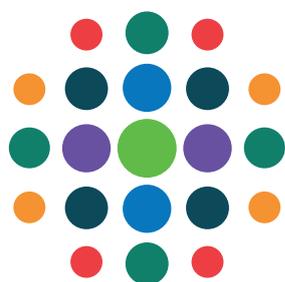


**sidac**

sistema de informação  
do desempenho ambiental  
da construção

## **Relatório de coleta de dados**

ARGAMASSA



# sidac

sistema de informação  
do desempenho ambiental  
da construção

## Relatório de coleta de dados

ARGAMASSA

Apoio



Cooperação técnica



Coordenação



Essa publicação foi organizada com o apoio financeiro do Instrumento de Parceria da União Europeia com o Ministério Federal Alemão para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) no contexto da Iniciativa Climática Internacional (IKI). O conteúdo dessa publicação é de inteira responsabilidade dos seus organizadores e não necessariamente reflete a visão dos financiadores.

## **SUPERVISÃO DA COLETA DE DADOS**

Me. Lidiane Santana Oliveira (USP)

Me. Fernanda Belizario Silva (IPT/USP)

Dr. Daniel Costa Reis (USP)

## **EQUIPE RESPONSÁVEL PELA COLETA DE DADOS DA ARGAMASSA<sup>1</sup>**

Carolina Strabelli Sonvezzo (USP): organização dos dados, análise dos dados, inserção dos dados no sistema, relatório

Prof. Dr. Vanderley John (USP): análise dos dados, supervisão

### **Como citar este documento:**

SONVEZZO, C. S., JOHN, V. M. Relatório de coleta de dados para o Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção: argamassas. São Paulo: SIDAC, 2022.

---

<sup>1</sup> Declaração de crédito dos autores: levantamento de dados: levantamento de dados de inventário de ciclo de vida dos produtos (primários ou secundários); análise dos dados: compilação e análise dos dados de inventário de ciclo de vida dos produtos; inserção dos dados no sistema: cadastro dos processos elementares no Sidac; relatório: elaboração do relatório de coleta de dados; supervisão: supervisão da coleta e análise dos dados de inventário de ciclo de vida dos produtos; apoio: apoio às atividades do projeto.

## Sumário

1	Introdução .....	1
2	Elaboração do processo elementar .....	1
2.1	Descrição do produto .....	1
2.2	Fluxograma do processo elementar .....	1
2.3	Descrição do processo elementar .....	1
2.4	Fonte de dados .....	2
2.5	Considerações e limitações do processo .....	2
2.6	Alocação .....	3
3	Métodos de cálculos.....	3
4	Inventário do processo elementar .....	3
5	Análise dos indicadores .....	6
6	Considerações finais .....	7
7	Referências .....	7
8	Apêndice - Verificação das informações disponíveis na referência consultada .....	8

# 1 Introdução

O objetivo desse relatório é apresentar os procedimentos adotados na coleta e no processamento dos dados genéricos do inventário de ciclo de vida de argamassas dosadas em obra. Serão apresentados: o fluxograma do processo elementar da produção de argamassa, considerando a fronteira do portão ao portão (*gate to gate*), dados qualitativos e quantitativos (fluxos de entrada e saída) que descrevem esse processo, bem como todas as conversões realizadas para adequação dos dados ao Sidac e elaboração do inventário do ciclo de vida dos produtos.

## 2 Elaboração do processo elementar

### 2.1 Descrição do produto

De acordo com a ABNT NBR 13529 argamassa é “um composto homogêneo de agregado(s) miúdo, aglomerante(s) inorgânico e água, contendo ou não aditivo ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento” (ABNT, 2013). O agregado miúdo mais utilizado nas argamassas dosadas em obra é a areia natural processada e os aglomerantes inorgânicos são o cimento e eventualmente a cal. As argamassas podem ser utilizadas para assentamento (tijolos, blocos, cerâmica, azulejos) e em revestimentos (reboco, emboço, contrapiso, acabamentos).

### 2.2 Fluxograma do processo elementar

O fluxograma do processo elementar associado à produção de argamassa dosada em obra é apresentado na Figura 1.

