

# Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (GRCD)



## *Introdução à gestão de RCD*

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Kalinny P. V. Lafayette**

# Problemática

- Crescimento das populações urbanas
- Forte industrialização
- Melhoria no poder aquisitivo das populações

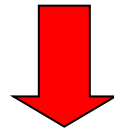


Acelerada geração de grandes volumes de resíduos sólidos



# Mudanças Ocorridas

- **Consumo demasiado de recursos naturais;**
  - **Escassez de recursos não-renováveis;**
    - **Aumento do consumo de água;**
  - **Aumento na geração de resíduos;**
    - **Aumento da miséria e fome;**
    - **Entre outros.**



**Degradação Ambiental**

# **Crise Ambiental**

```
graph TD; A[Crise Ambiental] --> B[Novas Soluções Tecnológicas]; A --> C[Mudanças Profundas]; B --> D[Permanece tudo como está!!!!]; C --> E[Novo modelo de desenvolvimento]; D --> F[Desenvolvimento Explorador]; E --> G[Desenvolvimento Sustentável];
```

**Novas Soluções Tecnológicas**

**Permanece tudo como está!!!!**

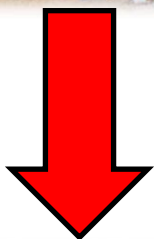
**Desenvolvimento Explorador**

**Mudanças Profundas**

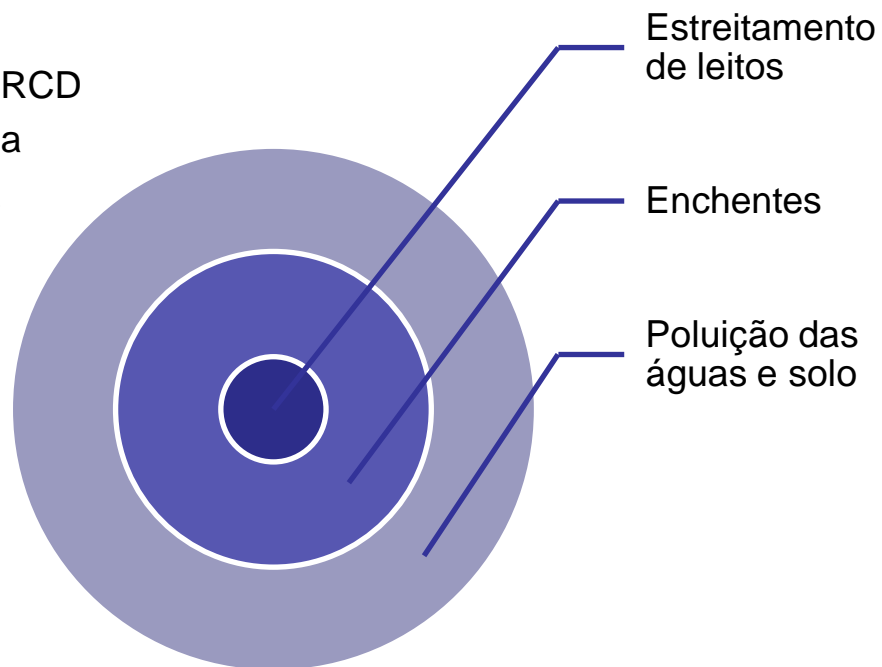
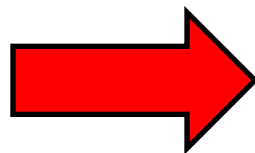
**Novo modelo de desenvolvimento**

**Desenvolvimento Sustentável**

# Mudanças Ocorridas



- Elevada taxa de geração de RCD
- Falta de gestão adequada
- Destinação inadequada





# Impactos Ambientais

## Meio Físico



Poluição do ar



Poluição da água

# Mudanças Ocorridas

## Meio Físico



Poluição do solo – Lixão



Aterro de mangue com resíduo de construção



# Impactos Ambientais

## Meio Antrópico



Fonte: <https://www.google.com/search?q=alagamentos+em+recife+2019>

Chuvras e alagamentos no Recife – (07/2019)



