



## **MEMÓRIA DE CÁLCULO DA COLETA PÚBLICA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E VOLUMOSOS (GALHADAS, RESTOS DE PODAS, TRONCOS DE ÁRVORES, INSERVÍVEIS ETC).**

O presente estudo contribui para o adequado gerenciamento de resíduos de construção civil no município, uma vez que traz dados quantitativos estimados destes resíduos de construção, demolição e Volumosos (galhadas, troncos de árvores, Inservíveis etc) notadamente a sua geração.

Tal dado é o ponto inicial para elaborar um plano de gestão específico.

### **DA QUANTIDADE DE RCC E VOLUMOSOS PRODUZIDOS PELO MUNICÍPIO.**

#### **RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**

Na busca de informações que norteasse a quantificação de volume de entulhos, para desenvolvimento de projeto básico para coleta e destinação final desses resíduos, verifiquei que o Município não possui histórico de volume ou peso disponível, considerando que o processo de coleta atual e anteriores são e foram medidos por horas de caminhões, equipamentos e mão de obra.

Assim, busquei em artigos científicos publicados, maiores informações sobre estimativas de produção desses resíduos para servir como parâmetros de cálculo.

Segundo consta no Artigo Científico “Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem”, por Engenheira Ambiental Afrodite da Conceição Fabiana Cardoso, Mestre em Ciências Ambientais Sérgio Luciano Galatto e Mestre em Geografia Mario Ricardo Guadagnin, publicado na Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 31 – Março de 2014, sítio eletrônico [http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/31-03\\_Materia\\_1\\_artigos386.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/31-03_Materia_1_artigos386.pdf), a média de geração dos resíduos da construção civil é da ordem de 0,96 kg/diahab, assim descrito:



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU**  
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS HABITAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS

“Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, Lauritzen (1998) apud por Jonh (2000) apresenta dados da Europa com variação entre 2,08 a 3,19 kg/hab\*dia. Pinto (1999) propõe para o Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab\*dia. Em Criciúma, os dados referentes à estimativa de geração diária de resíduos da construção civil apontam variação entre 0,62 e 1,46 kg/hab\*dia. Este valor é inferior aos valores indicados na Europa, porém, mais próximo aos apresentados por Pinto (1999) para algumas cidades brasileiras. **A média da geração per capita em 10 anos é de 0,96 kg/dia e está dentro do intervalo considerado para as cidades Brasileiras.**” (grifos nossos).

Considerando que a cidade de Casimiro de Abreu possui 43.295 habitantes, segundo estimativa do IBGE, teremos uma produção estimada diária de:

$$43.295 \times 0,96 = \mathbf{41.563,2 \text{ kg/dia}}$$

em volume:

$$V = (P / Pe)$$

onde:

V – Volume produzido por dia

P – Peso produzido por dia (Kg);

Pe – Peso específico do entulho (Kg/m<sup>3</sup>);

Femp – Fator de empolamento (%).

Assim, teremos:

$$V = (41.563,2 / 1.500) \times 1,25 = 34,636 \cong 35 \text{ m}^3 / \text{dia}$$



## RESÍDUOS VOLUMOSOS

- **INSERVÍVEIS (BAGULHO)**

Da mesma forma, considerando que o Município também não possui histórico de volume ou peso disponível, pesquisei em publicações técnicas na WEB, maiores

informações sobre estimativas de produção desses resíduos para servir como parâmetros de cálculo.

Segundo consta na Publicação “Diagnóstico dos Resíduos – Geração” - sítio eletrônico, <https://portalresiduossolidos.com/diagnostico-dos-residuos-geracao/>, a média de geração dos resíduos inservíveis é da ordem de 30kg/ano/ab, assim descrito:

“Os resíduos volumosos precisam ser diagnosticados em conjunto com os resíduos de construção, pois são manejados pelo mesmo tipo de transportadores. Em alguns municípios são organizadas campanhas de “cata bagulho”, cujos encarregados conseguem indicar o percentual do volume composto por este tipo de resíduo. Os inventários de alguns municípios revelaram taxa de geração de 30,0 kg anuais per capita.”

Para 43.295 habitantes, teremos uma produção diária de:

$$(43.295 \times 30) / 365 = \mathbf{3.558,50 \text{ kg/dia}}$$

$$V = (P / Pe) \times Femp$$

$$V = (3.558,5 / 250) \times 1,30 = 18,5 \text{ m}^3$$



- **RESÍDUOS DE GALHADAS, RESTOS DE PODAS, TRONCOS ETC.**

Na mesma esteira, o Município não possui histórico de produção em pesos ou volumes. Após várias pesquisas, não encontrei valores de referência de produção *per capita*.