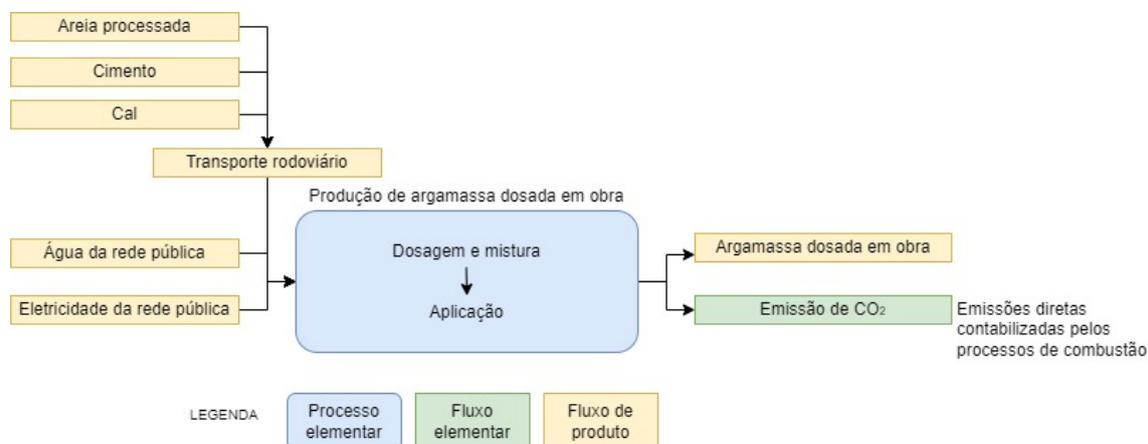


Figura 1 - Processo elementar da produção de argamassa dosada em obra.

### 2.3 Descrição do processo elementar

O processo se inicia com o recebimento das matérias-primas na obra (cimento, areia e cal quando aplicável), onde é dosada e misturada. A dosagem é um processo manual, realizada por volume, conforme o traço da argamassa (cimento : cal : areia). Na sequência é adicionado água de modo a obter a trabalhabilidade desejada. A mistura pode ser realizada manualmente, com misturador ou com betoneira. A movimentação dos materiais no canteiro é feita de forma manual. Após a homogeneização a argamassa está pronta para uso na obra.

## 2.4 Fonte de dados

O consumo das matérias-primas foi calculado a partir do traço em volume de cada tipo de argamassa considerado. A densidade aparente e massa específica dos materiais, relação água/materiais secos e *market share* dos cimentos e das cales (dados de 2020-2021) foram obtidos na base de dados do LME (POLI-USP). A distância média de transporte rodoviário da areia, desde os fabricantes até a obra, foi estimada com base na experiência de especialistas. A distância média de transporte do cimento foi baseada no Relatório Anual 2013 (SNIC, 2013). Já no caso das cales, devido à falta dessa informação, foi adotada a mesma distância média do cimento.

## 2.5 Considerações e limitações do processo

Neste estudo foram considerados os traços de argamassa dosada em obra mais comumente utilizados no Brasil. Não foi considerado aditivos ou adições em suas composições. A relação água/cimento (a/c) adotada está apresentado na Tabela 1. Foi considerado incerteza de +ou-10% na relação a/c para compensar variações no teor de umidade da areia. A densidade aparente e massa específica dos materiais adotados estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1: Traço dado em volume e relação água/cimento dos tipos de argamassa considerados.

Traço	a/c
1:2:8	1,9
1:2:9	1,8
1:1:6	1,1
1:3	0,5
1:4	0,6
1:6	0,8

Tabela 2: Densidade aparente e massa específica consideradas das matérias-primas.

	Densidade aparente (kg/dm <sup>3</sup> )	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )
Cimento	1,25	3,10
Cal	0,70	2,60
Areia	1,40	2,65

A proporção entre os diferentes tipos de cales e cimentos adotados no inventário refletem o *market share* nacional do período de 2020 a 2021 conforme apresentado na Figura 2. No caso dos cimentos foi desconsiderado o cimento CP V-ARI, pois não é utilizado em argamassas.

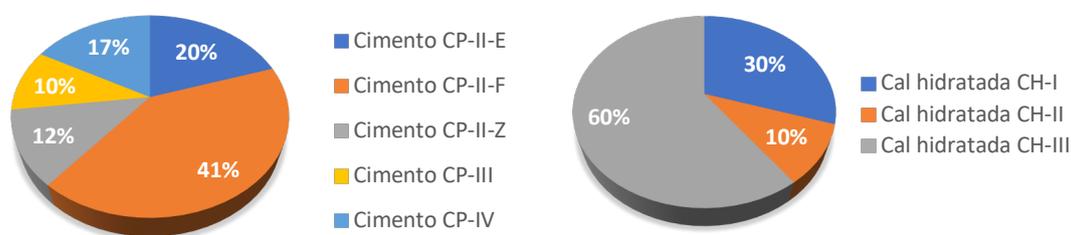


Figura 2 – Market share nacional dos cimentos e das cales do período de 2020 a 2021 segundo base de dados do LME (POLI-USP).