# Impactos Ambientais

## Meio Antrópico



Problemas sociais e de saúde pública



Resíduo de construção depositado nas  
vias públicas

# Impactos Ambientais

## Meio Biótico



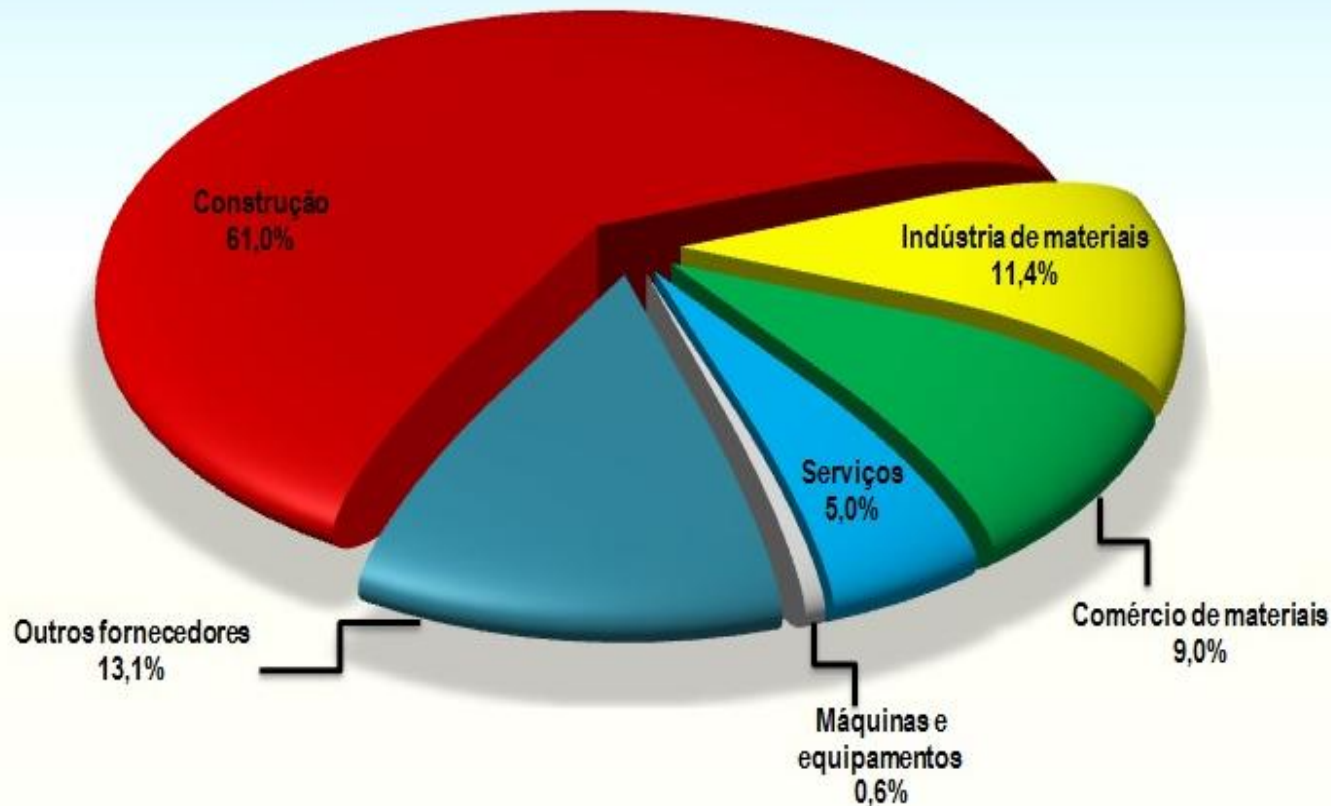
Mortalidade de animais



Poluição dos rios

# O AMBIENTE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

**COMPOSIÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO**  
POR PARTICIPAÇÃO (%) NO PIB TOTAL DA CADEIA - 2017



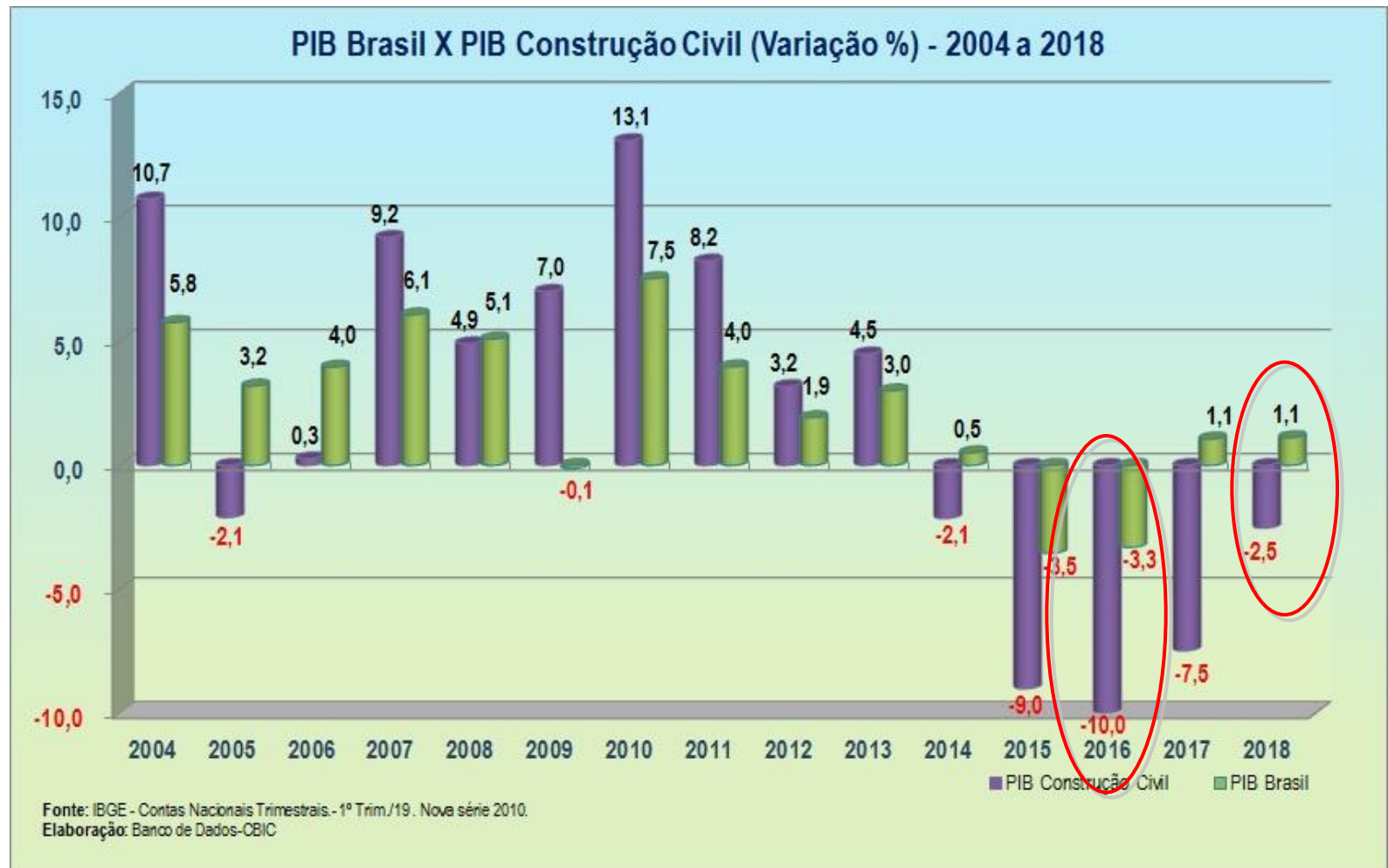
CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção

ABRAMAT – Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção



# O AMBIENTE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

## ➤ A Construção Civil no Contexto Brasileiro



# DEFINIÇÃO

- A NBR 10.004 (ABNT, 2004), define **resíduos sólidos** por:

*“Aqueles resíduos em estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: **industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição.** Ficam incluídos nesta definição os **lodos** provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e econômicas inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.”*

# CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

## Classe I (PERIGOSOS)

### •Quem são?

Aqueles que apresentam periculosidade.



a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;

b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

### •Exemplos:

- Resíduos hospitalares,
- lâmpadas fluorescentes, etc.





# CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

## • Classe IIa (NÃO-INERTES)

- São aqueles que não se enquadram na Classe I (Perigosos) ou na Classe IIb (Inertes).

- Podem apresentar propriedades tais como **combustibilidade**, **biodegradabilidade** ou **solubilidade em água**.

- **Exemplos:**

- Resíduos orgânicos (lixo domiciliar).



# CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

## • Classe Ib (INERTES)

• São aqueles que quando submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões.

## • Exemplos:

- Rochas, tijolos, vidros,
- plásticos e borrachas.



## FATORES QUE INFLUENCIAM A ORIGEM E FORMAÇÃO

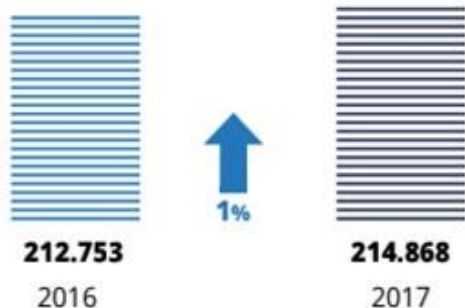
- Número de Habitantes do local;
- Variações sazonais;
- Condições climáticas;
- Hábitos e costumes da população;
- Nível educacional;
- Poder aquisitivo;
- Tempo e eficiência da coleta;
- Leis e regulamentações específicas.



# GERAÇÃO E COLETA DE RSU - BRASIL

## GERAÇÃO DE RSU

(t/dia)



## GERAÇÃO DE RSU PER CAPITA

(kg/hab/dia)



## Cenário 2017

Geração de RSU - 78,4 milhões ton

Coleta de RSU: 71,5 milhões ton

- índice de cobertura de coleta: 91,2% , ou seja, **6,9 milhões de toneladas** de resíduos sem coleta no país (**com destino impróprio**).

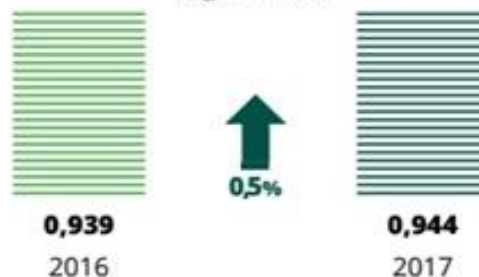
## COLETA DE RSU

(t/dia)