Durante as pesquisas identifiquei um dado que pudesse nortear uma média de produção. Trata-se da tabela de volume mensal dos materiais depositados no Aterro do Morro do Céu em Niterói – RJ:

Tabela 1 - Volume mensal dos materiais depositados no Aterro Morro do Céu, – Niterói/RJ

Material	Peso (t/mês)	Peso específico (t/m <sup>3</sup> )	Volume Mensal Ocupado (m <sup>3</sup> /mês)
Terra de cobertura	5.300	1,8	2.950
Entulho	7.650	1,5	5.100
Galhos/madeiras/tronco	640	0,6	1.070
Lixo de varrição	1.145	1	1.145
Lixo domiciliar e coleta diferenciada	11.183	0,8	13.980
Cinzas dos resíduos de saúde (20% incinerado)	24	1	24
<b>Total</b>	<b>25.942</b>		<b>24.269</b>

Fonte: Eigenheer et al., 2005

Observa-se que volume mensal de resíduos dessa natureza equivale a:

$$640 / 11.183 = 5,72297\% \text{ da produção mensal de lixo domiciliar;}$$

Segundo informado pelo Fiscal do Contrato de Coleta de Resíduos Domiciliares, Eng.º Vitor Stutz, o Município produz uma média diária de 34,83 t, conforme tabela anexa:





## 2. DIMENSIONAMENTO

Para se chegar a um valor por tonelada para a Coleta (carga, transporte e descarga), faz-se necessário obter o tempo necessário para se percorrer todo percurso das ruas do Município onde se dará o recolhimento dos RCC e Volumosos.

Para o Dimensionamento dos equipamentos necessários, foi utilizado o quadro de medidas dos logradouros da Secretaria de obras anexo,

Os pontos de descarga serão:

- RCC: Rua Zorobabel Alves Barreira S/Nº – Sociedade Fluminense – Sede - Casimiro de Abreu - RJ
- Volumosos: Rua Projetada 4 S/Nº ao lado do Parque de Eventos – Sede - Casimiro de Abreu – RJ.

### **Para Casimiro de Abreu – SEDE**

Medida total do arruamento:

SEDE: 95.112,24 m

**TOTAL COLETA: 95.112,24 m**

**TOTAL DISTANCIA ATÉ O DESCARTE: 3.500 m**



**Para BARRA DE SÃO JOÃO, PALMITAL E PATRULHA**

Medida total do arruamento:

BARRA DE SÃO JOÃO, PALMITAL E PATRULHA:

95.106,36 m

**TOTAL COLETA: 95.106,36 m**

**TOTAL DISTANCIA ATÉ O DESCARTE: 37.000,00 M**

**Para PROFESSOR SOUZA, RIO DOURADO E BOA ESPERANÇA**

Medida total do arruamento:

PROFESSOR SOUZA:

5.813,31m

RIO DOURADO E BOA ESPERANÇA:

10.535,51m

**TOTAL COLETA: 16.348,82 m**

**TOTAL DISTANCIA ATÉ O DESCARTE: 15.000,00 M**

A partir destes dados, podemos dimensionar a quantidade de Caminhões Caçambas para coleta dos Entulhos, Caminhões Carrocerias para coleta dos Volumosos (Bagulhos, inservíveis e galhadas) e Retroescavadeiras, conforme tabela de Dimensionamento abaixo:



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU**  
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS HABITAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS

**PARA A SEDE DE CASIMIRO DE ABREU**

 <b>Estado do Rio de Janeiro</b> <b>Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu</b> <b>Secretaria Municipal de Obras, Habitação e Serviços Públicos</b>													
TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE CAMINHÕES PARA SERVIÇO DE ENTULHO E GALHADA, INSERVÍVEIS ETC. PARA SEDE DE CASIMIRO DE ABREU													
Ordem	Descritivo	Distância a percorrer na coleta de resíduos	Distância média até o descarte	Velocidade média de coleta	Tempo percurso na rota p/ coleta resíduos	Tempo desloc.	Tempo percurso ida	Tempo percurso volta	Tempo de Carga e Espera (7/0,76*2')	Tempo de descarga (no descarte)	Tempo médio previsto <sup>1</sup>	Equivalência em Horas	Equivalência em equipamento <sup>2</sup>
		Km	Km	Km/h	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	h	unid
1	CAMINHÃO BASCULANTE (RECOLHIMENTO DE ENTULHO)	95,11	3,50	6,00	951,12	10,00	35,00	35,00	19,00	20,00	1.070,12	17,84	2,00
2	CAMINHÃO CARROCERIA (RECOLHIMENTO DE GALHADA) <sup>2</sup>	95,11	3,50	6,00	951,12	10,00	35,00	35,00	19,00	20,00	1.070,12	17,84	2,00
						20,0	70,0	70,0	38,0	40,0	2140,2	35,67	4,00
<b>TOTAL DE CAMINHÕES NECESSÁRIOS C/ARREDONDAMENTO</b>													<b>4,00</b>

