

Série dos Seminários de Acompanhamento à Pesquisa

DEI
DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA
INDUSTRIAL

Número 18 | 09 2021

Urban household solid waste recycling in developing countries: lessons from a cross case analysis between Brazil and Germany

Autor:

Bruno Duarte Azevedo



Série dos Seminários de Acompanhamento à Pesquisa

Número 18 | 09 2021

Urban household solid waste recycling in developing countries: lessons from a cross case analysis between Brazil and Germany

Autor:

Bruno Duarte Azevedo

Orientador: Luiz Felipe Scavarda

Coorientador: Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado

CRÉDITOS:

SISTEMA MAXWELL / LAMBDA
<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/>

Organizadores: Fernanda Baião / Soraida Aguiar

Layout da Capa: Aline Magalhães dos Santos

Apresentação pessoal:

- Formado Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UFSC em 2006
- Trabalhos em favelas
- Mestrado em GrSCM no DEI – Professor Scavarda
- 8 anos na Petrobras como Engenheiro de Meio Ambiente
- Retorno em a academia 2018-01 com duas perguntas em mente:

- Porque a reciclagem de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil não funciona?
- Como realizar de forma sustentável a reciclagem de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil incorporando os conceitos de SSCM?

Latinhas Campeãs

As latas de alumínio para bebidas merecem destaque na reciclagem, por terem alto consumo e um ciclo de vida muito mais curto que o apresentado por outros produtos de alumínio. A reciclagem da latinha tem levado o Brasil à liderança mundial na atividade, consecutivamente, desde 2001. Em 2016, o Brasil manteve-se entre os países líderes na reciclagem de latas de alumínio para bebidas, com o índice de 97,7%. Foram 280 mil toneladas de sucata de latas recicladas. Atualmente, em aproximadamente 60 dias, uma latinha de alumínio para bebidas pode ser comprada, utilizada, coletada, reciclada, envasada e voltar às prateleiras para o consumo.

Com os esforços desempenhados pela cadeia de reciclagem – fabricantes de chapas, de latas, envasadores de bebidas, cooperativas e recicladoras – e pelo Governo, por meio da conscientização da população, o programa de reciclagem da lata de alumínio é hoje uma experiência de sucesso com grande influência social, econômica e ambiental. Em 2016, somente a etapa de coleta (compra de latas usadas) injetou cerca de R\$ 947 milhões na economia nacional, gerando emprego e renda para milhares de pessoas. Esse resultado é fruto da conjugação de vários aspectos. O principal deles é o fato do país possuir um mercado de reciclagem já estabelecido em todas as suas regiões. Além disso, a facilidade na coleta, transporte e venda e o alto valor da sucata de alumínio, aliados à grande disponibilidade durante todo o ano, estimularam a reciclagem das latas de alumínio para bebidas, provocando também mudanças no comportamento do consumidor.

Gestão de resíduos sustentável?





Construção da Tese:

Azevedo B.D., Caiado R.G.G., Scavarda L.F. (2020) Systematic Literature Reviews in Sustainable Supply Chain—SSC: A Tertiary Study. In: Leiras A., González-Calderón C., de Brito Junior I., Villa S., Yoshizaki H. (eds) Operations Management for Social Good. POMS 2018. Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23816-2_37

Revisão Sistemática da
Literatura em SSCM
(Artigo 1)

Bruno Duarte Azevedo, Luiz Felipe Scavarda, Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado, Maryegli Fuss, 2021. Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience, Waste Management, Volume 120, 2021, Pages 772-783. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001>.

Problema: Como
realizar de forma
sustentável a
reciclagem de
resíduos sólidos
urbanos domésticos
no Brasil
incorporando os
conceitos de SSCM?

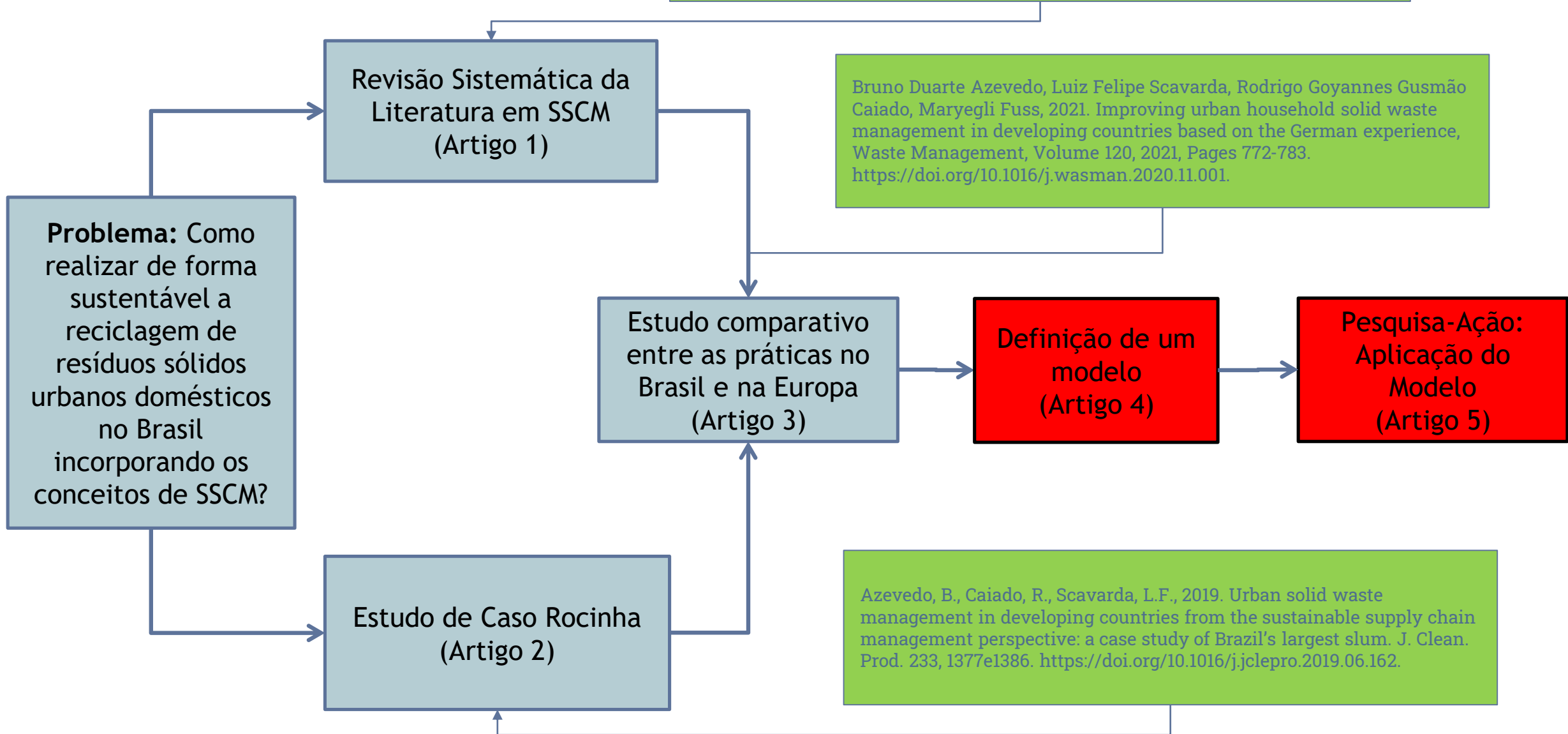
Estudo comparativo
entre as práticas no
Brasil e na Europa
(Artigo 3)

Definição de um
modelo
(Artigo 4)

Pesquisa-Ação:
Aplicação do
Modelo
(Artigo 5)

Estudo de Caso Rocinha
(Artigo 2)

Azevedo, B., Caiado, R., Scavarda, L.F., 2019. Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: a case study of Brazil's largest slum. J. Clean. Prod. 233, 1377e1386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.162>.