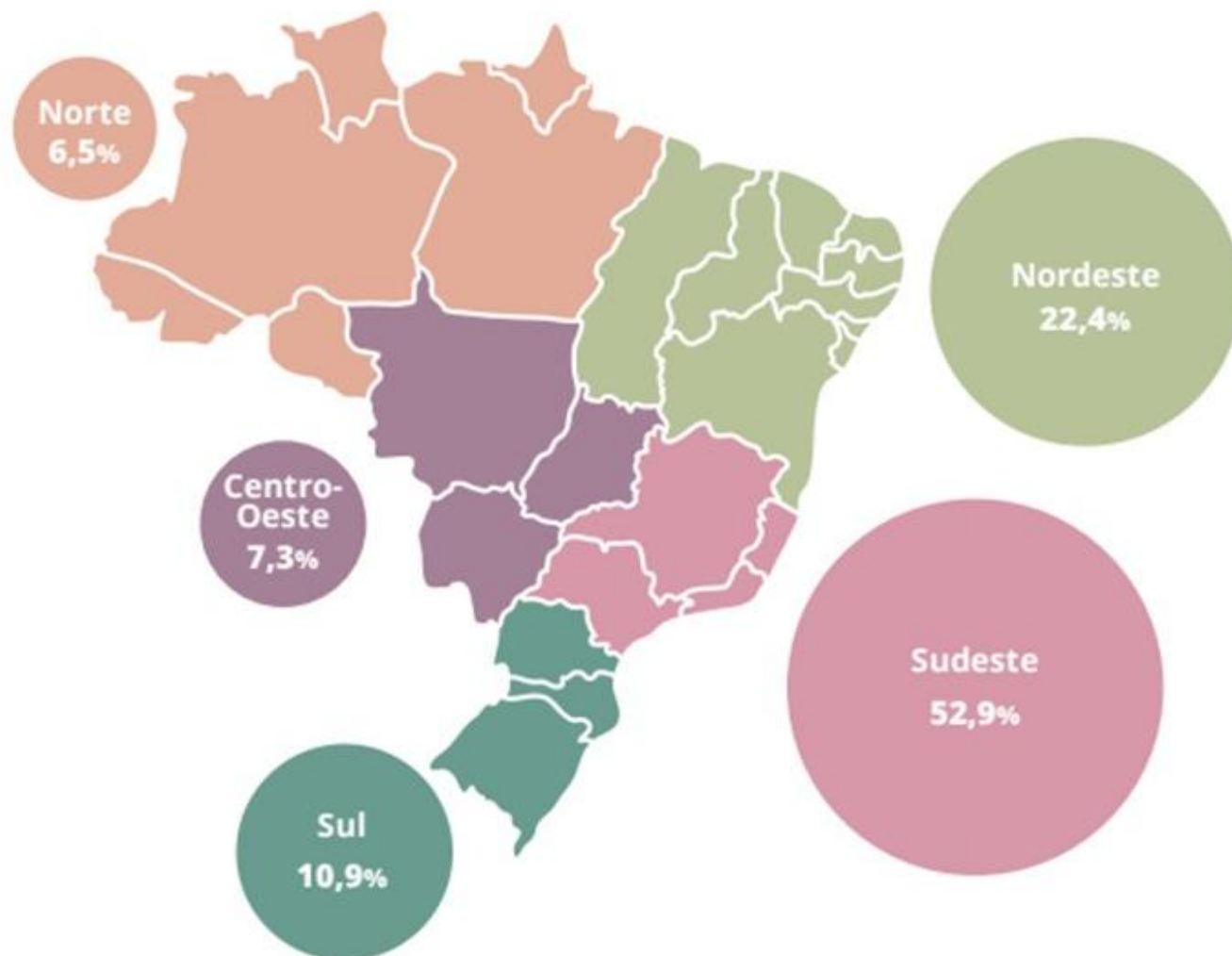


## COLETA DE RSU PER CAPITA

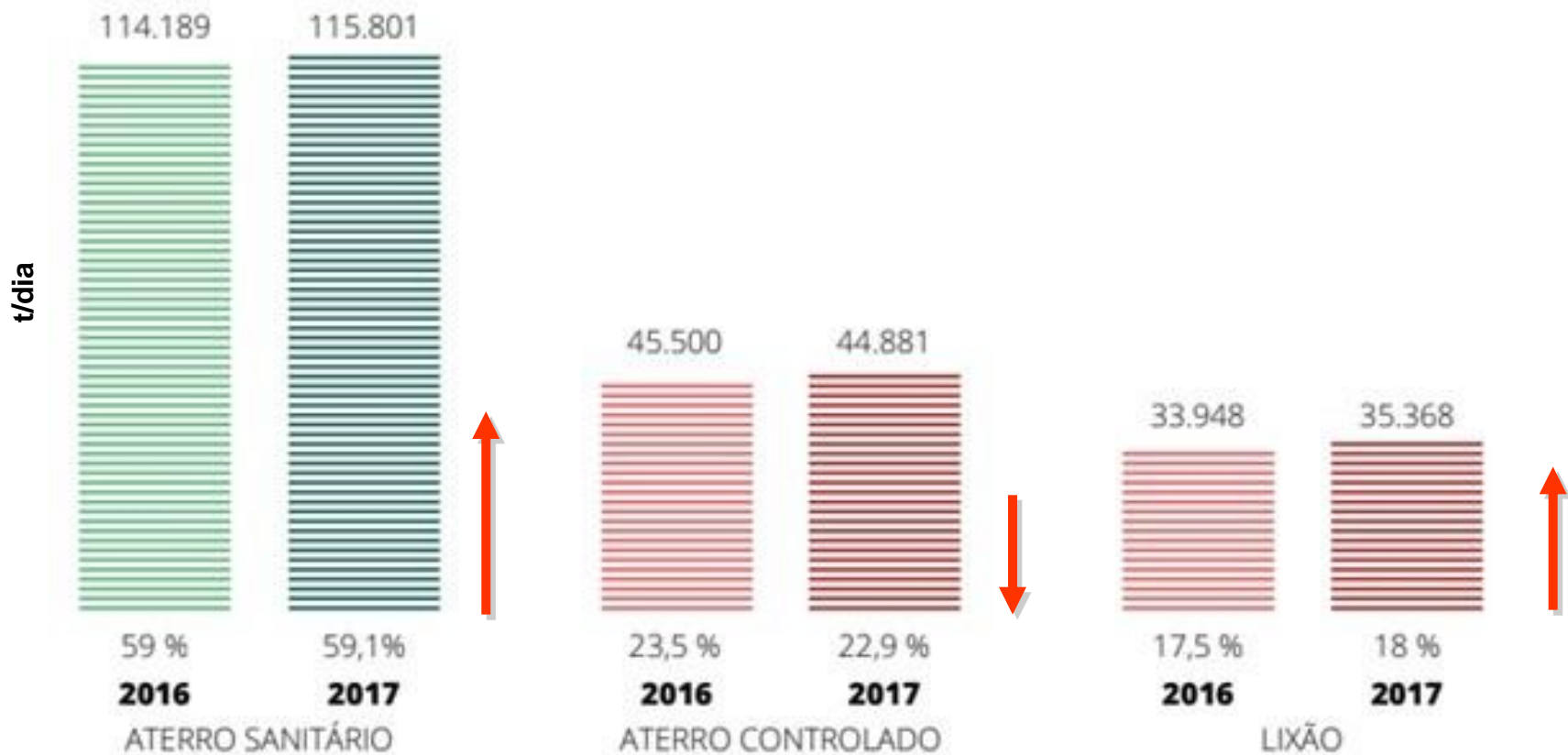
(kg/hab/dia)



# PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES DO PAÍS NO TOTAL DE RSU COLETADO

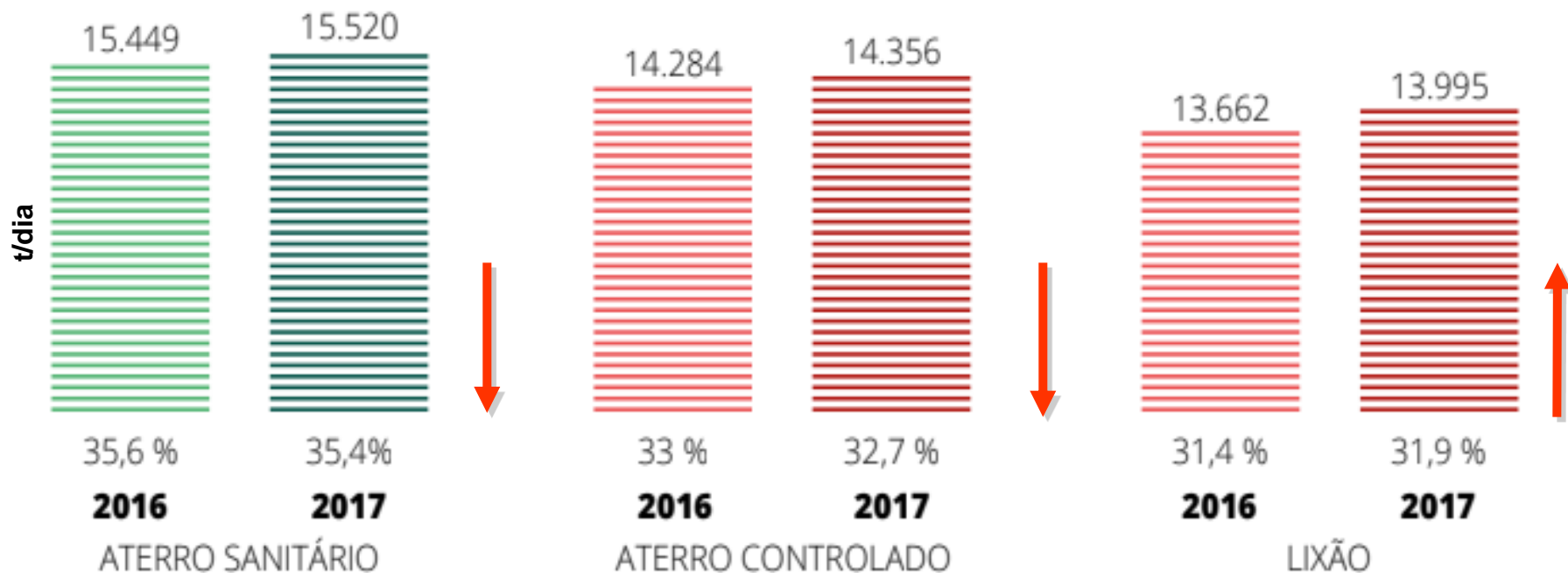


# DESTINAÇÃO FINAL DE RSU-BRASIL





# DESTINAÇÃO FINAL DE RSU- NORDESTE



# COLETA DE RCD NO NORDESTE

Coleta de RCD na Região Nordeste			
Região	2016	2017	
	RCD Coletado (t/dia) / Índice (kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice
Nordeste	24.387/0,428	24.585	0,429

# COLETA DE RCD NOS MUNICÍPIOS

Os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD em 2017, o que configura uma diminuição de 0,1% em relação a 2016.

Quantidade total de RCD coletado pelos municípios no Brasil			
Região	2016	2017	
	RCD Coletado (t/dia) / Índice (kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice
Brasil	123.619/0,600	123.421	0,594

# DEFINIÇÃO

**I- Resíduos de construção e demolição (RCC) ou entulho** são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Resolução CONAMA n° 307)





# DEFINIÇÃO

**II - Geradores** – são pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

**III – Transportadores** – são pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

**IV – Agregado Reciclado** – é o material granular proveniente do beneficiamento dos resíduos da construção que apresentam características técnicas para aplicação em obras de edificação, infraestrutura, aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

# DEFINIÇÃO

**V – Gerenciamento de resíduos** - é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para minimizar a produção de resíduos;

**VI – Reutilização** – é o processo de **reaplicação** de um resíduo sem transformação do mesmo;

**VII – Reciclagem** – é o processo de **reaproveitamento** de um resíduo, após ter submetido à transformação;

**VIII – Aterro de resíduos da construção civil** – é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia, confinando ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

# CLASSIFICAÇÃO

**Classe A** – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a)** de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b)** de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (**tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento** et.) **argamassa e concreto**;
- c)** De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (**blocos, tubos, meios-fios** etc.) produzidas nos canteiros de obras.