1. Deslocamento - compreendido o tempo médio consumido da base ao ponto de coleta/carregamento e vice-versa, e o deslocamento entre os pontos de coleta ao longo do dia.  
 2. Arredondamento para baixo na equivalência em equipamentos.

TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE RETROESCAVADEIRA PARA A SEDE CASIMIRO DE ABREU				
Ordem		Quantidade de Caminhões	Proporção Caminhão: Retroescavadeira	Número de Retroescavadeira.
1	RETROESCAVADEIRA	4,00	2:1	2
<b>TOTAL DE EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS C/ARREDONDAMENTO</b>				<b>2</b>

\*\* O cálculo de proporção da Retroescavadeira será de 2:1 (2 Caminhões para 1 Retroescavadeira)



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU**  
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS HABITAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS

**PARA BARRA DE SÃO JOÃO, PALMITAL E PATRULHA**



Estado do Rio de Janeiro  
 Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu  
 Secretaria Municipal de Obras, Habitação e Serviços Públicos

**TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE CAMINHÕES PARA SERVIÇO DE ENTULHO E GALHADA, INSERVÍVEIS ETC. PARA BARRA DE SÃO JOÃO, PALMITAL E PATRULHA**

Ordem	Descritivo	Distância a percorrer na coleta de resíduos	Distância média até o descarte	Velocidade média de coleta	Tempo percurso na rota p/ coleta resíduos	Tempo desloc.	Tempo percurso ida	Tempo percurso volta	Tempo de Carga e Espera (7/0,76*2)	Tempo de descarga (no aterro)	Tempo médio previsto <sup>1</sup>	Equivalência em Horas	Equivalência em equipamento <sup>2</sup>
		Km	Km	Km/h	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	h	unid
1	CAMINHÃO BASCULANTE (RECOLHIMENTO DE ENTULHO)	95,11	37,00	10,00	570,64	10,00	222,00	222,00	19,00	20,00	1.063,64	17,73	2,00
2	CAMINHÃO CARROCERIA (RECOLHIMENTO DE GALHADA) <sup>3</sup>	95,11	37,00	10,00	570,64	10,00	222,00	222,00	19,00	20,00	1.063,64	17,73	2,00
						20,0	444,0	444,0	38,0	40,0	2127,3	35,45	4,00
<b>TOTAL DE CAMINHÕES NECESSÁRIOS C/ARREDONDAMENTO</b>												<b>4,00</b>	<b>4,00</b>

1. Deslocamento - compreendido o tempo médio consumido da base ao ponto de coleta/carregamento e vice-versa, e o deslocamento entre os pontos de coleta ao longo o dia.

2. Arredondamento para baixo na equivalência em equipamentos.

4.A Velocidade Média de coleta foi considerada 10 Km/h, em virtude de maior distância percorrida no descarte em Estrada fora dos limites urbanos.

**TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE RETROESCAVADEIRA PARA BARRA DE SÃO JOÃO, PALMITAL E PATRULHA**

Ordem		Quantidade de Caminhões	Proporção Caminhão: Retroescavadeira	Número de retroescav.
1	RETROESCAVADEIRA	4,00	.2:1	2
<b>TOTAL DE EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS C/ ARREDONDAMENTO</b>				<b>2</b>

\*\* O cálculo de proporção da Retroescavadeira será de 2:1 (2 Caminhões para 1 Retroescavadeira)



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU**  
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS HABITAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS

**PARA PROFESSOR SOUZA, RIO DOURADO E BOA ESPERANÇA**



Estado do Rio de Janeiro  
 Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu  
 Secretaria Municipal de Obras, Habitação e Serviços  
 Públicos

**TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE CAMINHÕES PARA SERVIÇO DE ENTULHO E GALHADA, INSERVÍVEIS ETC. PARA PROFESSOR SOUZA, RIO DOURADO E BOA ESPERANÇA**

