

# 7° CONRESOL

7° Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

## RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) E O USO DO POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DESTES RESÍDUOS (PTGR) EM BETIM-MG

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.VII-004>

Ravena Glicéria Noll Diniz, (\*) Carlos Fernando Lemos.

\*Universidade Federal de Viçosa/Campus Florestal - MG – [fernando.lemos@ufv.br](mailto:fernando.lemos@ufv.br)

### RESUMO

O gerenciamento de resíduos urbanos é um desafio para as cidades brasileiras, especialmente de médio e grande porte devido principalmente a escassez de recursos humanos e financeiros. A implantação do serviço de coleta seletiva dos Resíduos Sólidos de Construção e demolição (RSCD) apresenta potencial para melhorar a gestão de resíduos. Para gerar renda e valorizar a matéria prima reciclada será estudado **Potencial Teórico de Geração de Recicláveis (PTGR)**, que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal de reciclagem, tornando um indicador teórico dos resíduos gerados pela população no município que define metas operacionais da usina de reciclagem dos RSCD. Assim, por meio da revisão bibliográfica e coleta de informações em banco de dados públicos analisou-se o PTGR/RSCD da cidade de Betim-MG. Foi utilizada a metodologia PDCA (*Plan. Do. Check. Action*) para o diagnóstico e correções contínuas de qualquer problema que possa surgir e assim associar ao Potencial teórico de geração de recicláveis (PTGR) realizando uma projeção futura de 10 anos. Este processo terá uma Implantação gradual de forma que a coleta RSCD será iniciada em um bairro específico da cidade. E a destinação será adequada para garantir que os RSCD coletados sejam enviados para a usina de reciclagem do Município de Betim-MG.

**PALAVRAS-CHAVE:** potencial teórico de geração de recicláveis. Coleta seletiva. Resíduos de construção e demolição.

### ABSTRACT

Urban waste management is still a challenge for the vast majority of Brazilian cities, especially for small ones, mainly due to the scarcity of human and financial resources. The implementation of the selective collection service has the potential to improve waste management, generate income and value recycled raw material, at the same time the theoretical potential for the generation of recyclables (PTGR) will be studied. Thus, through the literature review and collection of information in public databases, it is intended to analyze the conditions in which the management of urban solid waste is carried out in Perdigoão/MG. Aware that there is no Urban Solid Waste Management Plan (PGRSU) and also a recycling plan in the city of Perdigoão, the first step is to raise awareness among the population of the importance of selective collection, as well as the creation of partnerships at the municipal level, such as residents' associations and institutions that do not governmental. In addition, the analysis stage of Infrastructure and logistics will determine the strategic locations where the containers for selective collection will be installed and the collection itinerary. The PDCA (Plan, Do, Check, Action) methodology will be used for continuous diagnosis and corrections of any problem that may arise and also associated with the Theoretical Potential for Recyclable Generation (TPRG) making a future projection of 10 years.



This process will have a gradual implementation so that the selective collection will start in a specific neighborhood of the city. And finally, proper disposal to ensure that the waste collected is sent to appropriate recycling companies or recycling centers. In the end, it is expected to build a concise document capable of subsidizing other actions, in addition to being an efficient and comprehensive selective collection project.

**KEY WORDS:** Selective waste collection. Urban Waste. PDCA, TPRG

## INTRODUÇÃO

Em decorrência desse contexto, percebe-se a importância da gestão integrada dos RSCD, embora seja um dos objetivos da Lei 12.305, a realização de tal gestão em cidades de grande porte é difícil, uma vez que se observa-se locais de “bota fora” e a falta de políticas públicas associadas a recursos financeiros e humanos (PEREIRA; SOUZA, 2023). (BRASIL, 2010)

A reciclagem de RSCD é fundamental na alteração do modelo linear global aplicado para a economia circular, visto que conecta as pontas da cadeia e operacionaliza a logística reversa dos resíduos.

Os resultados apresentados pelo cálculo do Potencial Teórico de Geração de Recicláveis (PTGR), refletem a importância ambiental do investimento em reciclagem do RSCD, visto que proporciona a redução da extração dos recursos naturais pela recuperação desses materiais e nos aterros sanitários pelo desvio via coleta seletiva para as Unidades de Valorização de Resíduos (UVR) (PGRS/PTI, 2022).