Considerou-se um desvio padrão correspondente a um coeficiente de variação de 20% para todas as distâncias de transporte. O veículo de transporte considerado é carreta de 5 eixos e retornam vazias, conforme informado por especialistas.

Não foi considerado o consumo de energia elétrica no canteiro de obras referente a produção da argamassa. O consumo de água se refere apenas à água de dosagem, sem incluir a água de limpeza dos equipamentos. Não está sendo considerado a geração de resíduos no processo de produção ou aplicação da argamassa.

## 2.6 Alocação

O processo elementar de produção das argamassas dosadas em obra não produz coprodutos e, portanto, não têm fator de alocação associados a eles.

## 3 Métodos de cálculos

Como os traços das argamassas são dados em volume, fez-se necessário a conversão de volume para massa das matérias-primas utilizando os dados da Tabela 2. O consumo de água foi estimado a partir da relação a/c adotada na Tabela 1. Considerando a incerteza de +ou- 10% da relação a/c, foi estimado o consumo de cada matéria-prima em massa para essas três situações, a partir da qual foi calculado a média ponderada e desvio padrão. A relação água/materiais secos adotado está apresentado na Tabela 3.

*Tabela 3: Relação água / materiais secos estimado para cada tipo de argamassa apresentado nesse estudo.*

Traço	Relação água/materiais secos		
	Mín.	Méd.	Máx.
1:2:8	0,14	0,17	0,20
1:2:9	0,13	0,15	0,17
1:1:6	0,11	0,13	0,15
1:3	0,10	0,11	0,13
1:4	0,09	0,11	0,13
1:6	0,09	0,10	0,12

## 4 Inventário do processo elementar

As tabelas a seguir apresentam os inventários inseridos no Sidac.

Tabela 4: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:2:8.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	315,73	41,45	-	-
Areia processada	kg	1.485,8	46,8	200	40
Cal hidratada CH-I	kg	55,72	1,76	800	160
Cal hidratada CH-II	kg	18,57	0,59	800	160
Cal hidratada CH-III	kg	111,43	3,51	800	160
Cimento CP-II-E	kg	33,16	1,04	800	160
Cimento CP-II-F	kg	67,99	2,14	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	19,9	0,63	800	160
Cimento CP-III	kg	16,58	0,52	800	160
Cimento CP-IV	kg	28,19	0,89	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:2:8	m <sup>3</sup>	1	-	-	-
<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.					

Tabela 5: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:2:9.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	283,8	36,4	-	-
Areia processada	kg	1.586,5	44,9	200	40
Cal hidratada CH-I	kg	52,88	1,5	800	160
Cal hidratada CH-II	kg	17,63	0,5	800	160
Cal hidratada CH-III	kg	105,76	3,0	800	160
Cimento CP-II-E	kg	31,5	0,9	800	160
Cimento CP-II-F	kg	64,5	1,8	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	18,9	0,5	800	160
Cimento CP-III	kg	15,7	0,4	800	160
Cimento CP-IV	kg	26,8	0,8	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:2:9	m <sup>3</sup>	1	-	-	-
<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.					

Tabela 6: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:1:6.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	264,1	33,3	-	-
Areia processada	kg	1.610,8	42,5	200	40
Cal hidratada CH-I	kg	40,27	1,06	800	160
Cal hidratada CH-II	kg	13,42	0,35	800	160
Cal hidratada CH-III	kg	80,54	2,12	800	160
Cimento CP-II-E	kg	47,9	1,3	800	160
Cimento CP-II-F	kg	98,3	2,6	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	28,8	0,8	800	160
Cimento CP-III	kg	24,0	0,6	800	160
Cimento CP-IV	kg	40,7	1,1	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:1:6	m <sup>3</sup>	1	-	-	-

<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.

Tabela 7: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:3.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	239,6	29,7	-	-
Areia processada	kg	1.607,9	38,5	200	40
Cimento CP-II-E	kg	95,7	2,3	800	160
Cimento CP-II-F	kg	196,2	4,7	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	57,4	1,4	800	160
Cimento CP-III	kg	47,9	1,1	800	160
Cimento CP-IV	kg	81,4	1,9	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:3	m <sup>3</sup>	1	-	-	-

<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.