Ordem	Descritivo	Distância a percorrer na coleta de resíduos <u>Km</u>	Distância média até o descarte <u>Km</u>	Velocidade média de coleta <u>Km/h</u>	Tempo percurso na rota p/ coleta resíduos minutos	Tempo desloc. minutos	Tempo percurso ida minutos	Tempo percurso volta minutos	Tempo de Carga e Espera (7/0,76*2) minutos	Tempo de descarga (no descarte) minutos	Tempo médio previsto <sup>1</sup> minutos	Equivalência em Horas h	Equivalência em equipamento <sup>2</sup> unid
1	CAMINHÃO BASCULANTE (RECOLHIMENTO DE ENTULHO)	16,35	15,00	10,00	98,09	10,00	90,00	90,00	19,00	20,00	327,09	5,45	1,00
2	CAMINHÃO CARROCERIA (RECOLHIMENTO DE GALHADA) <sup>3</sup>	16,35	15,00	10,00	98,09	10,00	90,00	90,00	19,00	20,00	327,09	5,45	1,00
						20,0	180,0	180,0	38,0	40,0	654,2	10,90	2,00
<b>TOTAL DE CAMINHÕES NECESSÁRIOS C/ARREDONDAMENTO</b>												<b>2,00</b>	<b>2,00</b>

1. Deslocamento - compreendido o tempo médio consumido da base ao ponto de coleta/carregamento e vice-versa, e o deslocamento entre os pontos de coleta ao longo do dia.

2. Arredondamento para baixo na equivalência em equipamentos.

4. A Velocidade Média de coleta foi considerada 10 Km/h, em virtude de maior distância percorrida no descarte em Estrada fora dos limites urbanos.

**TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE RETROESCAVADEIRA PARA SERVIÇO DE ENTULHO E GALHADA, PROFESSOR SOUZA, RIO DOURADO E BOA ESPERANÇA**

Ordem		Quantidade de Caminhões	Proporção Caminhão: Retroescavadeira	Número de retroescav.
1	RETROESCAVADEIRA	2,00	2:1	1
<b>TOTAL DE EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS C/ARREDONDAMENTO</b>				<b>1</b>

\*\* O cálculo de proporção da Retroescavadeira será de 2:1 (2 Caminhões para 1 Retroescavadeira)



## **EQUIPE DE TRABALHO:**

Considerando a quantidade de Caminhões e equipamentos encontrados no dimensionamento, dimensionamos a equipe padrão necessária, que será composta por:

2 caminhões toco caçamba 5 m<sup>3</sup> para transporte e descarga no recolhimento de entulhos;

1 Retroescavadeira para carga de entulhos e volumosos;

1 caminhão carroceria trucado capac. 12 t para transporte e descarga no recolhimento dos Volumosos;

4 serventes, sendo dois para apoio na limpeza, carga e descarga no recolhimento de entulho e dois na limpeza, carga e descarga no recolhimento dos volumosos.

## **PLANEJAMENTO LOGÍSTICO**

### **DAS LOCALIDADES**

#### **SEDE Casimiro de Abreu:**

**Barra de São João, Patrulha e Palmital**

**Professor Souza, Rio Dourado e Boa esperança**

### **DA DISTRIBUIÇÃO DAS EQUIPES POR LOCALIDADE**

**2 equipes para SEDE Casimiro de Abreu:**

**2 Equipes para Barra de São João, Patrulha e Palmital**

**1 Equipe para Professor Souza, Rio Dourado e Boa esperança**

Para acompanhamento e gestão dos serviços no campo das equipes será considerado um Encarregado.



### **CÁLCULO DAS HORAS DE EQUIPAMENTOS:**

**CAMINHÃO BASCULANTE, NO TOCO, CAPACIDADE DE 5,00M<sup>3</sup>, INCLUSIVE MOTORISTA – 2 (dois) por equipe;**

2 X 5 = 10 para atendimento ao transporte de entulho.

176 X 12 meses X 10 Caminhões = 21.120 h

½ horas produtivas e ½ improdutivas:

10.560 produtivas e 10.560 improdutivas

**RETRO ESCAVADEIRA/CARREGADEIRA, MOTOR DIESEL EM TORNO DE 75CV, CAPACIDADE DA CAÇAMBA DE 0,76M<sup>3</sup>, PROFUNDIDADE DE ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 4,00M, INCLUSIVE OPERADOR – 1 (um) por equipe;**

1 X 5 = 5 para atendimento aos serviços de carga nos caminhões.

176 X 12 meses X 5 retro-escavadeiras = 10.560 h

½ horas produtivas e ½ improdutivas

5.280 produtivas e 5.280 improdutivas

**CAMINHÃO COM CARROCERIA FIXA, TRUCADO CAPACIDADE DE 12T, INCLUSIVE MOTORISTA 1 (um) por equipe:**

1 X 5 = 5 para atendimento aos serviços de transporte de volumosos

176 X 12 meses X 5 caminhões = 10.560 h

½ horas produtivas e ½ improdutivas:

5.280 produtivas e 5.280 improdutivas

### **CÁLCULO DAS HORAS DE MÃO DE OBRA:**



**MÃO DE OBRA DE SERVENTE, INCLUSIVE ENCARGOS SOCIAIS (04 por equipe, sendo dois na coleta de entulho e dois na coleta de volumosos):**

$4 \times 5 = 20$  (vinte), sendo quatro para cada equipe no apoio, limpeza manual, carga e descarga.