Resíduos de alvenaria

# CLASSIFICAÇÃO

**Classe B** – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: **plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeira, gesso** e outros (alterado pela Res. CONAMA nº 431, 2011).



I Resíduos de madeira

# CLASSIFICAÇÃO

**Classe C** - são os resíduos para os quais **não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis** que permitam a sua reciclagem/recuperação.

A resolução CONAMA nº 307 não traz exemplos de resíduos deste tipo. Nele se encaixam materiais que não são considerados perigosos (Classe D) e que não há técnicas de reciclagem.






Os restos destes materiais devem ser separados dos demais e encaminhados para Áreas de Transbordo e Triagem (ATT).

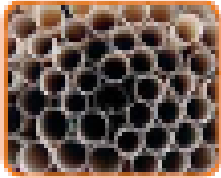

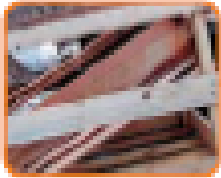
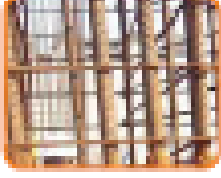
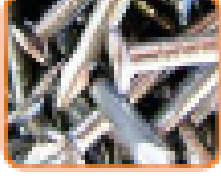


# CLASSIFICAÇÃO

**Classe D** – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (alterado pela Res. CONAMA nº 348/04).



	Reciclável como agregados (classe A)	Reciclável para outras distinções (classe B)	Não reciclável (classe C)	Perigoso (classe D)
 Fios Elétricos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Tijolos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Brita	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Tinta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
 Gesso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Reciclável como agregados (classe A)	Reciclável para outras distinções (classe B)	Não reciclável (classe C)	Perigoso (classe D)
 Tubos de PVC	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Saco de Cimento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Madeira	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Ferragem	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Pregos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Reciclável  
como agregados  
(classe A)

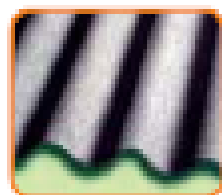
Reciclável para  
outras distinções  
(classe B)

Não reciclável  
(classe C)

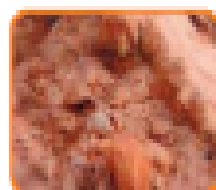
Perigoso  
(classe D)



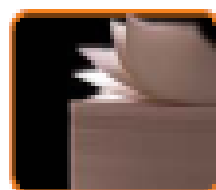
Solvente



Telhas de Aminato



Terra



Papel



Concreto



# DESTINAÇÃO

**Classe A** - deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

**Classe B** – deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem;

**Classe C** – deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

**Classe D** – deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.



# DA PROIBIÇÃO

**Os resíduos da construção civil** não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei.

# GERAÇÃO

## ➤ *O RCD ou entulho é gerado:*

- Na substituição de componentes em reformas e reconstrução;
- No processo construtivo;
- Por deficiências na construção:
  - Erros ou indefinições na elaboração dos projetos e na sua execução;
  - Qualidade dos materiais empregados;
  - Perdas na estocagem e no transporte.

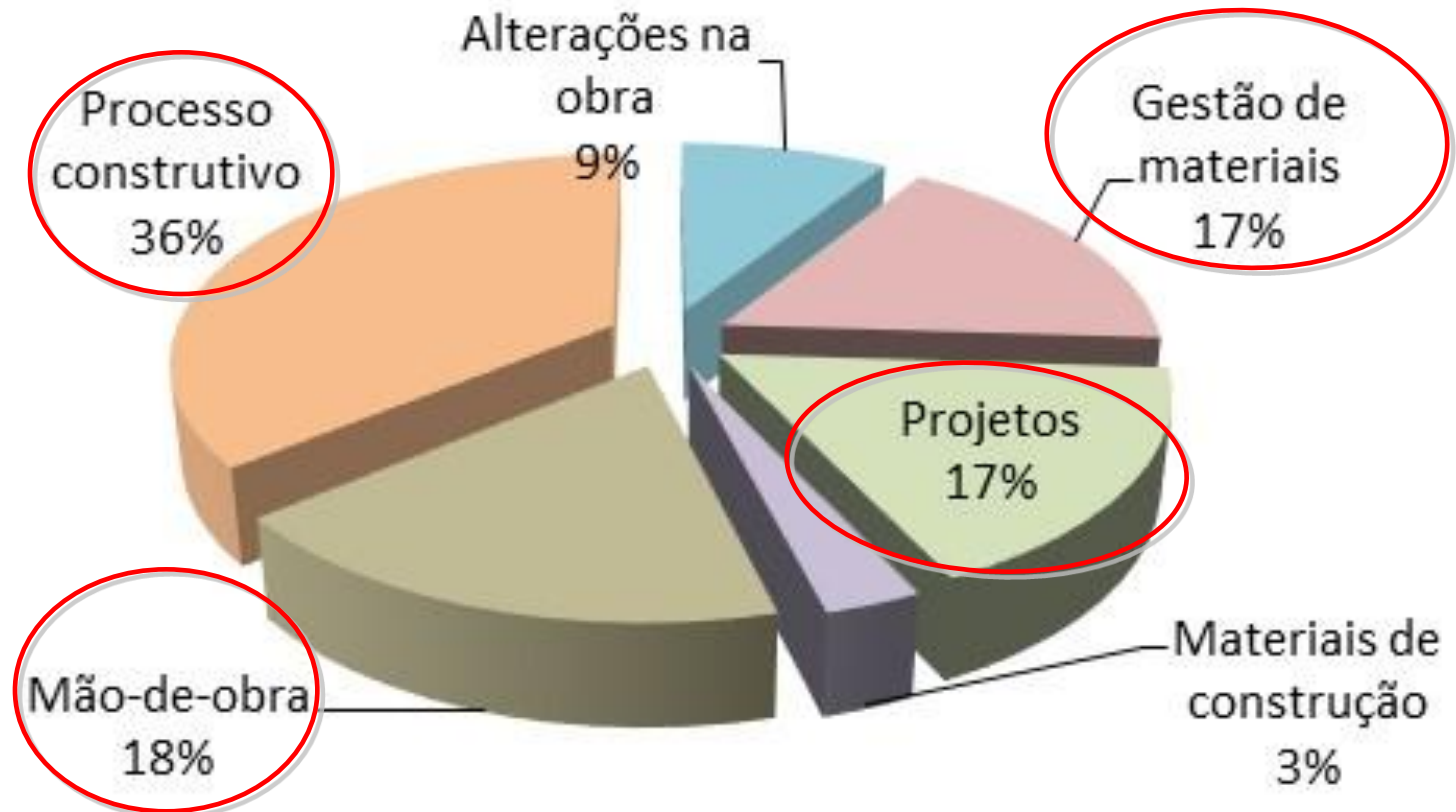
## ➤ *O desperdício na construção civil é elevado*

# GERAÇÃO

## ➤ *Fontes e causas de ocorrência de RCD:*

<b>FONTE</b>	<b>CAUSAS</b>
Projeto	Erro nos contratos
	Contratos incompletos
	Modificações de projetos
Intervenção	Erros no fornecimento
	Ordens erradas, ausência ou excesso de ordens
Manipulação de materiais	Danos durante o transporte
	Sobras de dosagens
Operação	Mau funcionamento de equipamentos
	Erros do operário
	Ambiente impróprio
	Dano causado por trabalhos anteriores e posteriores
	Usos de materiais incorretos em substituições
	Sobra de corte
Outros	Resíduos do processo de aplicação
	Vandalismo e roubo
	Falta de controle de materiais e de gerenciamento de resíduos

# GERAÇÃO



Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2007)

# FATOS E NÚMEROS

- ***A massa de RCD gerada nas cidades é igual ou maior que a massa de resíduo sólido domiciliar***
  
- ***Cidades brasileiras de média e grande porte***
  - Massa de RCD varia entre 40% à 70 % da massa total de resíduos sólidos domiciliares



# GERAÇÃO DE RCD

Tabela: geração de RCD em alguns municípios brasileiros

<b>Autor</b>	<b>Município</b>	<b>Taxa de geração de RCD (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Gonçalves (2010)	Orlândia/SP	131,12
Falcão (2011)	Olinda/PE	141,93
Pimentel (2013)	João Pessoa/PB	60,40
Bertol <i>et al.</i> (2013)	Curitiba/PR	79,95
Oliveira (2014)	Ilha Solteira/SP	96,00
Costa <i>et al.</i> (2014)	João Pessoa/PB	106,63
Paz (2014)	Recife/PE	125,00
Kern <i>et al.</i> (2015)	Porto Alegre/RS	174,86