A coleta seletiva é uma das ferramentas que contribuem para o bom gerenciamento dos materiais já que almeja separar os resíduos ainda na fonte geradora. Entretanto, destaca-se que a coleta seletiva deve ser implementada juntamente com um programa de reciclagem de materiais (CEMPRE, 2018).

Ainda segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2022), durante o mesmo ano foram gerados 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, ou seja, cada cidadão brasileiro produziu em média 1.043 quilos de resíduos por dia.

Apesar de que no Brasil 93,04% de todo o resíduo gerado ser coletado e apenas 61% desse montante é destinado corretamente, evidenciando uma gestão deficiente (SNIS, 2022).

Como exemplo da situação descrita na cidade de Betim-MG localizada próximo a Belo Horizonte com população de 41.846 habitantes (IBGE, 2022).

A implantação dessa modalidade de coleta gera benefícios como: 1) A diminuição do uso de matéria prima virgem; 2) A valorização de matéria prima reciclada; 3) A economia no uso de energia; 4) A diminuição do volume de resíduo destinados aos aterros; 5) A criação de novos negócios e a geração de postos de trabalho.

A partir dessa perspectiva, infere-se que os materiais recicláveis representam um bem disponível e de crescimento acelerado (MIRANDA; MATTOS, 2018; CEMPRE, 2018).

Em 2021, foram coletados pelos municípios do Brasil mais de 48.375.275 milhões de toneladas de RSCD, o que representa um crescimento de 2,9% em relação ao período anterior.

A quantidade coletada por habitante foi de cerca de 227 kg por ano, equivale a resíduos de construção e demolição abandonados em vias e logradouros públicos.



Pouco mais da metade dos RSCD coletados no Brasil vem da região Sudeste (52%) com 279.3 kg por habitante/ano. No entanto a região que se destaca em termos de coleta per capita e a Centro-Oeste com 323.4 kg por habitante/ano (ABRELBE. 2022).

## METODOLOGIA

No que se refere a cidade de Betim - MG. segundo informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Betim, são destinadas cerca de 33.600 toneladas/mês de resíduos para a usina de reciclagem de Resíduos Sólidos de Construção e Demolição (RSCD) que corresponde a 11% da geração de RSCD do município. Dessa forma em média cada cidadão da cidade gera 18,91 kg/hab./mês de resíduo (ABRELPE. 2022).

**O Potencial Teórico de Geração de Recicláveis (PTGR)** (Eq:1) que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal de reciclagem, se torna o indicador do potencial de resíduos recicláveis que é gerado pela população no município e define metas operacionais da usina de reciclagem de RSCD.

$$PTGR = (PP) \times (GPC) \times (\% REC) \quad \text{Eq. (1)}$$

**PTGR= Potencial Teórico de Geração de Recicláveis**

**PP= população;**

**GPC = Geração per capta anual;**

**% REC = Porcentagem do RSCD reciclado na usina de Betim – MG.**

Segundo IBGE (2022). a População de Betim possui 411.846 habitante, define-se as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação do RSCD.

O cálculo com previsão de 10 anos até 2033, com média inicial de 18,91 kg/hab./mês e com projeção do acréscimo da população 0.2% a.a. segundo a média nacional do IBGE (2022).

Segundo a Prefeitura Municipal de Betim (PMB) e da Secretaria de Meio Ambiente (SMA) em 2022 a usina de reciclagem RCD reciclou 33.600 kg que corresponde a 11% de reciclagem dos RSCD

O total produzido na Cidade de Betim-MG, o estudo realizado no cálculo a cada ano terá um acréscimo de 0.2% (caso o projeto seja implementado seguindo o PDCA (*Plan. Do. Check. Action*)).

Inicialmente será realizado um estudo da atual situação e prognósticos da geração de resíduos no município de Betim-MG. através de dados oficiais da Prefeitura Municipal de Betim (PMB, 2022).

O objetivo é conhecer a realidade local e principalmente, as dificuldades enfrentadas. Após esta etapa, será feito uma análise quantitativa e qualitativas para refinamento dos dados.

Utilizando das informações descritas, será projetado um sistema de coleta RSCD levando em consideração as peculiaridades do município e abrangendo a população como um todo.