$176 \times 12 \text{ meses} \times 20$  (vinte) serventes = 42.240 h

**MÃO DE OBRA DE ENCARREGADO, INCLUSIVE ENCARGOS SOCIAIS (01) um.**

$176 \times 12 \text{ meses} = 2.112 \text{ h}$

### **PLANILHA DE CUSTOS**

Após dimensionados os quantitativos de horas anual de Equipamentos e Mão de Obra, calculamos o custo total dos serviços para compor o valor do custo por tonelada.



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU**  
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS HABITAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS

<b>OBRA: SERVIÇOS DE COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E VOLUMOSOS (GALHADAS, TRONCOS DE ÁRVORES, INSERVÍVEIS, ETC)</b>						lo = 05/2019
<b>LOCAL: MUNICÍPIO DE CASIMIRO DE ABREU</b>						
<b>CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CASIMIRO DE ABREU</b>						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	\$ UNITÁRIO	\$ PARCIAL
<b>01.0</b>		<b>EQUIPAMENTOS</b>				<b>3.602.808,00</b>
01.01	19.004.0012-C	CAMINHAO BASCULANTE, NO TOCO, CAPACIDADE DE 5,00M3, INCLUSIVE MOTORISTA	H	10.560,00	127,79	1.349.462,40
01.02	19.004.0012-E	CAMINHAO BASCULANTE, NO TOCO, CAPACIDADE DE 5,00M3, INCLUSIVE MOTORISTA	H	10.560,00	43,34	457.670,40
01.03	19.005.0028-C	RETROESCAVADEIRA, COM PESO OPERACIONAL EM TORNO DE 7T, MOTORDIESEL EM TORNO DE 75CV, CAPACIDADE APROXIMADA DA CACAMBA DE 0,76M3, PROFUNDIDADE DE ESCAVACAO MAXIMA DE 4,00M, INCLUSIVE OPERADOR	H	5.280,00	113,63	599.966,40
01.04	19.005.0028-E	RETROESCAVADEIRA, COM PESO OPERACIONAL EM TORNO DE 7T, MOTORDIESEL EM TORNO DE 75CV, CAPACIDADE APROXIMADA DA CACAMBA DE 0,76M3, PROFUNDIDADE DE ESCAVACAO MAXIMA DE 4,00M, INCLUSIVE OPERADOR	H	5.280,00	38,45	203.016,00
01.05	19.004.0006-C	CAMINHAO COM CARROCERIA FIXA, TRUCADO, CAPACIDADE DE 12T, INCLUSIVE MOTORISTA	H	5.280,00	146,40	772.992,00
01.06	19.004.0006-E	CAMINHAO COM CARROCERIA FIXA, TRUCADO, CAPACIDADE DE 12T, INCLUSIVE MOTORISTA	H	5.280,00	41,61	219.700,80
<b>02.0</b>		<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>				<b>580.272,00</b>
02.01	05.105.0015-A	MAO-DE-OBRA DE SERVENTE, INCLUSIVE ENCARGOS SOCIAIS	H	42.240,00	12,54	529.689,60
02.02	05.105.0027-A	MAO-DE-OBRA DE FEITOR (ENCARREGADO DE TURMA), INCLUSIVE ENCARGOS SOCIAIS	H	2.112,00	23,95	50.582,40
<b>SUB TOTAL :</b>						<b>4.183.080,00</b>



### **3. CÁLCULO DO PREÇO POR TONELADA:**

O Preço por tonelada será o valor total dos custos com equipamentos e mão de obra necessários para os serviços, divididos pela produção estimada em toneladas.

Assim:

#### **CUSTO DAS EQUIPES POR ANO**

R\$ 4.183.080,00

#### **QUANTIDADE PRODUÇÃO ESTIMADA POR ANO:**

$47,11 \times 365 = 17.195,15 \text{ t}$

#### **PREÇO POR TONELADA SEM BDI**

$R\$ 4.183.080,00 / 17.195,15 \text{ t} = 243,270922324027$  ou seja:

**R\$ 243,270922324027 /T**