Fonte: PAZ (2019)

# GERAÇÃO DE RCD

Tabela: geração de RCD de acordo com o tipo de material

Fonte	Taxa de geração de resíduos (kg/m <sup>2</sup> )					
	Concreto	Alvenaria	Metal	Madeira	Gesso	Cerâmico
Bergsdal <i>et al.</i> (2007)	6,5 – 19,1	-	0,11 – 0,79	2,75 – 5,68	-	-
Cochran <i>et al.</i> (2007)	22,9 – 33,0	-	0,90 – 1,40	3,30 – 6,40	-	-
Alencar <i>et al.</i> (2011)	-	-	-	-	1,5–6,0	-
Li <i>et al.</i> (2013)	17,70	3,40	4,00	7,60	3,40	0,50
Mália <i>et al.</i> (2013)	17,8 – 40,1	15,6 – 58,6	0,90 – 7,20	1,70 – 6,40	-	0,4 – 3,2
Bakshan <i>et al.</i> (2015)	8,70	17,44	1,25	4,35	0,31	2,00
Lu <i>et al.</i> (2011)	1,37	-	0,04	1,79	-	-

Fonte: PAZ (2019)

# COMPOSIÇÃO DOS RCD

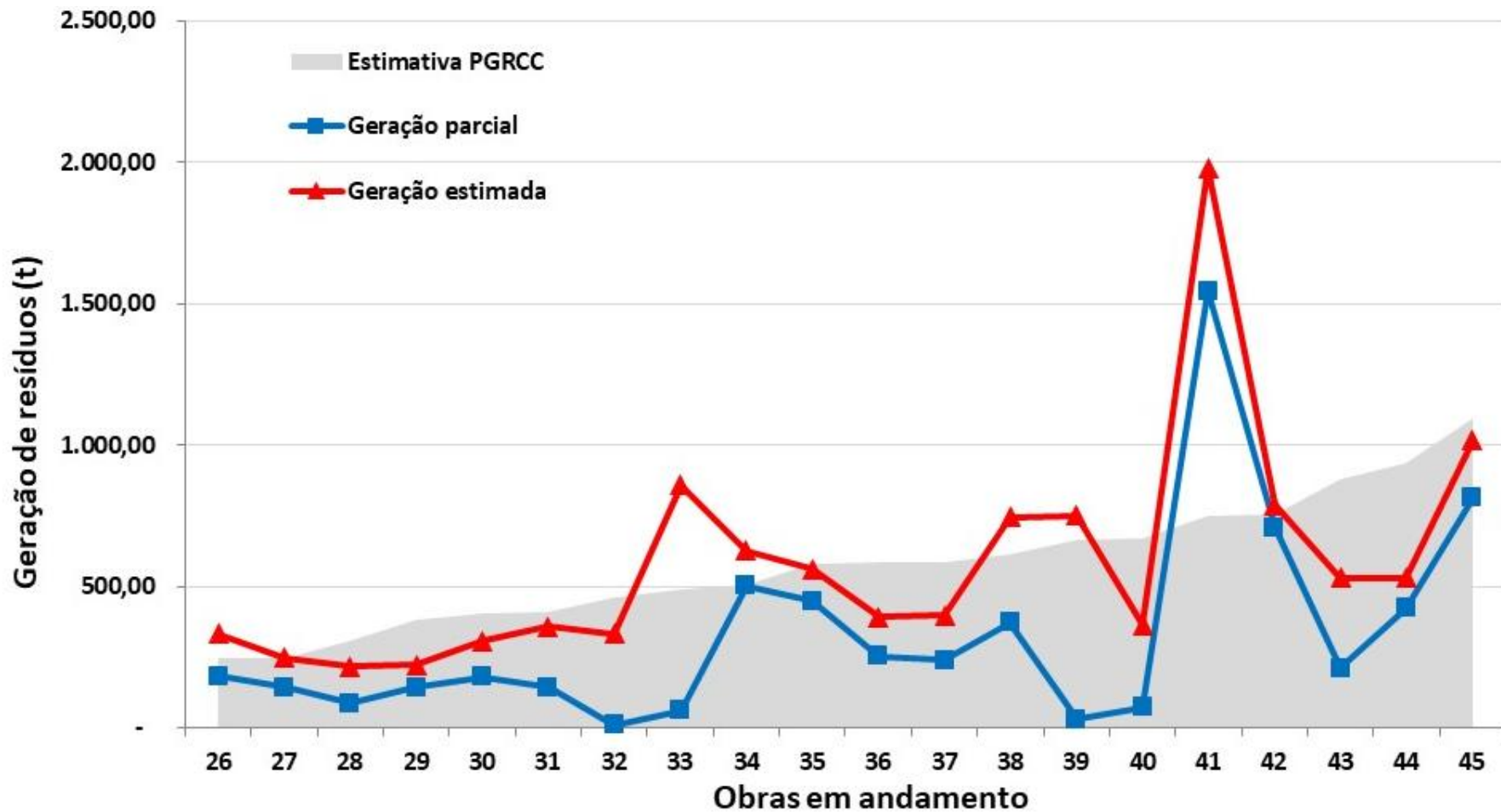
**Tabela:** Composição gravimétrica dos RCD gerados em municípios brasileiros (%)

Material	Fundação				Estrutura				Acabamento			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Argamassa	8	6	8	13	22	24	26	58	52	44	28	19
Concreto	-	-	-	-	29	-	24	-	-	16	2	-
Tijolo	-	5	-	6	26	38	25	11	12	25	9	18
Cerâmica	1	-	-	-	-	-	-	-	8	2	-	15
Brita	18	16	-	12	2	2	-	-	-	-	-	-
Solo	72	70	73	69	10	31	-	17	6	4	-	-
Gesso	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	23
Pedra	-	3	-	-	5	-	-	-	-	-	-	15
Madeira	-	-	1	-	3	4	6	3	-	5	2	10
Metal	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-
Material miúdo	-	-	17	-	-	-	17	-	-	-	54	-
Outros	1	-	1	-	1	1	1	10	1	4	5	-

\* Estrutura + Alvenaria

Fonte: <sup>1</sup> Carneiro (2005); <sup>2</sup> Viana (2009); <sup>3</sup> Macedo (2013); <sup>4</sup> Guedes (2014)

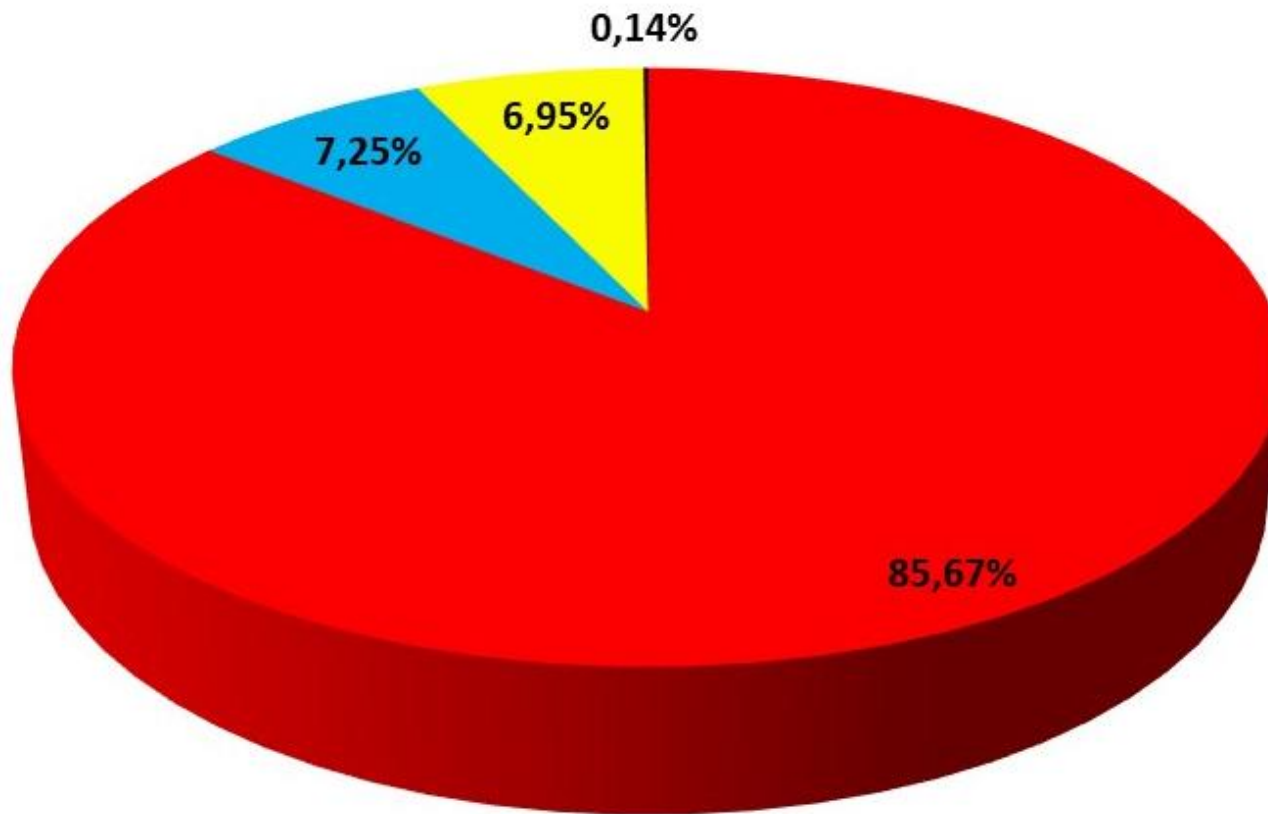
# GERAÇÃO DE RCD



Fonte: VIEIRA (2018)