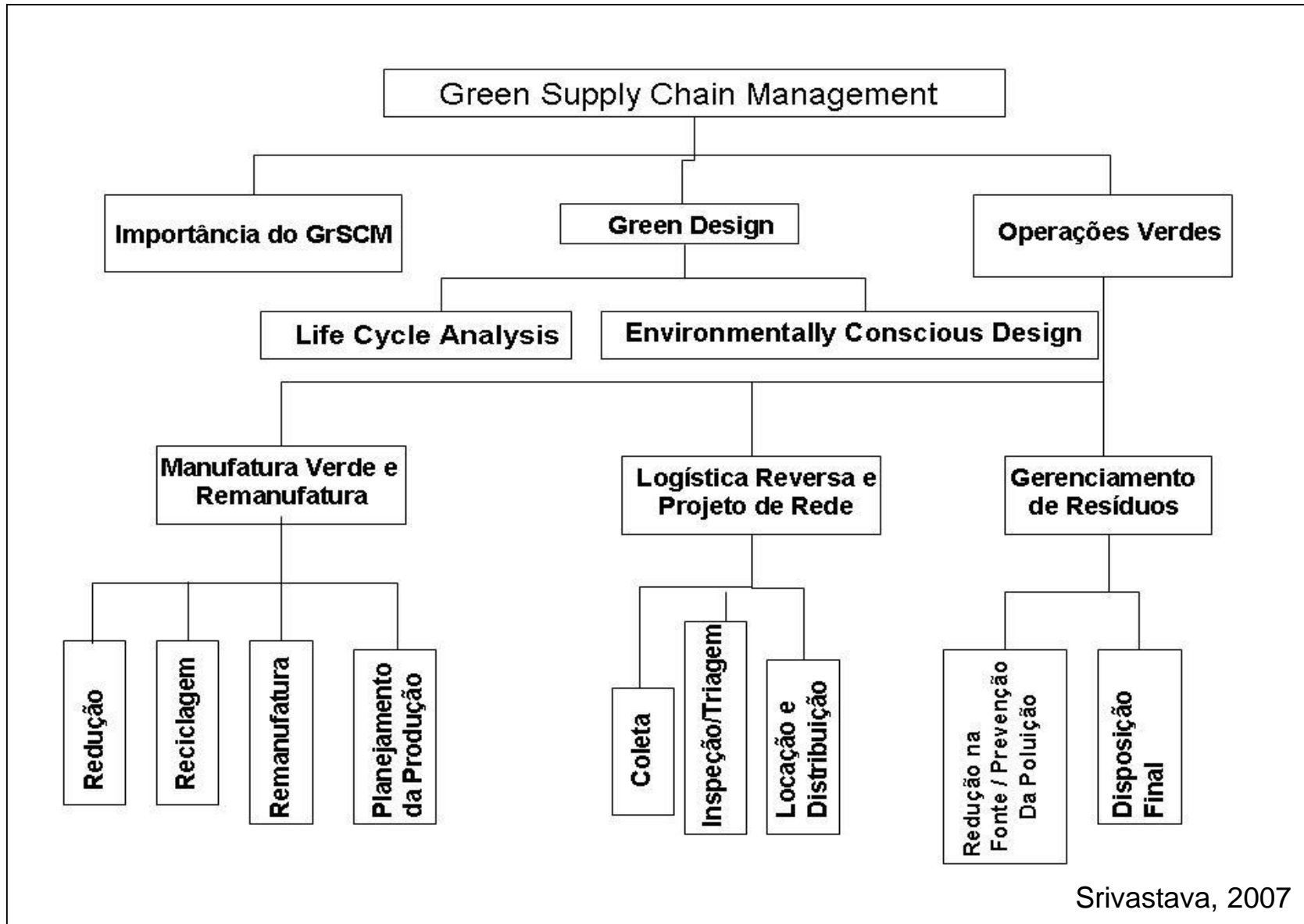
Contextualização do tema:

Green Supply Chain Management - GrSCM

GrSCM é a ação de integrar conceitos ambientais ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, partindo desde a fase do design até o gerenciamento do produto ao fim de sua vida útil.

Srivastava, 2007





Contextualização do tema:

SSCM combina sustentabilidade e SCM (Scavarda et al., 2019), **abordando o GrSCM como parte de seu campo**. Assim, o modelo de gestão organizacional está sendo transformado, fazendo com que as organizações busquem alcançar objetivos econômicos não apenas de maneira ambiental, mas também socialmente responsável (Buil et al., 2016).



Gestão de Resíduos Sólidos - GRS

- O GRS urbanos tornou-se nos últimos anos um dos problemas centrais em termos de planejamento urbano, gestão pública e gestão industrial em praticamente todas as grandes cidades do mundo (Puig et al., 2013; Zaman, 2014; Coelho et al., 2016).
- Gera-se lixo a uma taxa que supera a capacidade do ambiente natural de assimilá-lo e as autoridades municipais de gerenciá-lo (Tan et al., 2015).
- A poluição causada por plástico está se tornando não apenas um problema local, mas também global (Barnes et al., 2009).

- Aumento da população;
- Aumento do consumo;
- Aumento do uso de embalagens descartáveis;
- Esgotamento dos aterros sanitários;
- Diminuição das reservas de matérias-primas;
- Disposição indevida;
- Alto custo da sua gestão;
- Falta de conhecimento.

GRS no Brasil - Reciclagem

- O Diagnóstico GRS Urbano (Brasil, 2019) revelou que em 2017 apenas 5,4% dos resíduos potencialmente recicláveis na coleta pública de lixo foram, de fato, reciclados. A estimativa da taxa média de reciclagem brasileira em 2017 foi de 3,7% (ISLU, 2018). Este fato levou o estudo a seguinte pergunta de pesquisa:

- RQ1: How to improve Brazilian indicators related to household waste recycling?



GRS na Alemanha



- Referência mundial em relação à legislação focada em esquemas de responsabilidade, reciclagem, tratamento e disposição de resíduos (Da Cruz et al., 2014; Da Cruz et al., 2017), sendo o primeiro país a na Europa a lidar com as questões atuais de embalagens, responsabilizando a indústria no processo (Livingstone and Sparks, 1994).
- Todos os fabricantes e distribuidores de embalagens têm que financiar integralmente e cumprir com um sistema que garanta suas operações de reciclagem e recuperação (Ferreira, 2017).
- A indústria tem que pagar uma taxa que é aplicada a cada produto e varia de acordo com o peso e o tipo de material utilizado na embalagem. Se a embalagem for mais fácil de ser reciclada, a taxa é menor (Green design);
- O país melhorou as taxas de recuperação e reciclagem de todos os materiais, e reduziu a ligação entre o volume de resíduos gerados e a produção econômica.

GRS na Alemanha



- Desde o início da aplicação da lei, a Alemanha melhorou seus resultados, alcançando em 2017 uma taxa de reciclagem de 67%t do lixo doméstico típico (BMU, 2018).
- Foi nomeada em 2017 como o país campeão mundial de reciclagem (WEF, 2017).
- O sucesso das estratégias alemãs levou outros países da UE a implementar a política de Extended Producer Responsibility (EPR) para resíduos de embalagens (Rubio et al., 2019).

RQ2 - What can be learned from the German case that can be adapted and introduced to the Brazilian reality?