Tabela 8: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:4.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	230,0	28,3	-	-
Areia processada	kg	1.715,0	39,4	200	40
Cimento CP-II-E	kg	76,6	1,8	800	160
Cimento CP-II-F	kg	157,0	3,6	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	45,9	1,1	800	160
Cimento CP-III	kg	38,3	0,9	800	160
Cimento CP-IV	kg	65,1	1,5	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:4	m <sup>3</sup>	1	-	-	-

<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.

Tabela 9: Inventário do processo elementar de produção da argamassa dosada em obra traço 1:6.

Fluxo	Unid.	Fluxos de inventário		Transporte <sup>a</sup>	
		Quant. (média pond.)	Desvio padrão	Distância Média (km)	Desvio padrão (km)
<b>Entradas</b>					
Água da rede pública	L	219,12	26,7	-	-
Areia processada	kg	1.837,4	40,2	200	40
Cimento CP-II-E	kg	54,7	1,2	800	160
Cimento CP-II-F	kg	112,1	2,5	800	160
Cimento CP-II-Z	kg	32,8	0,7	800	160
Cimento CP-III	kg	27,3	0,6	800	160
Cimento CP-IV	kg	46,5	1,0	800	160
<b>Saídas</b>					
Argamassa dosada em obra 1:6	m <sup>3</sup>	1	-	-	-
<sup>a</sup> Veículo de transporte considerado: carreta de 5 eixos. Distância de ida e volta.					

## 5 Análise dos indicadores

A Figura 3 apresenta a emissão de CO<sub>2</sub> dos cinco traços de argamassa obtidos no Sidac, bem como um comparativo com duas referências da literatura. Tanto o estudo europeu de (ZABALZA BRIBIÁN; VALERO CAPILLA; ARANDA USÓN, 2011) como o estudo nacional de (CIRILO; MELO, 2018) utilizaram banco de dados do Ecoinvent.

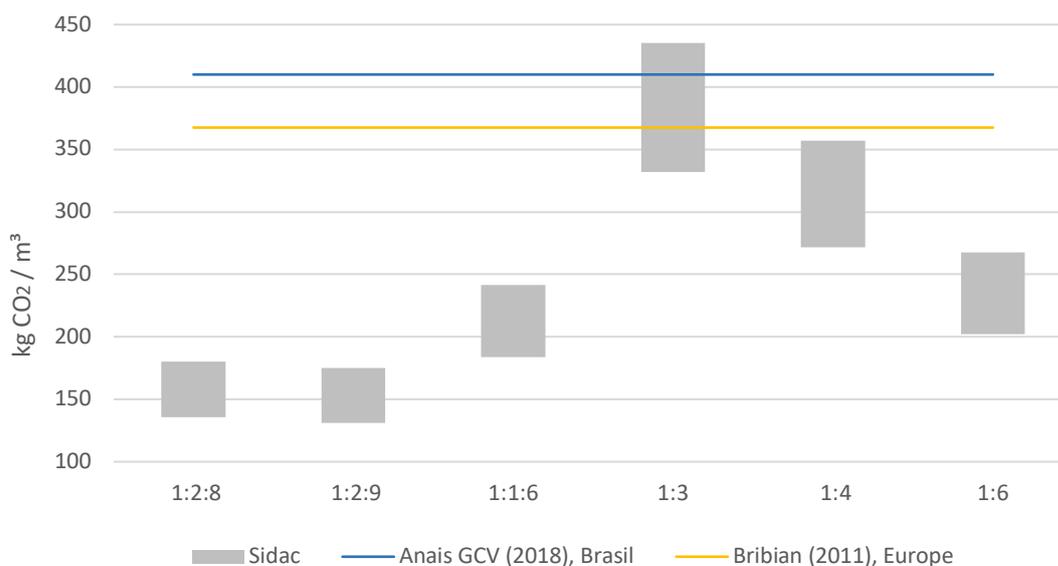


Figura 3: Análise do indicador de emissão de CO<sub>2</sub> para argamassas dosadas em obra.

Observa-se que os dados de literatura não são apresentados por tipo de argamassa com no Sidac, mas seus valores são similares ao da argamassa 1:3, a de maior consumo de cimento, e consequentemente a que possui maior emissão de CO<sub>2</sub>.

A Figura 4 apresenta os consumos energéticos dos cinco traços de argamassa obtidos no Sidac, incluindo uma comparação com o estudo de (ZABALZA BRIBIÁN; VALERO CAPILLA; ARANDA USÓN, 2011) que apresenta valor similar ao valor máximo da argamassa 1:3.