# GERAÇÃO DE RCD

■ Classe A ■ Classe B ■ Classe C ■ Classe D

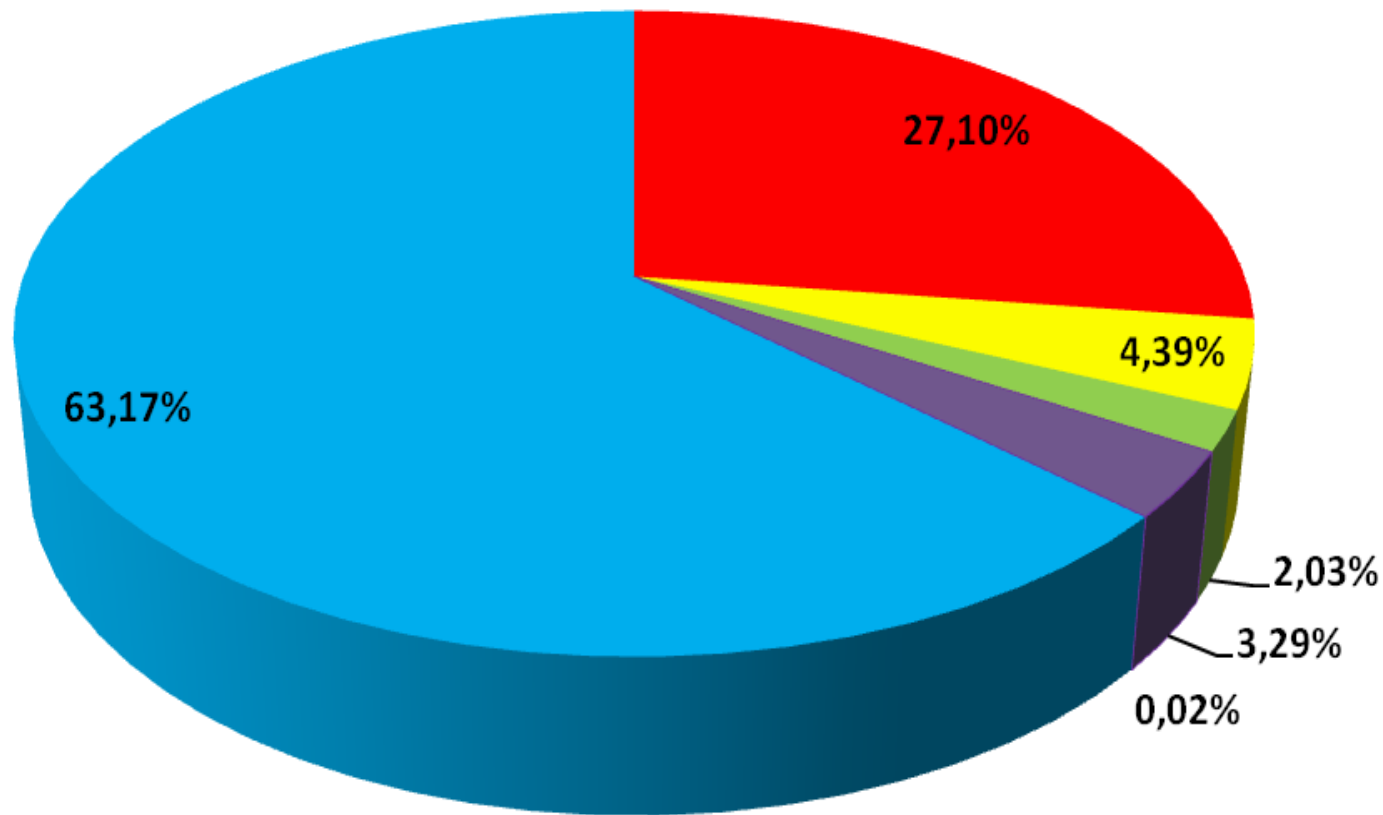


Fonte: VIEIRA (2018)



# GERAÇÃO DE RCD

■ Madeira ■ Plástico ■ Metal ■ Papelão ■ Vidro ■ Gesso



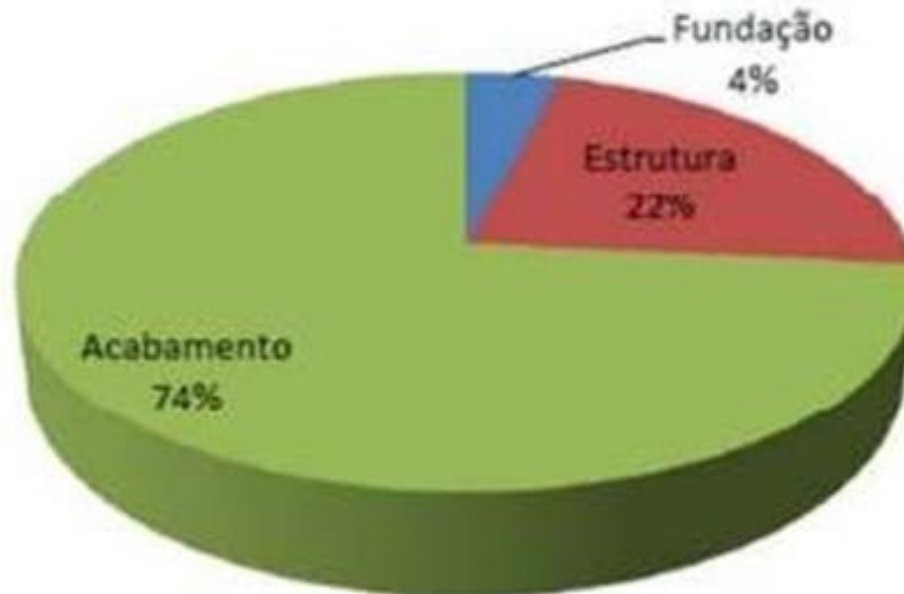
Fonte: VIEIRA (2018)

# GERAÇÃO DE RCD

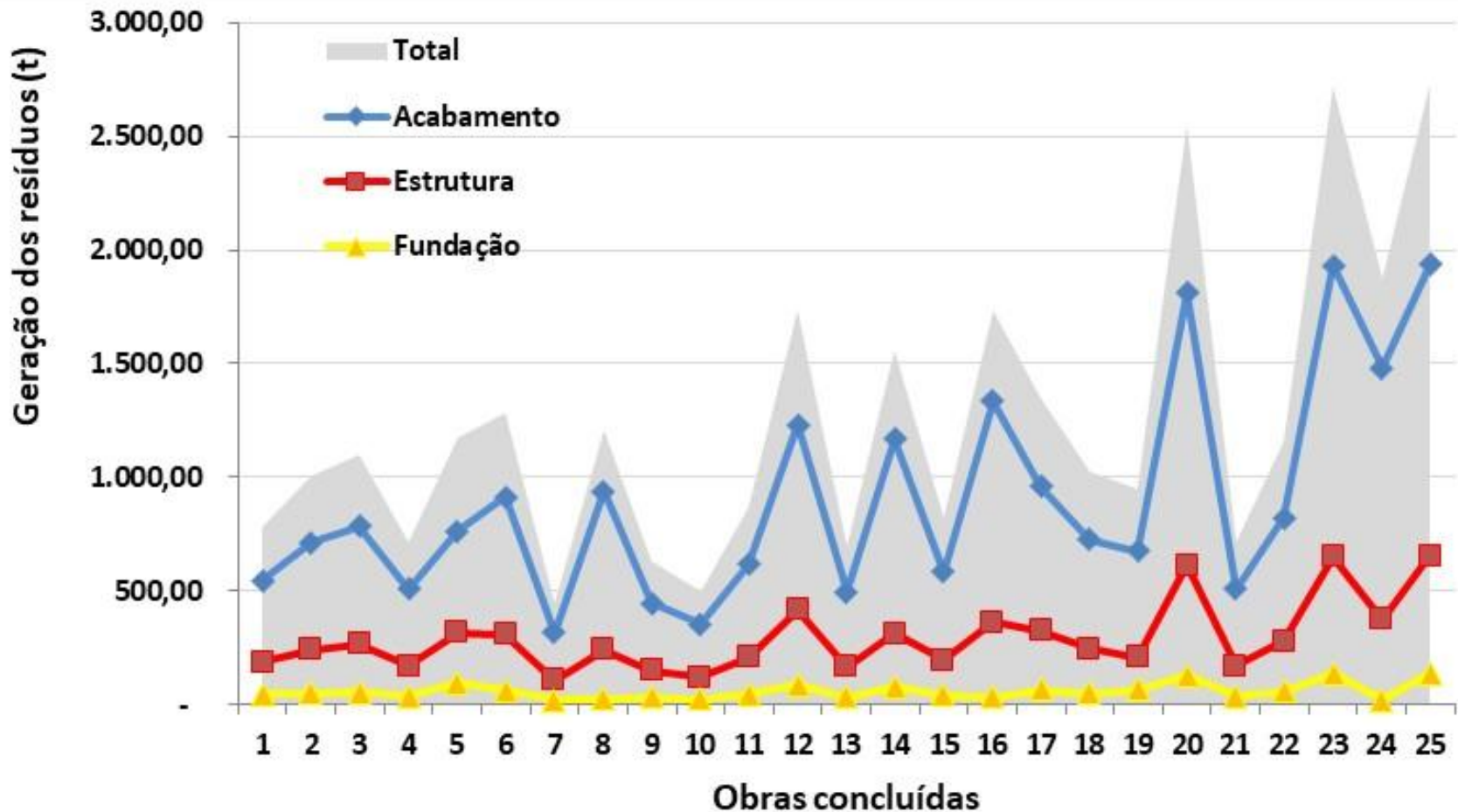
## ➤ *Fase mais crítica é a de Acabamento*