Métodos

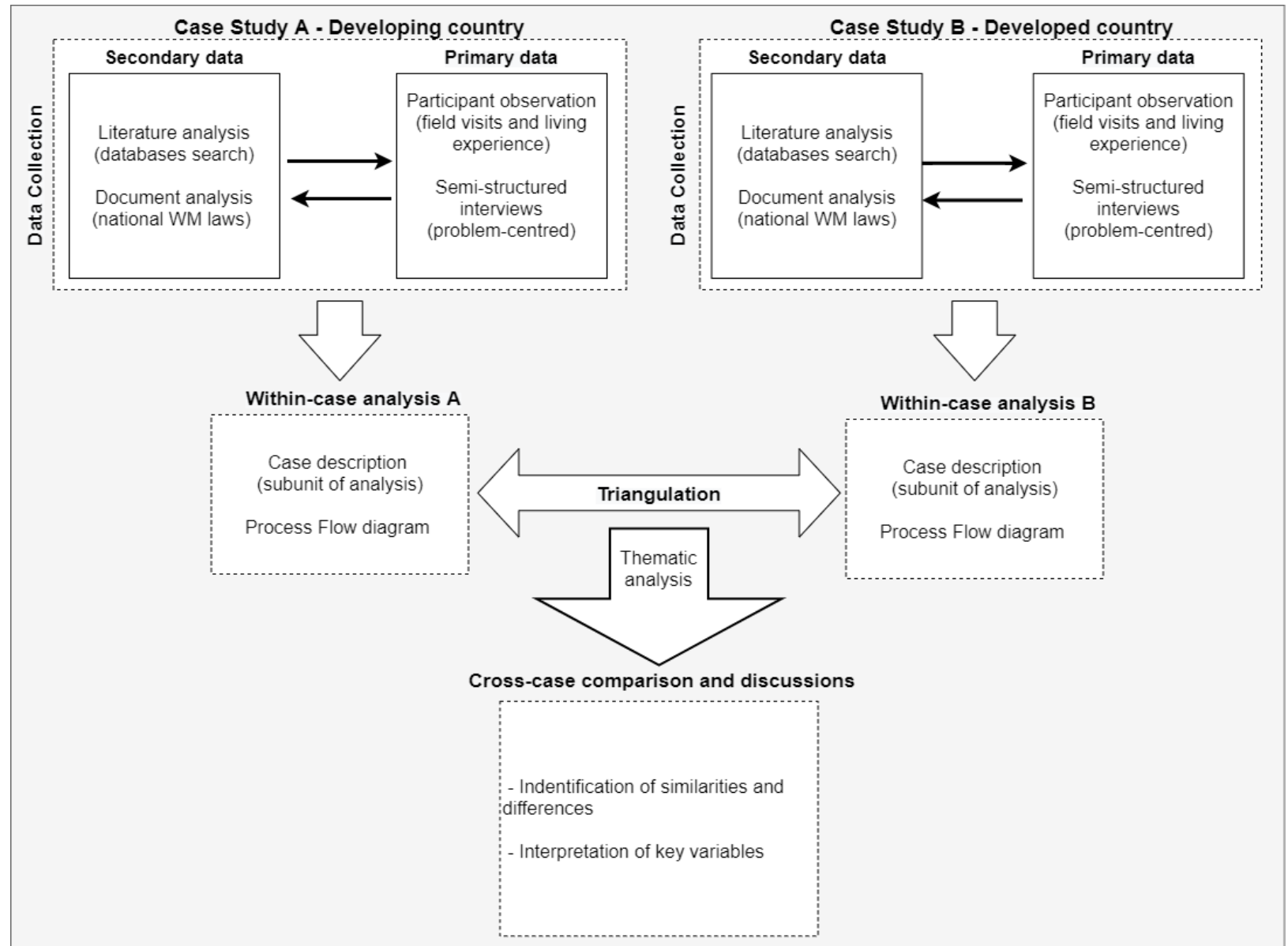


- Para responder às perguntas da pesquisa, foi feita uma análise comparativa entre uma cidade alemã (Münster), e uma cidade brasileira (Macaé), usando o “Integrated Sustainable Waste Management (ISWM)” apresentado em Wilson et al. (2012);
- Para responder à RQ1, os autores compararam drivers como saúde pública; meio ambiente; e hierarquia de resíduos, todos apoiados pelo 'software' ISWM, estratégia de governança (Wilson et al., 2012).
- Para responder ao RQ2, os autores discutiram a viabilidade do modelo alemão no contexto brasileiro.

- Foi estimada a melhoria potencial do sistema de reciclagem brasileiro se a taxa aplicada à indústria alemã

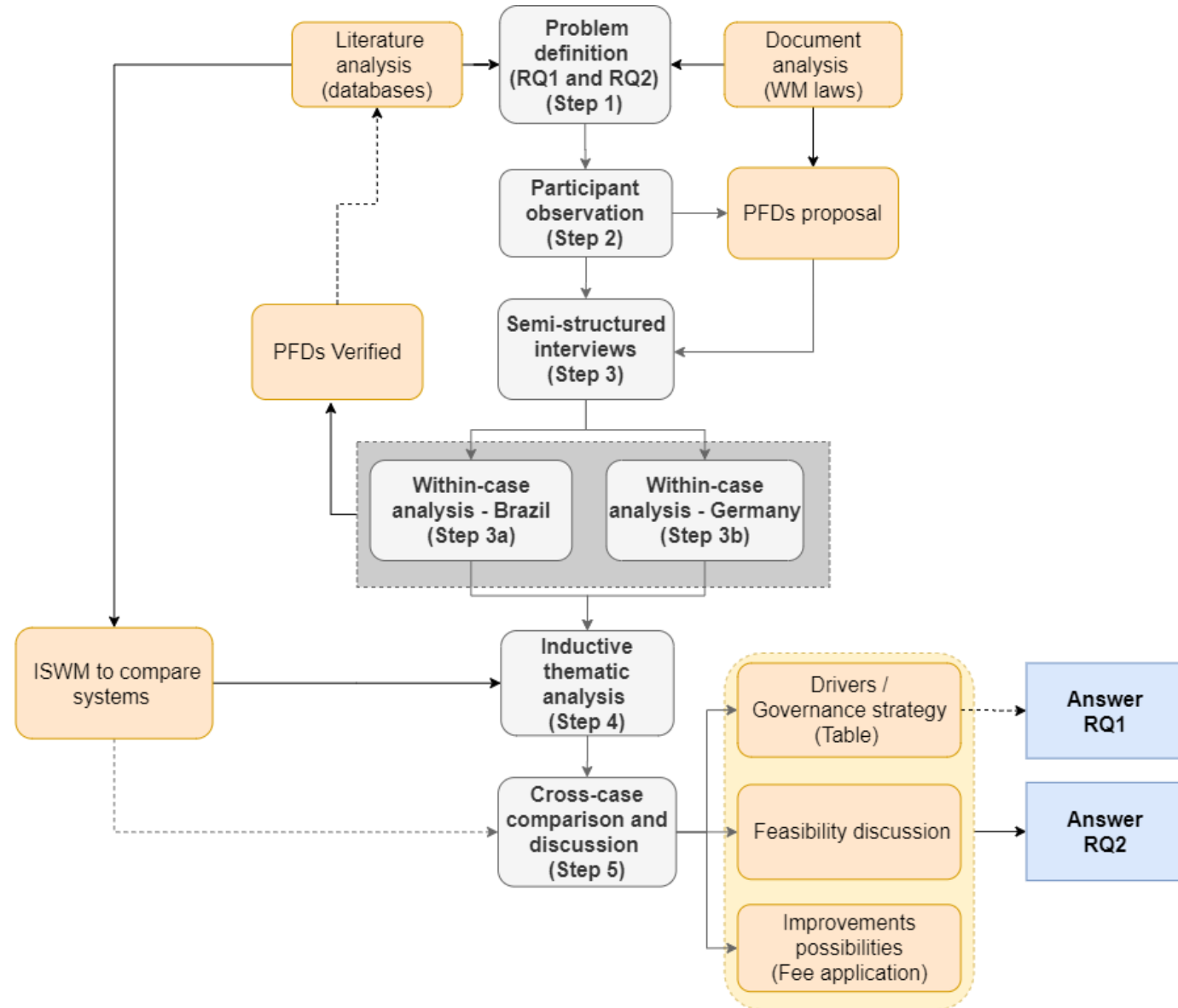
Métodos

Research Design:



Métodos

Research Steps:



Métodos

- Observação direta



Métodos

- Observação direta

Bio-waste

Collection every week
refer to the disposal calendar



These come in the brown bin:

- Flowers
- Bread and cake
- Egg shells and bones
- Fat and meat (cooked)
- Cheese and cold meat
- compostable waste
- e.g. fruit bags, paper handkerchiefs and napkins

These do not belong there:

- Food
- Vegetables and salad
- Food left-overs
- Ice bags and coffee filters
- Potted plants
- Woolly socks
- Cat litter
- Plastic bags
- Wires

Residual Waste

Collection every 14 days
refer to the disposal calendar



These are for the grey bin:

- Asks and sweepings
- Sanitary towels and tampons
- Baking paper
- Felt tip pens and ball point pens
- Breakable fish and meat (fins)
- Cycloam and rubber
- Electric bulbs
- Cat litter and bird seed
- Cosmetic and personal
- Candles
- Anti-freeze labels
- condoms
- Cleaning liquid
- weather sealings
- Plaster and dressing materials
- Cleaning cloths
- Vacuum cleaner bag

These do not belong there:

- Stockings
- Woolpaper
- Nappies
- Cotton wool
- Toothbrushes
- Cigarette ends and ash
- Refrigerator
- Appliances
- Electric waste

Recovered Paper and Cardboard

Collection every 14 days
refer to the disposal calendar



These come in the blue bin:

- Cardboard flaps
- Paper and envelopes
- Books and booklets
- Computer paper
- Egg boxes and folding boxes

These do not belong there:

- Wrapping papers
- Catalogues and brochures
- Boxes
- Packing paper and corrugated cardboard
- Magazines and newspapers
- Photocopies
- Disks and CDs
- Woolpaper

Recovered Glass

Disposal times:
Mon - Sat 7.00 a.m. - 8.00 p.m.
Locations: telephone 02 52 54 52 53



These are for the recovered glass containers:

- Sorted into white and coloured glass
- empty glass bottles (with/without caps)
- empty glass receptacles (e.g. large
- picked cucumber jar)

These do not belong there:

- Perfume glass
- Refrigerator
- Glass bricks
- Large glasses - if recycling centre
- Full bottles

Yellow Sack

Collection every 14 days
refer to the disposal calendar
Full size bottles about the yellow sack
0800-4033347



These come in the yellow sack:

- Aluminium foil
- Wrapping foil
- Drinks packaging
- Vegetable pots
- Cans
- Margarine tubs
- Fruit and vegetable nets

These do not belong there:

- Screw on caps and crown caps
- Shampoo bottles
- Washing up liquid bottles
- Polystyrene
- Metal plastic and composite packaging
- Toothpaste tubes
- Glass
- Paper
- Food and pans
- Nappies

Bulky Waste

Collection (1 x per month)
(only for private households)

My bulky waste collection
appointment under telephone
02 52 54 52 53



These can be placed at the roadside:

- Refrigerators and freezers
- Beds, mattresses and curtain beams
- Washing machines and fridges
- Three piece suite
- Pets cages
- Panels and panels from
- Sarcophagi (empty)
- Ladders
- Ceiling tiles and shingles
- Armchairs, couches, tables and chairs
- Parts of sporting equipments
- Carpets/floor coverings
- Washed or hand-dyed
- Clothes hangers

These will not be taken away:

- Garden and Pathways
- Power lawns, garden appliances
- Garden waste (in municipal sacks)
- Garden furniture
- Stairs - if they are standing
- Other built-in items
- Bicycles (with "bulky waste" label)
- Bikes and roller blades (skates)
- Car parts
- Car tires
- Refrigerator appliances
- Washing machines
- Washing machines

The pickup of large electrical appliances
must be registered by post. After we
then pick them up after an appointment
has been made. Small electrical appliances
should be taken to the recycling point.