Para tal, seguindo diretrizes pretende-se realizar: 1) Conscientização da população: Por meio de campanhas de conscientização utilizando recursos como panfletos e mídias sociais, informar detalhes aos moradores sobre o serviço a ser implantado e informar sobre a realização de pontos de coleta voluntária para deixarem os RCD. 2) Criação de parcerias: Estabelecer parcerias com empresas privadas de caçambas e associações comerciais e de moradores junto com a PMB. 3) Infraestrutura e logística: determinar quais serão os pontos estratégicos da coleta voluntária para depositarem os RCD e onde serão instalados os PEV (Pontos de Entrega Voluntária); 4) Divulgação e orientação e



implantação gradual: Iniciar a coleta RSCD em uma área piloto ou bairro específico da cidade. Onde já existe um “bota-fora” tradicional e específico, que permitirá avaliar e ajustar o sistema antes de expandi-lo para outros bairros e por final abranger toda a cidade de Betim-MG. 5) Monitoramento e avaliação: Estabelecer mecanismos de monitoramento PDCA (*Plan. Do. Check. Action*) para acompanhar a eficiência e o progresso da coleta RSCD. Realizar análises e coletas periódicas para identificar possíveis pontos de melhoria e fazer ajustes necessários. 6) Reciclagem e destinação adequada na Usina: Garantir que os resíduos RSCD coletados sejam enviados para a usina e que a reciclagem seja garantida no processamento correto desses materiais. 7) E finalmente o cálculo do Potencial Teórico de Resíduos Recicláveis (PTGR) que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal da reciclagem do RSCD, que indica que é gerado pela população dentro do município e define as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação. (MINAS GERAIS, 2021).

## OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo calcular o potencial teórico de resíduos recicláveis que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal de reciclagem do RSCD, indicando o que será gerado pela população dentro do município e define as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação.

## RESULTADOS

O Potencial Teórico de Resíduos Recicláveis (PTGR) de acordo com a Eq (1) é o ponto inicial para o planejamento da política municipal de reciclagem do RSCD que indicará o que será gerado pela população dentro do município. Assim, define-se as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação do RSCD. (MINAS GERAIS, 2021)

O cálculo será o seguinte com previsão de 10 anos até 2033, com média permanente de 18.91 kg/hab./mês e com acréscimo da população 0.2% a.a. segundo a média nacional do IBGE (2022) e iniciando em 2022 com 11% de reciclagem dos RSCD da usina em operação atualmente em 2023 (PMB. 2022) com acréscimo proposto 5% a.a. para reciclagem RSCD em 2033 chegando a 60% dos RCD reciclados (caso o projeto seja implementado seguindo o PDCA). (Tabela 1 e Gráfico 1).

O cálculo inicial:  $(411.846 \text{ hab}) \times (18.91 \text{ Kg/hab.mês}) \times (11\% \text{ de reciclagem do RSCD atual em 2022})$  com uma População: 411.846 hab (IBGE. 2022) e Produção 18,91 Kg/hab.mês. PMP (2022

) com acréscimo da população 0.2 % ao ano, esta é a média segundo os dados estatísticos do IBGE em 2022 (SINIS, 2022).

Dos resultados projetados PTGR, verificou se que a geração inicial per capita total foi de 93.456 toneladas em 2022 e finalizando em 2033 com 97.072 toneladas.

O Potencial Teórico de Resíduos Recicláveis (PTGR) iniciou se com 10.240 toneladas em 2023 e finalizando no ano de 2033 com 58.243 toneladas. Em relação a Geração Produzida na Usina (GPU) no ano de 2022 produziu 33.600 toneladas com um acréscimo de 5 % de projeção finalizando o ano de 2033 com 54.731 toneladas.

Dos resultados projetados PTGR, verificou se que a geração inicial per capita total foi de 93.456 toneladas em 2022 e finalizando em 2033 com 97.072 toneladas. O Potencial Teórico de Resíduos Recicláveis (PTGR) iniciou se com 10.240 toneladas em 2023 e finalizando no ano de 2033 com 58.243 toneladas.

Em relação a geração produzida na usina (GPU) no ano de 2022 produziu 33.600 toneladas com um acréscimo de 5 % de projeção finalizando o ano de 2033 com 54.731 toneladas.