Gera cerca 110 t/mês, para um período médio de 15 meses, seguida da fase de estrutura e fundação

Causas: tempo de conclusão; instalações elétricas e hidrossanitárias; cronograma comprometido por atividades mal planejadas.

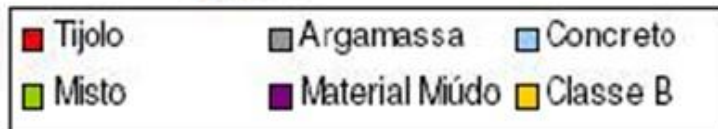
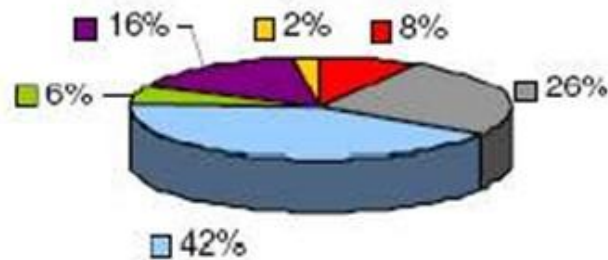


# GERAÇÃO DE RCD

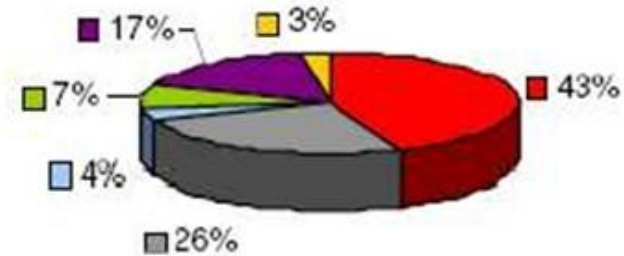


# COMPOSIÇÃO DOS RCD

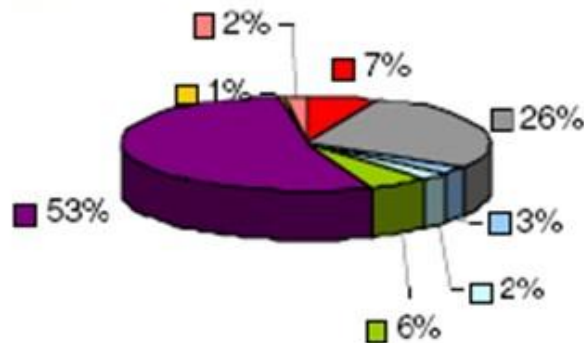
**Tabela:** Composição gravimétrica dos RCD por fase – ARAÚJO (2010)



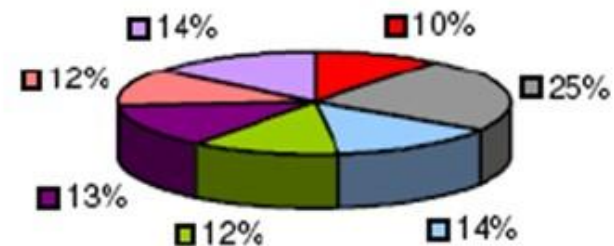
a) Estrutura



b) Alvenaria



c) Acabamento

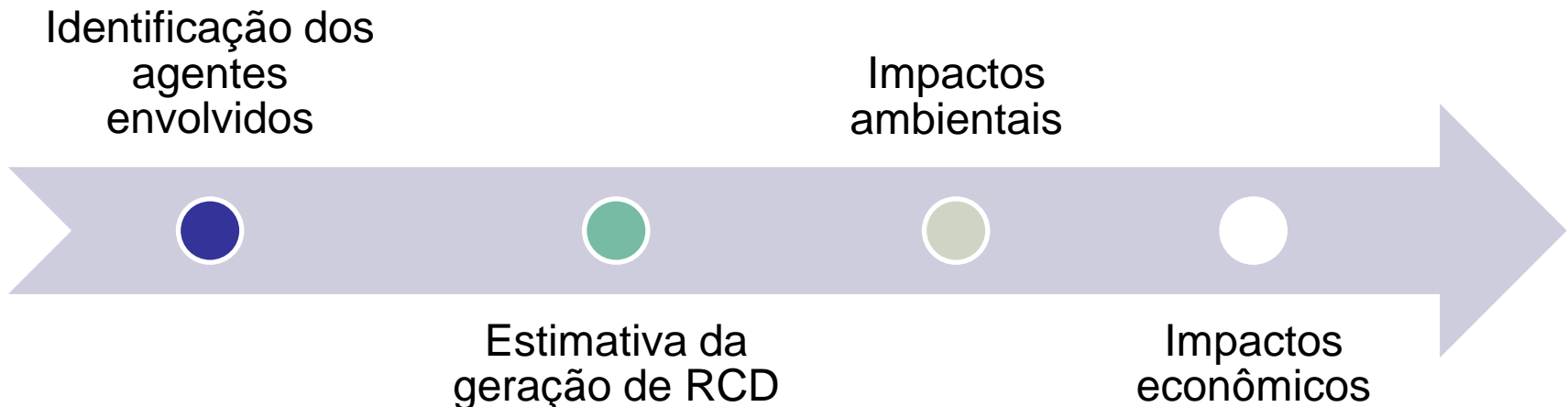


d) Demolição

# GESTÃO DOS RCD

## • Princípios:

- Facilitar a ação conjunta dos agentes envolvidos com a problemática dos RCD (geração, transporte e recepção);
- Disciplinar sua ação institucionalizando atividades e fluxos;
- Incentivar sua adesão pelos agentes envolvidos, tornando vantajosos os novos procedimentos.



# Desafios no Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

## Construtoras

- Implementar a gestão de RCD nos seus empreendimentos
- Rastrear os RCD até o destino adequado

## Poder Público

- Licenciar áreas de destinação final de RCD
- Fiscalizar o transporte e destinação final de RCD
- Corrigir problemas ambientais

## Fabricantes

- Desenvolver produtos e embalagens mais sustentáveis



# Gestão municipal de RCD

■ **ESTUDO DE CASO** : Avaliação dos aspectos sustentáveis dos pontos de recebimento de pequenos volumes de resíduos de construção e demolição (RCD) na cidade do Recife (LIMA *et al.*, 2014).