Resultados e Discussões

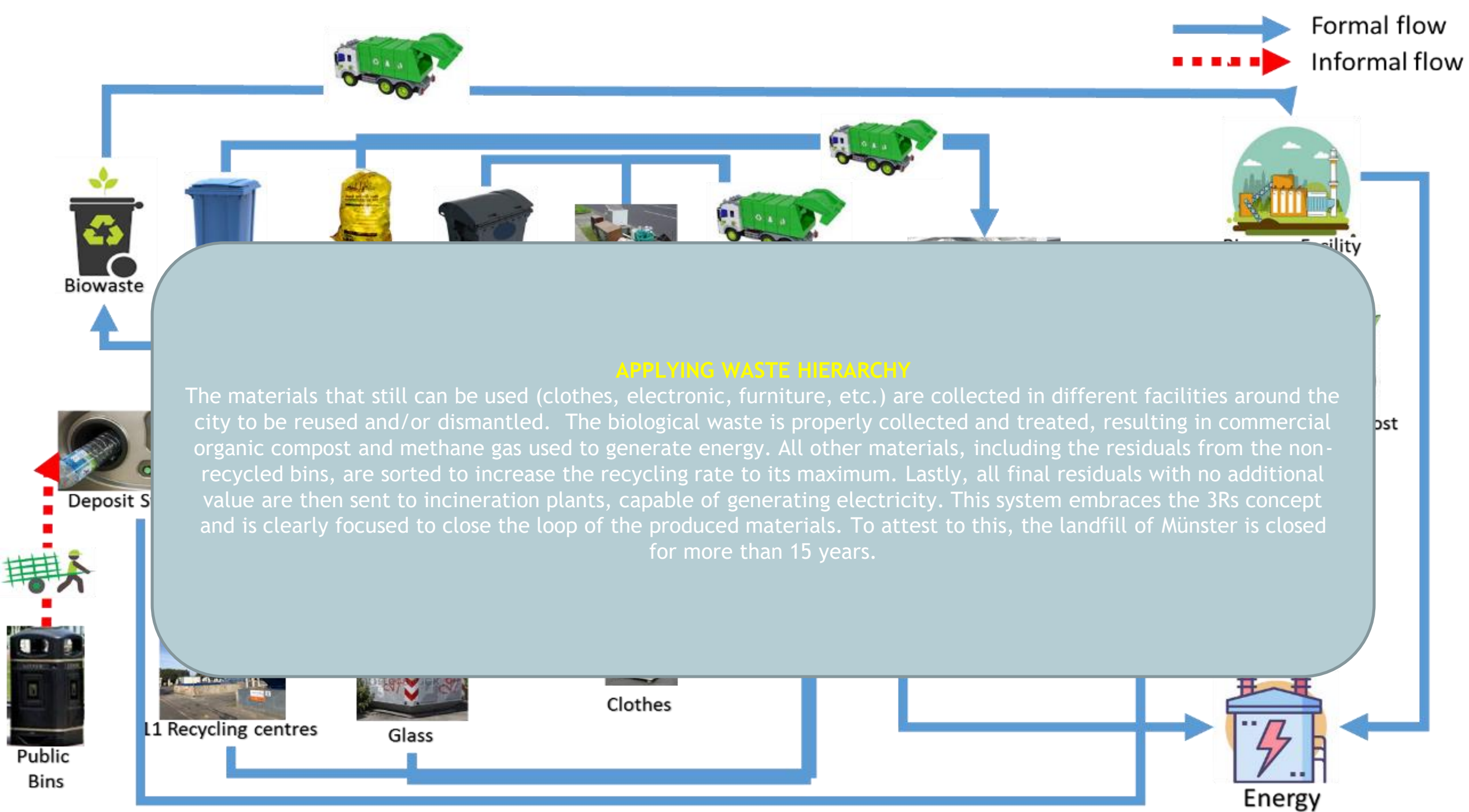
Resultados - Münster

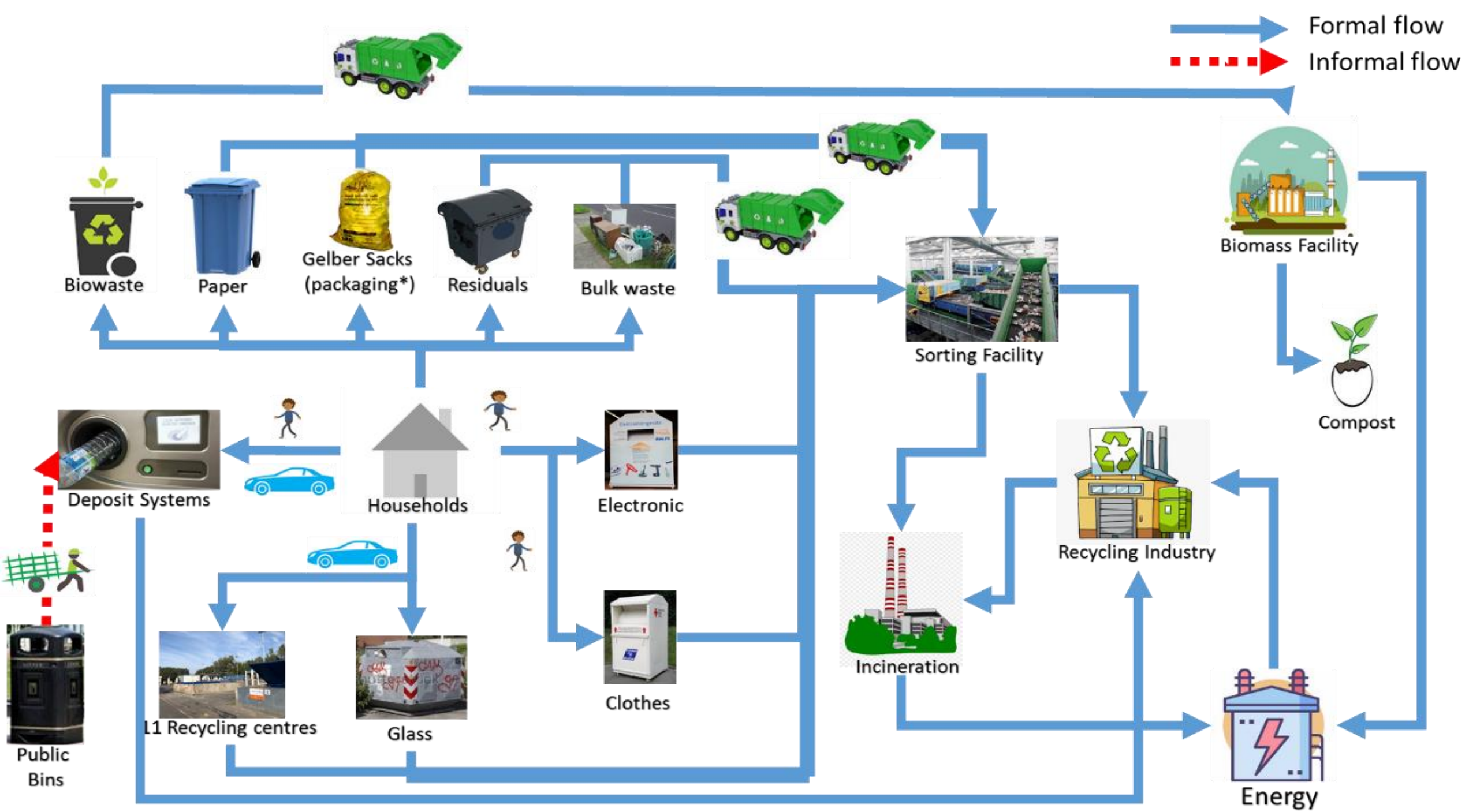


Deposit fee system (pfand)

