C.; SOUSA, F. A. Avaliação da influência de atividades de Educação Ambiental na melhoria da coleta seletiva em uma instituição de ensino. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 456-477, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2592>.
- CASTELANI, L. **Análise da cadeia de reciclagem do plástico e suas potencialidades no Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.
- COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Cempre Review**, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://cempre.org.br/cempre-review/> . Acesso em: 14 nov. 2023.
- CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba-PR, v. 10, n. 1, p. 199-212, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001.AO14>
- DIAS, K. T. S. **A Logística reversa no varejo supermercadista como um subprocesso da gestão de retornos de embalagens plásticas e de papelão**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE); INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA); . MINISTÉRIOS DE MINAS E ENERGIA (MME). **A indústria de papel e celulose no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: EPE; Paris: IES; Brasília: MME, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/a-industria-de-papel-e-celulose-no-brasil-e-no-mundo-panorama-geral>. Acesso em: 26. jun. 2022.
- FEITOSA, I. S. C. D. S. Análise do processo produtivo e capacidade operacional de uma organização de coleta seletiva de resíduos sólidos – estudo de caso ASNOV GARANHUS. **Revista Produção Online**. Florianópolis- SC, v. 18, n. 4, p. 1344- 1373, 2018.
- FREITAS, T. G.; KOCOUREK, S.; OLIVEIRA, J. L.; CAMPOS, A. O. Participação social na coleta seletiva solidária: estudo de caso de uma instituição federal de ensino superior no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa - PB, v. 7, n. 16, p. 553-573, 2020. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071607](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071607)
- GUADAGNIN, M. R.; SELAU, C. C.; CADORIN, S. B. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município de Criciúma/SC. **Tecnologia e Ambiente**, Criciúma – SC, v. 24, p.159-180, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18616/ta.v24i0.4372>

- GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental: no consenso um embate?** 5ª ed. São Paulo: Papirus, 2000.
- GURGEL, E. M. **Recuperação de papel e papelão na usina de triagem de lixo de Lençóis Paulista – SP.** Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, São Paulo, 2015.
- GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. Coleta seletiva de lixo: reciclando materiais, reciclando valores. **Instituto Pólis**, [s. l.], n.31, p.1-100, 1998.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório Anual – 2020.** Brasília: FGV / IBRE, 2021. 66p. Disponível em: <https://twosides.org.br/BR/relatorio-anual-iba-2020/>. Acesso em: 26. jun. 2022.
- LEITE, N. D.; PAIVA, B. K. V.; OLIVEIRA, M. Z. F. S.; SANTOS, G. O. Coleta Seletiva no Brasil: um estudo sobre os indicadores do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 30., 2019, Natal –RN. **Anais eletrônicos [...]**. Natal – RN: ABES, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55138>. Acesso em: 26. jun. 2022.
- LOPES, A. F. A.; POMPEU, D. S. S. Benefícios sociais e ambientais da usina de reciclagem e compostagem na cidade de Prata-MG. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia – MG, v. 10, n. 19, p. 74-85, 2014.
- MAGALHÃES, S. Z. **Influência das modalidades de execução da coleta seletiva na composição gravimétrica dos resíduos secos recicláveis.** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES, 2020.
- MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n.2, p.271-282, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177437>
- MIRANDAS, N. M.; MATTOS, U. A. O. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia-MG, v. 30, n. 2, p. 14-20, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018>
- MONTEIRO, A. R. D. **Contribuição da reciclagem química de resíduos plásticos para o desenvolvimento sustentável.** 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- NEVES, G. R. D.; CASELLI, J.; SAGGIN, L. G.; GUIMARÃES, T. S. **Implementação da logística reversa do vidro pós consumo: as dificuldades enfrentadas pelas indústrias de bebidas no Estado de São Paulo.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia de Produção) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.
- NOBRE, F. J. V.; CABRAL, G. V. M.; DIAS, L. G.; PRATES, L. A. S.; ABDO, V. H. H.; COUTINHO, C. M. S.; OLIVEIRA, I. S.; FERREIRA, B. C. S. Coleta seletiva de papel, plástico, metal e vidro em Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 19081-19094, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-176>
- OLIVEIRA, M. C. B. R. D. de. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012
- PARREIRA, G. F.; OLIVEIRA, F. G.; LIMA, F. P. A. O gargalo da reciclagem: determinantes sistêmicos da triagem de materiais recicláveis. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 29., 2009, Salvador – BA. **Anais [...]**. Salvador: ENEGEP, 2009. p.1-14.
- PEIXOTO, K.; CAMPOS, V. B. G.; D’AGOSTO, M. A. A coleta seletiva e a redução dos resíduos sólidos. *In:*

CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: UFRJ; CREA-RJ, 2005.

PICCOLI, A. S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; ASSUMPÇÃO, R. F. A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. **Revista Ciência e Saúde**, [s. l.], v.21, n.3, p.797-808, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.26852015>

ROCHA, D. L. Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas – Bahia. **Revista Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 13, n. 44, p. 140-155, 2012.

SANTI, C. R.; CORREA, C. A. Identificação de oportunidades de negócio na cadeia de valor dos resíduos plásticos de fontes pós-consumo através da reciclagem. **Unisanta BioScience**, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 144-156, 2018.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v.14, n.5, p.307- 312, 2004.

SANTOS, T.; ROVARIS, N. R. S. Cenário brasileiro da gestão dos resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 6.; ENCONTRO LUSO BRASILEIRO DE ESTRATÉGIA,5., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: UNINOVE, 2017.

SILVA, A. C. F. D. **Sustentabilidade**: reciclagem de embalagens e logística reversa. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2021.

VASCONCELOS, Y. Planeta Plástico. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, edição 281, p.1-17, jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico>. Acesso em: 14 nov. 2023.

VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento e integrado. São Paulo: CEMPRE, 2018. 350 p.

XAVIER, L.H.; JUCÁ, J. F. T.; MENEZES, R. S. C. **Gestão de resíduos sólidos no nordeste do Brasil**. Recife: UFPE, 2018. 329p.

Sobre os autores

Sabrina Rodrigues da Silva

Estudante do Curso de Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE/CE).

Gemmelle Oliveira Santos

Dr. em Engenharia Civil (Linha: Saneamento Ambiental) pela UFC. Professor Efetivo do IFCE (Campus Fortaleza) na Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, Bacharelado em Engenharia Civil e do Mestrado em Tecnologia em Gestão Ambiental (PGTGA).

Avaliado em: 29.08.2023

Aceito em: 14.11.2023