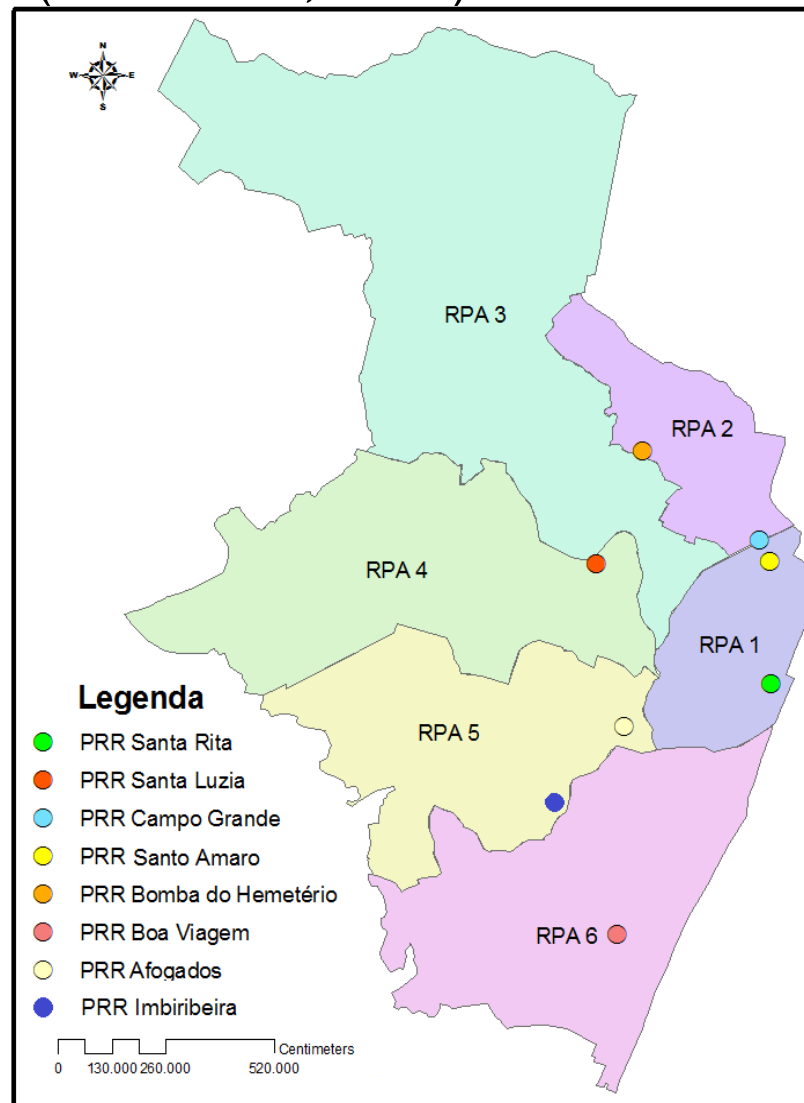
## ■ Localização



# Gestão municipal de RCD

## ■ ESTUDO DE CASO (LIMA *et al.*, 2014)

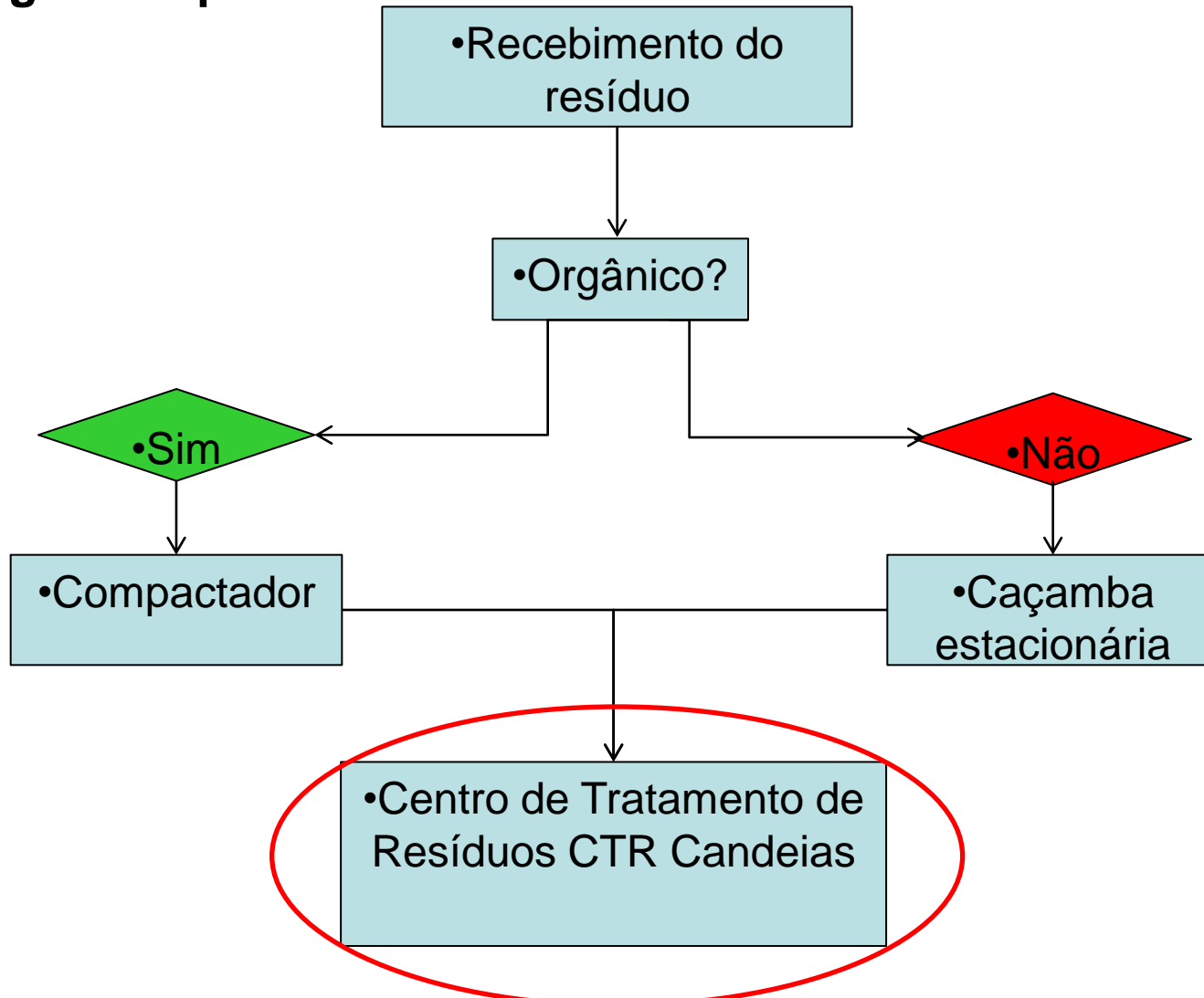
### ■ Localização



# Gestão municipal de RCD

■ ESTUDO DE CASO (LIMA *et al.*, 2014)

■ Fluxograma operacional



# PRR AFOGADOS



Compactador com vista para a feira livre de Afogados



Carros coletores



# PRR SANTA RITA



Vista do PRR Santa Rita



Caçamba estacionária com presença de RCD

## PRR SANTA LUZIA



Caçamba estacionária com rampa no PRR



Caçamba estacionária com presença de vários materiais sem segregação



# PRR BOMBA DO HEMETÉRIO



(a)



(b)

Vista geral do PRR – localização no meio da rua (a); detalhe da falta de estrutura (b)

# PRR BOA VIAGEM



Deposição irregular



Caçambas estacionárias

# PRR IMBIRIBEIRA

---



Vista geral da PRR



Deposição irregular de RCD



# PRR CAMPO GRANDE



Caçamba estacionária



Rampa de acesso

# PRR SANTO AMARO



Vista geral da PRR



Compactador e cabine de apoio



Caçamba estacionária

# REQUISITOS MÍNIMOS PARA RECEBIMENTO DO RCD

PRR	LOCALIZAÇÃO (visibilidade, acesso, manobra)	ISOLAMENTO (cercamento total do perímetro – cerca viva)	IMPLANTAÇÃO (estrutura a facilitar o recebimento)	SINALIZAÇÃO DO PRR
AFOGADOS				
SANTA RITA				
SANTA LUZIA				
BOMBA DO HEMETERO				
BOA VIAGEM				
IMBIRIBEIRA				
CAMPO GRANDE				
SANTO AMARO				

OBS: NENHUM PRR ATENDE A TODOS OS REQUISITOS MÍNIMOS



# CAUSAS DE DESPEJOS CLANDESTINOS

- falta de fiscalização atuante e efetiva, e controle das administrações municipais das atividades de coleta e transporte dos RCD;
- altos custos operacionais das empresas coletoras com combustíveis e manutenção da frota em razão das distâncias dos pontos geradores até os locais de disposição;
- falta de incentivos à triagem e ao beneficiamento dos RCD, o que transformaria os resíduos reciclados em novos materiais;
- falta de mercados para captação dos RCD;
- desconhecimento de locais indicados pelo órgão responsável pela limpeza urbana para aterros oficiais .

# ALTERNATIVAS PARA APROVEITAMENTO DE RCD

- Disposição na correção de relevos de terrenos (soterramento);
- Disposição em cavas de mineração;
- Camadas de obras de pavimentação;
- Uso na composição da camada de cobertura de aterros sanitários;
- Melhoramento de solo em obras geotécnicas;
- Fabricação de concreto e bloco de concreto sem função estrutural.

OBRIGADA.

Prof<sup>a</sup>: Kalinny Patricia Vaz Lafayette, D.Sc.

[klafayette@poli.br](mailto:klafayette@poli.br)

[klafayette@gmail.com](mailto:klafayette@gmail.com)