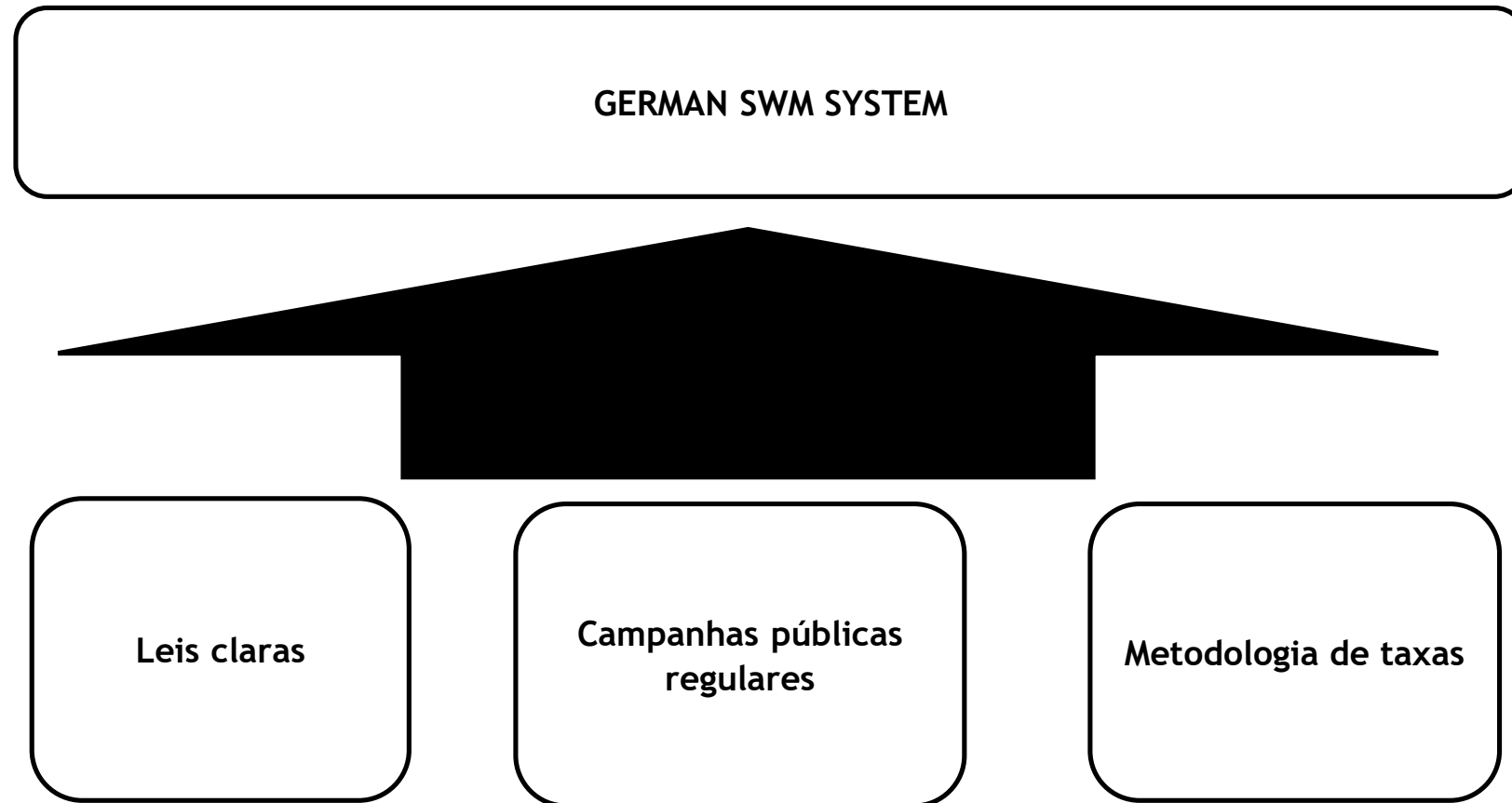
- Focus on bottles and cans.
- There are two types of containers with the deposit fee:
 - the single-use containers (Einweg), which have a deposit fee of 25 cents, are destroyed and recycled.
 - The multiple-use containers (Mehrweg) (e.g., beer bottles) have a deposit fee that varies from 8 to 15 cents, are cleaned up and reused.
- There is an ongoing trend, which is moving multiple-use bottles (more environmentally friendly) toward single-use bottles.
- As an incentive for businesses, the material belongs to the company that collects the bottles. Therefore, the Schwarz Group, the company that owns two big supermarket chains, has become the fifth-largest waste disposal company in Germany (EUWID, 2018).







Resultados - Münster



Resultados - Macaé



Results and Discussion - Macaé



- Difficulty to obtain trustful data.
 - The company responsible for the collection, Limpatech, is somehow mysterious and does not have even a website to facilitate communication with the local community.
- The city did not report the numbers related to SWM in the National Sanitation Information System – SNIS.

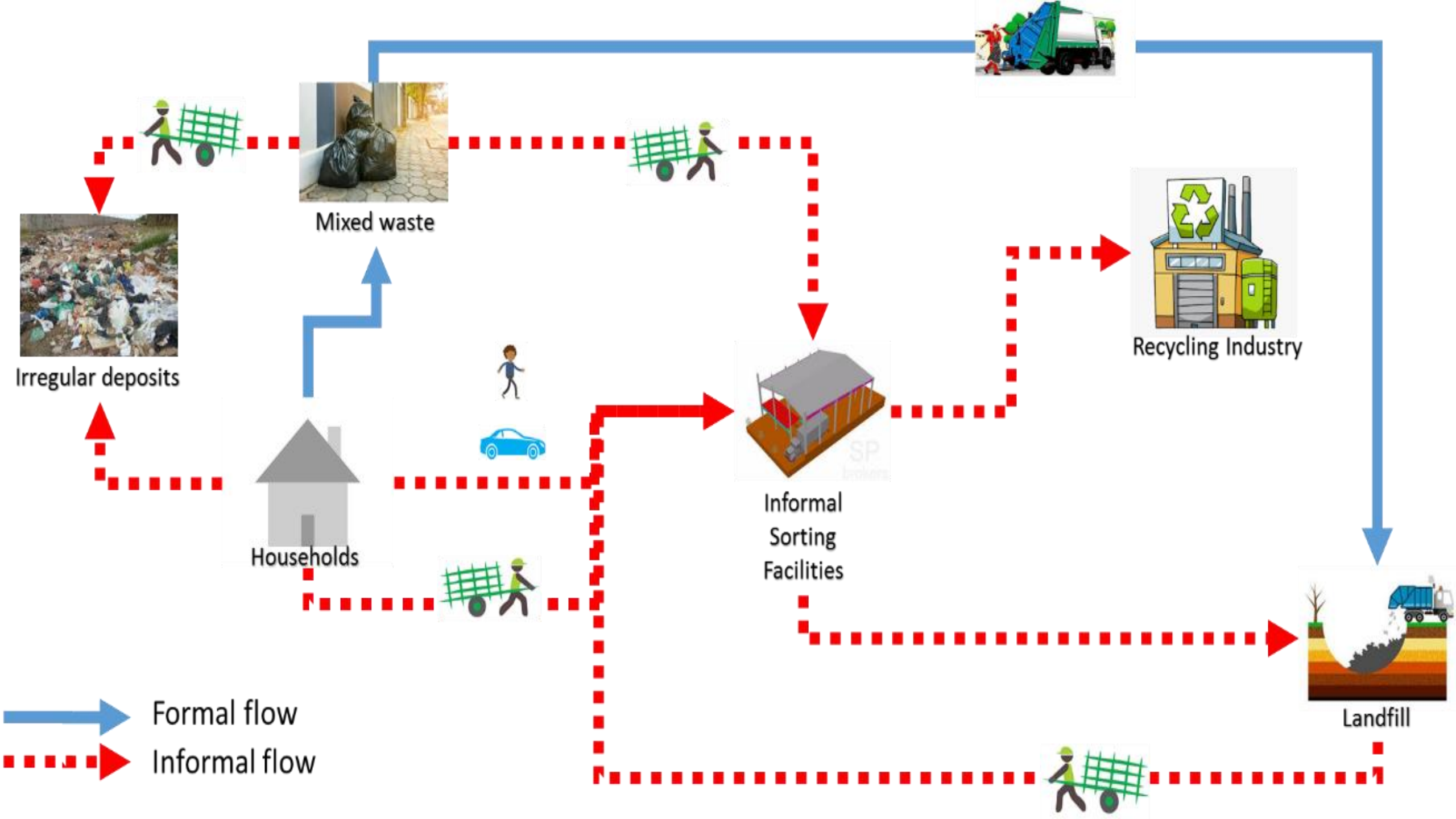
Use of interviews

- According to the operational manager of Limpatech, in 2019 they collected between 250 to 300 tons of domestic waste per day, which gives a range between 0.98 and 1.17 kg/person/day.
- The collection process of household waste covers 100% of the city and consists mainly in a door to door collection, with no distinction according to the type of the materials.
- There is no obligation to use containers, so the majority of the waste is disposed in plastic bags on the pathways.
 - In the past they tried to adopt some containers in specific areas, however, they were all stolen and/or damaged by the population.