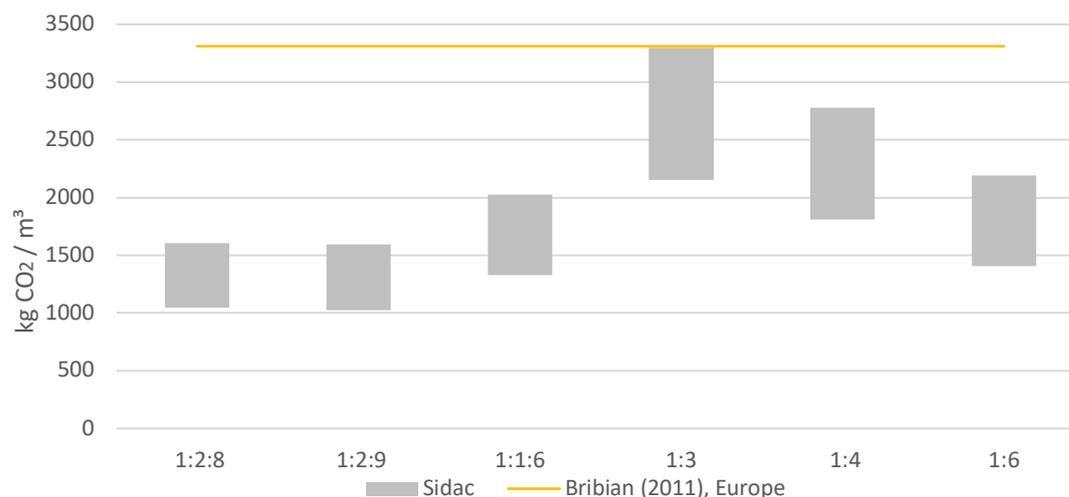


Figura 4: Análise do indicador de emissão de CO<sub>2</sub> para argamassas dosadas em obra.

## 6 Considerações finais

Este trabalho apresenta os inventários do processo elementar de produção de cinco tipos de argamassa dosada em obra mais utilizados no Brasil. Os dados de consumo de matérias-primas foram obtidos a partir do próprio traço em volume da argamassa. Outros dados como o *market share* para os diferentes tipos de cimento e cal, bem como a relação água/materiais secos foram obtidos no banco de dados do LME (POLI-USP). Os dados obtidos mostraram-se coerentes e similares com aqueles encontrados na literatura.

## 7 Referências

ABNT. **ABNT NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia**. Brasil: ABNT, 2013.

CIRILO, F.; MELO, A. T. S. **Comparativo de desempenho ambiental entre argamassa industrializada e argamassa virada em obra**. Anais do VI Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida Brasília. **Anais...**2018.

SNIC. **Relatório Anual 2013**. Brasil: SNIC (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento), 2013. Disponível em: <[http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio\\_anual/rel\\_anual\\_2013.pdf](http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio_anual/rel_anual_2013.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2019.

ZABALZA BRIBIÁN, I.; VALERO CAPILLA, A.; ARANDA USÓN, A. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. **Building and Environment**, v. 46, n. 5, p. 1133–1140, maio 2011.

## 8 Apêndice - Verificação das informações disponíveis na referência consultada

Informação	LME (POLI-USP)
Identificação da publicação (autores, ano, local)	N/A
Período a que os dados se referem	2020-2021
Local (região, cidade, estado) a que os dados se referem	Brasil
Fluxograma do processo	N/A
Detalhamento do processo elementar (identificação do processo produtivo)	N/A
Processo elementar possui diferencial (fluxos ou etapas específicas)	N/A
Indica a representatividade dos dados	N/A
Adota algum critério de corte	N/A
Referência apresenta dados primários nacionais	N/A
Referência apresenta dados estimados nacionais	N/A
Especificadas as incertezas dos fluxos	N/A
Possui fluxos de insumos materiais	S
Possui fluxos de insumos energéticos	N
Possui fluxos de água	N
Possui fluxos de geração de resíduos	N
Indica unidade de referência dos fluxos	S
Unidade de referência é a mesma da unidade declarada adotada para o Sidac	S
Especificados os fatores para conversão de unidades dos fluxos (ex.: densidades)	S
Necessário adotar fatores de conversão de unidades não especificados na publicação	S
Critério de alocação especificado na publicação	N/A
Publicação apresenta balanço de massa	N/A
Identificado os tipos de transporte das matérias-primas	N/A
Informadas as distâncias de transporte das matérias-primas até a fábrica	N/A

S: sim, N: não, N/A: não se aplica