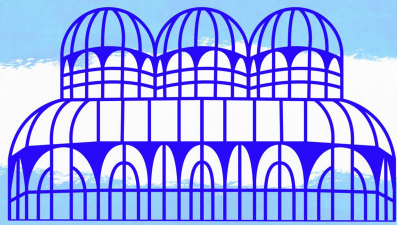
**Tabela 1: O potencial teórico de resíduos recicláveis (PTGR) 2022 a 2033. Fonte: Diniz, R. G. N., Lemos, C.F. (2023).**

ano	População (hab)	Acresc. da pop. Betim-MG (0.2% a.a)	Geração per capita Kg/hab/mês (0.2 % a.a)	Geração RS hab/mês total (toneladas)	GPC Geração per capita anual total (toneladas)	Acréscimo proposto 5% a.a. para reciclagem RCD (%)	PTGR - Potencial Teórico de Recicláveis anual (toneladas)	GPU- Geração Produzida na Usina 5% ao ano (toneladas)	DG – Déficit da geração de resíduo anual com a reciclagem (toneladas)
2022	411.846		18.91	7.788,01	93.456	11	10.280	33.600	59.856
2023	411.846	412.670	18.95	7.803,58	93.643	15	14.046	35.280	58.363
2024	412.670	413.495	18.99	7.834,83	94.018	20	18.804	37.044	56.974
2025	413.495	414.322	19.02	7.866,20	94.394	25	23.599	38.896	55.498
2026	414.322	415.151	19.06	7.897,70	94.772	30	28.432	40.841	53.931
2027	415.151	415.981	19.10	7.929,32	95.152	35	33.303	42.883	52.269
2028	415.981	416.813	19.14	7.961,07	95.533	40	38.213	45.027	50.506
2029	416.813	417.647	19.18	7.992,94	95.915	45	43.162	47.279	48.636
2030	417.647	418.482	19.21	8.024,95	96.299	50	48.150	49.643	46.656
2031	418.482	419.319	19.25	8.057,08	96.685	55	53.177	52.125	44.560
2033	419.319	420.157	19.29	8.089,34	97.072	60	58.243	54.731	42.341

Em relação ao déficit de geração de resíduo (DGR) em relação a reciclagem da usina no ano 2022 tem um déficit de 59.856 toneladas e no ano de 2033 estará com 42.341 toneladas de déficit, verificou-se no gráfico que no ano de 2033, haverá uma inversão do potencial teórico reciclável em relação ao déficit de geração. (Gráfico 1)

Conclui se então que fazendo uma projeção para reciclar 60 % dos resíduos de construção e demolição do Município de Betim-MG em 2033 a geração produzida na usina seria 54.731 toneladas e o potencial teórico reciclável anual seria 58.254 toneladas.

**Gráfico 1: GPC (Geração per capita anual total) X PTGR (Potencial Teórico de Recicláveis anual) X DG (Déficit da geração de resíduo em toneladas anuais.). Fonte: Diniz, R. G. N., Lemos, C.F. (2023).**