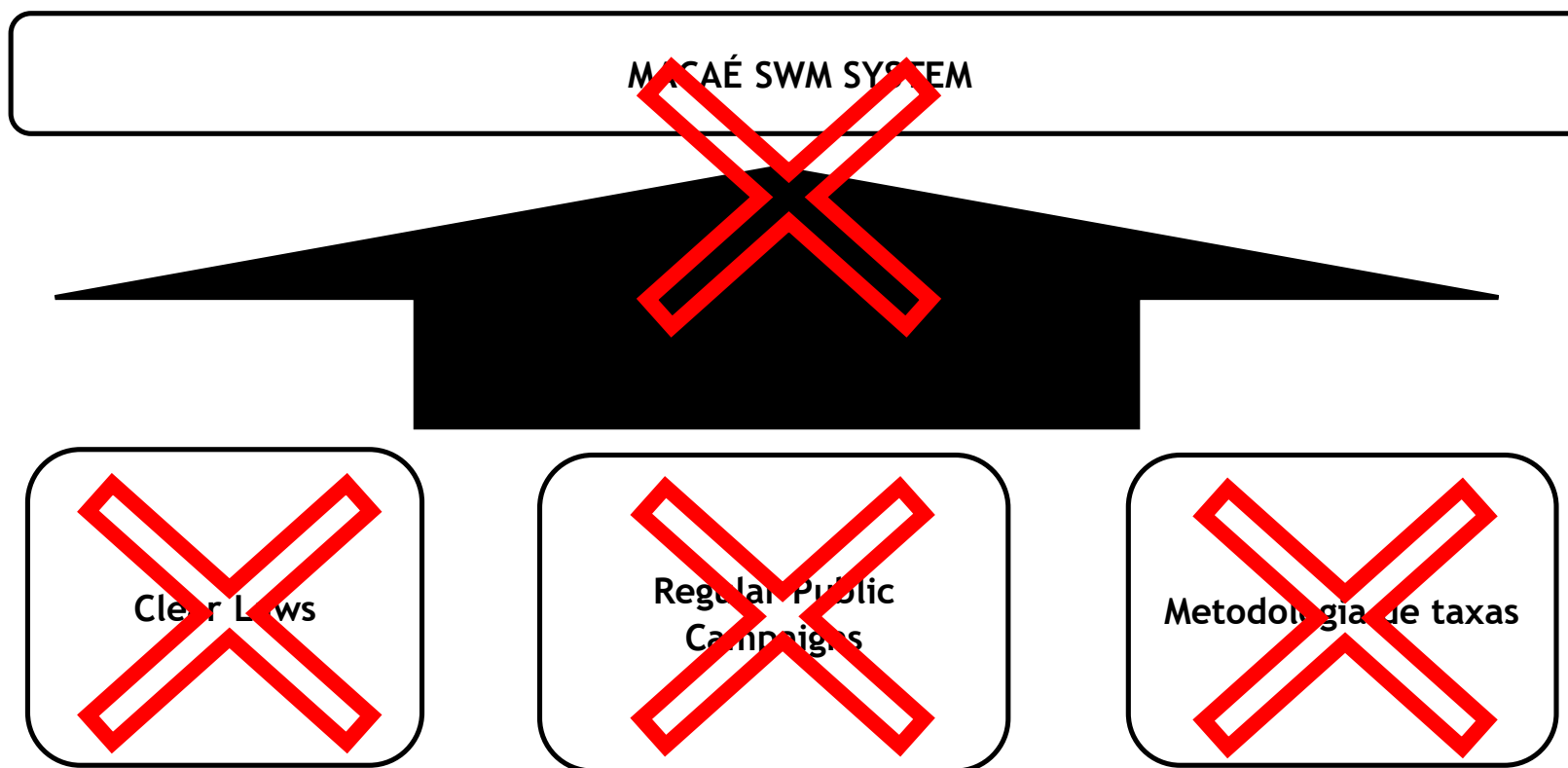
Results - Macaé



- There are some central bins in the slums. In many places, however, it is possible to find land with irregular disposal of waste.
 - Epidemiological data about the rate of leptospirosis, dengue and other diseases associated with bad waste management (DataSUS, 2019; RJ, 2019), are a clear indication that the public health is suffering the consequences of inefficient collection.
- A fee charged together with the land tax finances part of the system.
- The industry has no responsibility for household packaging waste, so it does not pay any specific fee to help to maintain the system.
- There is no campaign to better educate the population; no strategy to improve the reuse of residuals, and the general infrastructure is not build to increase the recycling rates.
 - **Secretary of /infrastructure** - the lack of resources is the main reason for the failure of recycling programs, including the creation and maintenance of recycling cooperatives.
 - **Manager of Limpatech** - the lack of education and commitment of the population is the main reason for this reality.



Resultados - Macaé



Resultados ISWM:

Comparison of Wasteaware parameters for Münster and Macaé				
Nº	Category	Indicator	Münster	Macaé
B1	Country income level	World Bank income category	High	Upper-middle
		GNI per capita	\$45,850.00	\$10,190.00
B2	Population	Total population of the city	310,000	256,000
B3	Waste generation	Total household SW generation (tonnes/year)	130,557	91250
W1	Waste per capita	MSW / capita (kg/ year)	421	356
		MSW / capita (kg/ day)	1,15	0,98
W2	Waste composition	Summary composition of MSW for 3 key fractions – all as % wt. of total waste generated		
W2.1	Organics	Organics (food and green wastes)	24%	54%
W2.2	Paper	Paper	17%	19%
W2.3	Plastics	Plastics*	7%	N/A
W2.4	Metals	Metals	1%	N/A
Physical Components		Benchmark Indicator	Code	Code
1	Public health - Waste Collection	Waste collection coverage	100%	100%
1.C		Quality of waste collection service	100% (H)	50% (L/M)
2	Environmental control – waste treatment and disposal	Controlled treatment and disposal	100% (H)	95% (H)
2E		Quality of environ. protection of waste treatment and disposal	100% (H)	90% (M/H)
3	Resource Value – 3Rs:	Recycling rate	62% (M/H)	5% (L)
3R	Reduce, Reuse, Recycle	Quality of 3Rs – Reduce, reuse, recycle - provision	96% (H)	4% (L)
Governance Factors		Benchmark Indicator	Code	Code
4U	Inclusivity	User inclusivity	95% (H)	45% (L/M)
4P		Provider inclusivity	100% (H)	30% (L)
6N	Sound institutions, proactive policies	Adequacy of national solid waste management framework	95% (H)	40% (L/M)
6L		Local institutional coherence	100% (H)	54% (L/M)

Resultados ISWM:

Matrix quantification method (adapted from Wilson, 2015).

<i>Physical Components</i>		<i>Benchmark Indicator</i>	Münster	Macaé
1	Public health - Waste Collection	Waste collection coverage	5	5
1. C		Quality of waste collection service	5	2
2	Environmental control waste treatment and disposal	Controlled treatment and disposal	5	5
2E		Quality of environmental protection of waste treatment and disposal	5	4
3	Resource Value - 3Rs: Reduce, Reuse, Recycle	Recycling rate	4	1
3R		Quality of 3Rs - Reduce, reuse, recycle - provision	5	1
Total Score (Quantitative Indicators)			29	18
Maximum Score			30	30
Weightage (%)			97%	60%
Governance Factors		Benchmark Indicator	Münster	Macaé
4U	Inclusivity	User inclusivity	5	2
4P		Provider inclusivity	5	1
6 N	Sound institutions, proactive policies	Adequacy of national solid waste management framework	5	2
6L		Local institutional coherence	5	2
Total Score (Quantitative Indicators)			20	7
Maximum Score			20	20
Weightage (%)			100%	35%
Total Score (Overall)			49	25
Total Maximum Score			50	50
Weightage (%)			98%	50%

Discussões

- Em Macaé, a informalidade é uma questão crítica e atesta a falta de governança.
 - O setor de reciclagem informal, e seus trabalhadores em situação de miséria, estão subsidiando o resto da cidade.
- A falta de pagamento por parte da população é um agravante (Lohri et al., 2014), assim como a cobrança proporcional ao IPTU e não à quantidade de resíduos gerada.
- Ausência da indústria na solução.
 - As práticas atuais de design e rotulagem de embalagens não facilitam a separação e a disposição final.
 - É razoável pensar que a indústria se beneficia economicamente da natureza informal deste tipo de cadeias de reciclagem, que se baseia na pobreza e nas condições precárias de trabalho dos catadores de recicláveis.
- Para alcançar uma cadeia de suprimento sustentável, as empresas devem trazer para suas discussões estratégicas termos como design de produtos verdes, compras verdes, embalagens verdes, logística reversa, dimensões sociais e consciência pública (Dubey et al., 2017).
- O governo brasileiro deve garantir a responsabilidade da indústria pelo ciclo de vida de seus produtos para aumentar a taxa de materiais recicláveis recuperados (Cetrulo et al., 2018).

Discussões



Comportamento pessoal dos cidadãos:

- O sólido sistema WM alemão exige comprometimento e confiança dos moradores para funcionar bem.
- A noção de trabalho, disciplina e esforço pessoal em prol da comunidade aparece como um grande diferencial entre os dois países.
- Os alemães parecem ter uma compreensão mais clara da necessidade de cumprir com tarefas individuais diárias para se construir uma sociedade melhor.
- Por outro lado, o governo apresenta os resultados esperados pela população, o que cria um ciclo virtuoso positivo. Esta reflexão está alinhada com o que Maroušek et al. (2014) chamam de "responsabilidade ética pela terra".

Discussões

Comportamento pessoal dos cidadãos:

A desigualdade econômica divide a população brasileira em dois lados extremos:

Uma classe carente enfrentando
rotinas muito difíceis



Uma classe privilegiada que cresceu
com a classe mais carente fazendo
muito do trabalho pesado por eles

Como afirma Maroušek, (2013), a solução requer uma profunda transformação na sociedade e deve começar com campanhas educativas intensivas para difundir o comportamento ético na tomada de decisões entre a população.

Na palavra do chefe do INFA: "campanhas regulares para uma melhor educação é essencial".

O impacto potencial do “Green Dot” no Brasil

Commercialized materials COOPCENT (adapted from Gutberlet 2015) *CEMPRE 2020.

Material	Tons/year	Price/ton*	Income	Fee paid per ton/month (US)*	Received Fee/year
Glass	0	–	\$0.00	9.00	n.a.
Plastic	29.20	\$547.00	\$15,979.00	113.67	40,609.20
Paper/ cardboard	1335.90	\$147.00	\$195,927.00	22.68	370,301.80
Beverage cartons	74.30	\$67.00	\$4,953.00	68.85	62522.60
TOTAL	1,439.40		\$216,859.00	Additional Income	\$473,434.00
			Total income (sold material + fees)		US\$ 690,293.00

- A maioria dos recicladores na COOPCENT ganha menos que um salário mínimo: a *"baixa renda dos recicladores representa um grande obstáculo à subsistência e basicamente mantém esta população na pobreza"* (Gutberlet, 2015, p. 27).
- Adotando o Green Dot, o valor adicional recebido por ano seria de U\$ 473.434,00, atingindo uma renda total de U\$ 690.293,00, o que representa um aumento de 318% na renda da cooperativa.
- Cada reciclador receberia entre U\$ 381,00 e U\$ 767,00 por mês, o que é significativamente mais do que o salário mínimo atual.
- Este ganho adicional também permitiria melhorias nas máquinas e equipamentos utilizados pelos recicladores, facilitando o processo de formalização das estruturas de reciclagem brasileiras.

*updated prices to the market values of 2020 (CEMPRE, 2020)

Conclusão

A análise comparativa oferece soluções potenciais sobre como melhorar os indicadores brasileiros relacionados à reciclagem de resíduos domésticos, com base na experiência alemã.



A análise dos resultados sobre o impacto potencial da taxa alemã no licenciamento de embalagens no Brasil, indica que a formalização e a melhoria das cadeias de reciclagem brasileiras dependem de investimentos financeiros adicionais



Considerando que o setor público já tem dificuldade de pagar por seus sistemas SWM, fica claro que a indústria, e consequentemente os consumidores, também têm que apoiar financeiramente a melhoria da cadeia de reciclagem.

Conclusão

- Como trabalho futuro, os autores sugerem uma análise mais profunda de como adaptar a taxa alemã à indústria brasileira, para aumentar os recursos financeiros alocados aos agentes de reciclagem brasileiros.
- Este estudo é limitado do ponto de vista da realidade brasileira e casos adicionais devem ser conduzidos para aumentar a generalização das conclusões aqui apresentadas.



Referências:

- Ahi, P.; Searcy, C. 2013. A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *J. Clean. Prod.* 52, 329e341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>.
- Abfallbilanz 2019. Abfallbilanz 2018 AWM. Stadt Münster. https://awm.stadt-muenster.de/fileadmin//user_upload/awm/pdf/Abfallbilanzen/abfallbilanz_2018.pdf. Accessed 16/04/2020
- ABRELPE, 2019. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/> Accessed 10/03/2020
- Ayeleru, O.O.; Dlova, S.; Akinribide, O.J.; Ntuli, F.; Kupolati, W.K.; Marina, P.F.; Blencowe, A.; Olubambi, P.A. 2020. Challenges of plastic waste generation and management in sub-Saharan Africa: A review. *Waste Manag.* 110 (1), 24-42. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.017>
- AWM - 2019 - Abfallwirtschaftsbetriebe Münster. <https://awm.stadt-muenster.de/index.html>. Accessed 10/03/2020
- Azevedo, B.; Caiado, R.; Scavarda, L.F. 2019. Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: A case study of Brazil's largest slum. *J. Clean. Prod.* 233, 1377e1386
- Bazeley, P. 2013. Qualitative data analysis: practical strategies. London Sage.
- BMU, 2018. Waste Management in German - Facts, data, diagrams Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Germany.
- Brandon, J.A.; Freibott, A.; Sala, L.M. 2019. Patterns of suspended and salp-ingested microplastic debris in the North Pacific investigated with epifluorescence microscopy. *Association for the Science of Limnology and Oceanography*. <https://doi.org/10.1002/lol2.10127>
- Brasil, 2010. Law nº 12.305, of August 2, 2010. Institutes the National Policy on Solid Waste; amended Law No. 9,605 of February 12, 1998; and makes other arrangements. Brasília: Official Gazette of the Union.
- Brasil, 2019. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017. Brasília: MDR.SNS, 2019.
- Braun, V.; Clarke, V.; Braun, V.; Clarke, V. 2017. Applied Qualitative Research in Psychology. *Appl. Qual. Res. Psychol.* 0887. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-35913-1>
- Bredenhoff, E.; Lent, W.A; van, Harten, W. van. 1978. Exploring types of focused factories in hospital care: a multiple case study. *BMC Health Serv. Res.* 10.
- Cameron, R. 2009. A sequential mixed model research design: Design, analytical and display issues. *Int. J. Mult. Res. Approaches* 3, 140–152. <https://doi.org/10.5172/mra.3.2.140>
- Campos, H.K.T. 2014. Recycling in Brazil: challenges and prospects. *Resour. Conserv. Recycl.* 85, 130e138. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.017>.
- CEMPRE, 2020. Compromisso empresarial para a reciclagem. Mercado – Preço do material reciclável. <http://cempre.org.br/servico/mercado>. Accessed 05/03/2020
- Cetrulo, T.B.; Marques, R.C.; Cetrulo, N.M.; Pinto, F.S.; Moreira, R.M.; Abal-Cortes, A.D.M.; Malheiros, T.F. 2018. Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. *J. Clean. Prod.* 205, 179e187.
- Chammas, G.; Kayed, S.; Al Shami, A.; Kays, W.; Citton, M.; Kalot, M.; Al Marj, E.; Fakhr, M.; Yehya, N.; Talhouk, S.; Al-Hindi, M.; Zein-El-Dine, S.; Tamim, H.; Lakkis, I.; Najm, M.; Saliba, N. 2020 Transdisciplinary interventions for environmental sustainability. *Waste Manag.* 107 (15), 159-171

References:

- Conke, L. 2018. Barriers to waste recycling development: Evidence from Brazil. *Res., Cons. & Rec.* 134 (2018) 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.007>
- Creswell, J.W.; Miller, D.L. 2000. Determining Validity in Qualitative Inquiry. *Theory Pract.* 39, 124–130. https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2
- Da Cruz, N.F.; Ferreira, S.; Cabral, M.; Simões, P.; Marques, R.C. 2014. Packaging waste recycling in Europe: is the industry paying for it? *Waste Manag.* 34 (2), 298-308. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.035>.
- Da Cruz, S. F.; Cabral, M.; N.F., P. Simões; Marques, R.C. 2017. The costs and benefits of packaging waste management systems in Europe: the perspective of local authorities, *J. of Envir. Plan. Manag.*, 60:5, 773-791, DOI:10.1080/09640568.2016.1181609
- DATASUS. 2019. Leptospirose – Casos confirmados notificados no sistema de informação de agravos de notificação – Rio de Janeiro. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/leptoRJ.def> Accessed 12/11/2019
- Dubey, R.; Gunasekaran, A.; Childe, S.J.; Papadopoulos, T.; Wamba, S.F. 2017. World class sustainable supply chain management: critical review and further research directions. *Int. J. Logist. Manag.* 28(2), 332e362. <https://doi.org/10.1108/IJLM-07-2015-0112>.
- Eisenhardt, K.M.; Graebner, M.E., 2007. Theory building from cases: opportunities and challenges. *Acad. Manag. J.* 50, 25–32.
- Elkington, J. 1998. Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business. *Envir. Qual. Manag.* 8(1), 37-51 (1998).
- EUWID. 2018. Recycling and Waste Management. <https://www.euwid-recycling.com/news/business/single/Artikel/lidl-to-acquire-toensmeier.html> Accessed 20/10/2019
- Ferreira, S.; Cabral, M.; Da Cruz, N.F.; Simões, P.; Marques, R.C. 2017. The costs and benefits of packaging waste management systems in Europe: the perspective of local authorities, *J. Envir. Plan. and Manage.*, 60:5, 773-791, DOI:10.1080/09640568.2016.1181609
- Friesen, J.; Taubenbock, H.; Wurm, M.; Pelz, P.F. 2018. The similar size of slums. *Habitat Int.* 73, 79e88. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.02.002>.
- Guarnieri, P.; Sobreiro, V.A.; Nagano, M.S.; Marques Serrano, A.L. 2015. The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: a Brazilian case. *J. Clean. Prod.* 96, 209e219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.040>.
- Ghuri, P. 2004. Designing and conducting case studies in international business research, *Handbook. Qual. Res. Methods Int. Business.*
- Guerrero, L.A.; Maas, G.; Hogland, W. 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manage.*, 33(1), 220-232, 10.1016/j.wasman.2012.09.008
- Gutberlet, J. 2015. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. *Waste Manag.* 45, 22–31.
- Haenssger, M.J.; Charoenboon, N.; Do, N.T.T.; Althaus, T.; Khine Zaw, Y.; Wertheim, H.F.L.; Lubell, Y. 2019. How context can impact clinical trials: A multi-country qualitative case study comparison of diagnostic biomarker test interventions. *Trials* 20, 1–17. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3215-9>
- IBGE 2019. Population Estimate – Macaé. <https://www.ibge.gov.br/en/cities-and-states/rj/macaee.html>. Accessed 04/05/2020
- ISLU - Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana. 2018. ed. <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2018/12/ISLU-2018.pdf> Accessed 04/02/2020
- Jacobsen, R.; Buysse, J.; Gellynck, X. 2013. Cost comparison between private and public collection of residual household waste : Multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste Manag.* 33, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.015>
- Karak, T.; Bhagat, R. M.; Bhattacharyya, P. 2012. Municipal Solid Waste Generation, Composition, and Management: The World Scenario Critical Reviews in Environmental Science and Technology 4215(2), 1509-1630. DOI: 10.1080/10643389.2011.569871