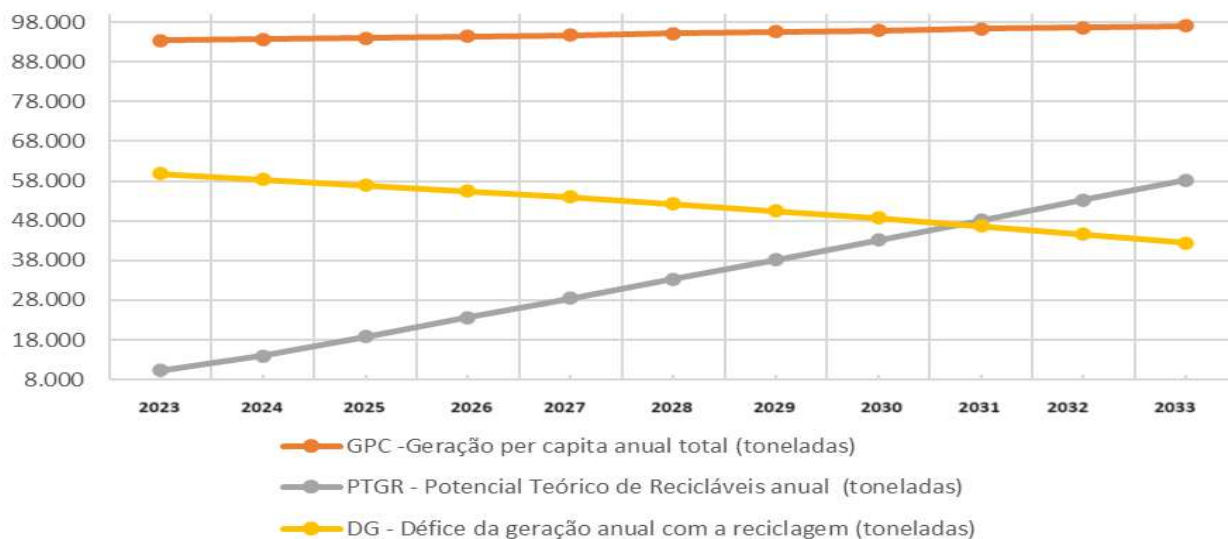


# 7º CONRESOL

## 7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

### GPC X PTGR X DG (toneladas anuais)



Ao final do estudo proposto espera-se obter um compilado referente ao gerenciamento e a reciclagem de resíduos sólidos da cidade de Betim-MG pelo cálculo do Potencial Teórico de Resíduos Recicláveis (PTGR): segundo a Implantação da Coleta Seletiva nos Municípios de Minas Gerais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

O objetivo poderá ser alcançado em 60% em 10 anos com 0.5% de aumento da reciclagem a cada ano. Com este resultado, pretende-se projetar e implantar um serviço de coleta seletiva eficiente que possa servir de exemplo para aplicação em outros municípios com características semelhantes (Gráfico 1).

Dos dados analisados conclui-se que realizando uma projeção para reciclar 60 % dos RSCD do Município de Betim-MG com uma projeção para o ano de 2033 com 60 % de aproveitamento da geração produzida no município a usina reciclaria 54.731 toneladas e o potencial teórico reciclável anual seria 58.254 toneladas.

## CONCLUSÃO

A necessidade de implantar o PTGR paralelamente PDCA, reforça as ações e projetos em conjunto para melhorar o gerenciamento de resíduos da cidade de Betim- MG. Os défices de ações atuais do Município de Betim-MG precisam ser alterados e implantados.

Em relação ao déficit de geração de resíduo (DGR) em relação a reciclagem da usina no ano 2022 tem um déficit de 59.856 toneladas e no ano de 2033 estará com 42.341 toneladas de déficit, verificou-se no gráfico que no ano de 2033, haverá uma inversão do potencial teórico reciclável em relação ao déficit de geração. (Gráfico 1)

Conclui se então que fazendo uma projeção para reciclar 60 % dos resíduos de construção e demolição do Município de Betim-MG em 2033 a geração produzida na usina seria 54.731 toneladas e o potencial teórico reciclável anual seria 58.254 toneladas.

Os benefícios da implantação de coleta RSCD são inúmeros e quando bem instaurada e coordenada poderá apresentar resultados positivos.



Dessa forma é importante que os municípios busquem soluções para o desenvolvimento Sustentável para garantir a coleta, manejo, reuso e descarte correto dos RCD.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE. 2022.
2. ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.
3. BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto 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. Brasília. 02 ago. 2010.
4. CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo. SP. 316 p. CEMPRE. 2018.
5. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE **Betim**. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/betim/panorama>>. Acesso em: 18 nov. 2023.
6. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável **Manual de orientações: implantação da coleta seletiva nos municípios de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2021.
7. MIRANDA. Nathalia Mercedes.; MATTOS. Ubirajara. Aluizio de Oliveira. Review of Models and Selective Collection Methodologies in Brazil. **Sociedade & Natureza**. [S. l.]. v. 30. n. 2. p. 1–22. 2018. DOI: 10.14393/SN-v30n2-2018-1.
8. PGRS/PTI - Programa Gestão de Resíduos Sólidos 2019-2022. **Juliana Elisabete Correia. et al.** coordenação Leilane Soares Pereira de Sousa. Sergio Angheben. 1. ed. Foz do Iguaçu. PR : Fundação PTI. 2023.
9. SINIS - Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2021**. Brasília. 2022 Disponível em: <[https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos\\_snis](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis)> . Acesso em: 15 nov 2023