References:

- Karam, J.; Cin, G.; Tilly, J. 1988. Economic evaluation of waste minimization options. *Environ. Prog.* 7, 192–197.
- Kawulich, B.B., 2005. Participant Observation as a Data Collection Method. *FORUM Qual. Soc. Res.* 6.
- Kaza, S.; Yao, L.; Bhada-Tata, P.; Van Woerden, F. 2018. What a Waste 2.0- A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. With Kremena Ionkova, John Morton, Renan Alberto Poveda, Maria Sarraf, Fuad Malkawi, A.S. Harinath, Farouk Banna, Gyongshim An, Haruka Imoto, and Daniel Levine. Available at: <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Kirchherr J.; Reike, D.; Hekkert, M. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resour., Conserv. & Recycl.* 127 221–232
- Kruger, C.; Caiado, R.G.G.; França, S.L.B.; Quelhas, O.L.G. 2018. A holistic model integrating value co-creation methodologies towards the sustainable development. *J. Clean. Prod.* 191, 400e416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.180>.
- Li, W.C.; H.F. Tse; L. Fok. 2016. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. *Sci. Total Environ.* 566, 333-34
- Lima, F.P.A.; Oliveira, F.G. 2017. Recycling and social technologies for sustainability: The Brazilian experience of wastepickers' inclusion in selective collection programs. *Work* (Reading, Mass.). 57(3), 363-377. DOI: 10.3233/wor-172562.
- Leigh, M.; Xiaohong, L. 2015. Industrial ecology, industrial symbiosis and supply chain environmental sustainability: a case study of a large UK distributor. *J. Clean. Prod.* 106, 632e643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.022>.
- Livingstone, S.; Sparks, L. 1994. *International J. of Physical Distribution & Logistics Manag.* 24(7), 15-25 © MCB University Press, 0960-0035
- Lohri, C.R.; Camenzind E.J.; Zurbrügg, C. 2014. Financial sustainability in municipal solid waste management – Costs and revenues in Bahir Dar, Ethiopia. *Waste Manag.* 34 542–552. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.014>
- Magon, R.B.; Thomé, A.M.T.; Ferrer, A.L.C.; Scavarda, L.F. 2018. Sustainability and performance in operations management research. *J. Clean. Prod.* 190, 104-117.
- Marshall, R.E.; Farahbakhsh, K. 2013. Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Manag.* 33, 988e1003.
- Meyer, Y.; Pehlke-Milde, J.; Muntwyler, F.S.; Fleming, V. 2019. Integrative power in Swiss home-like childbirths: A qualitative multiple case study. *Midwifery* 78, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2019.08.005>
- Mukama, T.; Ndejjo, R.; Musoke, D.; Musinguzi, G.; Halage, A.A.; Carpenter, D.O.; Ssempebwa, J.C., 2016. Practices, concerns, and willingness to participate in solid waste management in two urban slums in Central Uganda. *J. Environ. Public Health* 2016, 1e7. <https://doi.org/10.1155/2016/6830163>.
- Neumayer, E., 2000 German Packaging Waste Management: A successful Voluntary Agreement with less successful environmental effects. *Eur. Env.* 10, 152–160
- Pojani, D.; Stead, D. 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7, 7784-7805
- Rashid, A., Irum, A., Malik, I.A., Ashraf, A., Rongqiong, L., Liu, G., Ullah, H., Ali, M.U., Yousaf, B., 2018. Ecological footprint of Rawalpindi; Pakistan's first footprint analysis from urbanization perspective. *J. Clean. Prod.* 170, 362e368. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.186>.
- Rebehy, P.C.P.W.; Costa, A.L.; Campello, C.A.; Espinoza, D.F.; Neto, M.J. 2017. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: cleaner production and poverty reduction. *J. Clean. Prod.* 154, 462e473. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.173>.

References:

- RJ 2019. Boletim Epidemiológico Arboviroses Nº 002/2019. Cenário Epidemiológico: DENGUE, CHIKUNGUNYA e ZIKA no Estado RJ. Secretaria de estado de saúde do Rio de Janeiro. <http://www.riocomsaude.rj.gov.br/Publico/MostrarArquivo.aspx?C=F%2BJ77ZiVqng%3D> Accessed in 12/11/2019
- Rubio, S.; Ramos, T.P.; Leitão, M.R.; Pova A.P. 2019. Effectiveness of extended producer responsibility policies implementation: The case of Portuguese and Spanish packaging waste systems. *J. Clean. Prod.* 210, 217e230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.299>
- Scavarda, A.; Daú, G. Scavarda, L.F.; Caiado, R.G.G. 2019. An Analysis of the Corporate Social Responsibility and the Industry 4.0 with Focus on the Youth Generation: A Sustainable Human Resource Management Framework. *Sustainability*, 11, 5130.
- Srivastava, S.K., 2007. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *Int. J. Manag.* 9(1), 53e80. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>.
- Stadt-Münster, 2019. The World's Most Liveable City. <https://www.stadt-muenster.de/english/ten-times-muenster-in-brief/the-worlds-most-liveable-city.html>. Accessed 30/10/2019
- Tan, S.T.; Ho, W.S.; Hashim, H.; Lee, C.T.; Taib, M.R.; Ho, C.S. 2015. Energy, economic and environmental (3E) analysis of waste-to-energy (WTE) strategies for municipal solid waste (MSW) management in Malaysia. *Energy Convers. Manag.* 102, 111e120. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.02.010>.
- UN - United Nations. 2018. The World's Cities in 2018. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. —Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/417).
- UN - United Nations. 2019 – Sustainable Development Goals <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>. Accessed 24/10/2019
- Voss, C.; Tsikriktis, N.; Frohlich, M., 2002. Case research in operations management. *Int. J. Oper. Prod. Manag.* 22, 195–219.
- WEF. 2017. Germany recycles more than any other country World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2017/12/germany-recycles-more-than-any-other-country/> Accessed 20/10/2019
- Wetherbee, G.; Baldwin, A.; Ranville, J. 2019. It is Raining Plastic. U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey. Open file report 2019 - 1048
- Wilson, D.C., 2007. Development drivers for waste management. *Waste Manage. & Res.* 25 (3), 198–207.
- Wilson, D.C.; Rodic, L.; Scheinberg, A.; Velis, C.A., Alabaster, G., 2012. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. *Waste Manag. Res.* 30, 237–254. <https://doi.org/10.1177/0734242X12437569>
- Wilson, D. C.; Velis, C. A.; Rodic. L. 2013. Integrated sustainable waste management in developing countries. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Waste and Resource Management* 166. Issue WR2. 52–68 <http://dx.doi.org/10.1680/warm.12.00005>
- Witzel, A., 2000. The problem-centered interview [26 paragraphs], *Forum: Qual. Soc. Res.* 1(1). Art. 22.
- World Bank. 2019. Solid Waste Management. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management> Accessed 24/03/2020
- Ye, Y.; Lau, K.H.; Teo, L.K.Y. 2018. Drivers and barriers of omni-channel retailing in China: A case study of the fashion and apparel industry. *Int. J. Retail Distrib. Manag.* 46, 657–689. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-04-2017-0062>
- Yin, R.K. 2014. *Case Study Research: Design and Methods*, fifth ed. United States of America, Thousand Oaks. Sage.
- Zolnikov, T.R.; Silva, R.C.; Tuesta, A.A.; Marques, C.P.; Cruvinel, V.R.N. 2018. Ineffective waste site closures in Brazil: A systematic review on continuing health conditions and occupational hazards of waste collectors. *Waste Manag.* 80, 26–39