



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Infraestrutura

Balanco social - 2020

Metrô de Fortaleza



Benefícios avaliados

1. Redução no tempo de viagem;
2. Redução com acidentes;
3. Menor consumo de combustível;
4. Menor custo de operação de veículos;
5. Menor volume de poluentes emitido.
6. SUMÁRIO DOS RESULTADOS



1. Redução no tempo de viagem

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho de tempo:

1a. Qual é a demanda do sistema? (quantas pessoas embarcam onde e desembarcam onde, dentro do sistema Metrofor?)

1b. Qual é o ganho de tempo ao substituir o ônibus pelo metrô?

1c. Quanto ao valor do tempo?

**Metrô de
Fortaleza**



1. Redução no tempo de viagem

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho de tempo:

1a. Qual é a demanda do sistema? (quantas pessoas embarcam onde e desembarcam onde, dentro do sistema Metrofor?)

1b. Qual é o ganho de tempo ao substituir o ônibus pelo metrô?

1c. Quanto ao valor do tempo?

AJUSTADA PROPORCIONALMENTE PARA A DEMANDA DIÁRIA MÉDIA DE 2020 --> aprox 17100 pass/dia

1a.

MATRIZ O-D SÍNTECA (DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS POR MODELO GRAVITACIONAL)

O-D	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	CHI	JAL	SBE	BEN	POR	COU	JUK	PAR	VIP	SAT	MON	ESP	ARA	ALT	RAQ	VIT	MAR	JER	CAB
1 Chico da Silva	0	10	7	10	4	3	4	18	8	9	9	25	15	5	17	23	32	10	18
2 José de Alencar	13	0	26	51	31	34	30	143	126	138	98	387	237	46	235	260	351	161	285
3 São Benedito	8	26	0	18	13	15	14	66	57	62	45	178	109	22	109	123	166	75	133
4 Benfica	11	42	18	0	12	14	14	69	56	62	47	179	110	23	113	131	178	77	139
6 Porangabussu	4	31	13	11	0	3	3	18	13	15	13	45	27	7	30	38	52	20	37
7 Couto Fernandes	3	35	15	13	3	0	2	10	6	7	8	23	14	5	17	24	34	11	20
8 Juscelino Kubitschek	4	31	14	14	3	2	0	8	6	8	7	26	17	4	19	25	34	13	24
9 Parangaba	17	149	67	69	18	10	8	0	22	27	27	104	67	18	79	102	143	56	102
10 Vila Pery	9	137	61	59	13	6	6	21	0	7	9	30	19	9	28	46	66	19	34
11 Manoel Sátiro	9	152	68	67	15	7	8	26	7	0	8	22	16	8	25	42	61	17	31
12 Mondubim	8	107	49	50	13	7	7	27	9	8	0	20	14	5	22	32	48	16	31
13 Esperança	26	433	197	196	47	24	28	108	29	22	19	0	25	12	47	82	126	37	70
14 Aracapé	15	266	122	122	30	15	18	71	19	16	13	25	0	5	20	38	62	18	35
15 Alto alegre	4	50	23	24	7	4	4	18	8	7	5	12	6	0	6	9	15	6	12
16 Rachel de queiroz	17	262	121	124	32	17	20	84	27	24	22	46	20	5	0	24	40	15	33
17 Virgílio Távora	22	284	133	139	38	23	25	105	42	38	32	80	38	8	25	0	43	18	42
18 Maracanaú	30	380	178	187	53	32	35	146	60	56	47	121	61	15	42	43	0	20	47
19 Jereissati	10	179	83	85	22	12	14	61	18	17	17	37	18	6	15	17	18	0	9
20 Carlito Benevides	19	321	150	153	40	21	26	112	34	31	33	70	35	12	32	38	39	9	0

A matriz ao lado representa a demanda de usuários para cada par de estações. Uma funciona como origem e outra como destino do trecho da viagem.

Metrô de Fortaleza



1. Redução no tempo de viagem

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho de tempo:

1a. Qual é a demanda do sistema? (quantas pessoas embarcam onde e desembarcam onde, dentro do sistema Metrofor?)

1b. Qual é o ganho de tempo ao substituir o ônibus pelo metrô?

1c. Quanto ao valor do tempo?

1b.

MATRIZ DE DIFERENÇA DE TEMPOS ENTRE MODAIS

DIFERENÇAS (ÔNIBUS - METRO)	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	CHI	JAL	SBE	BEN	POR	COU	JUK	PAR	VIP	SAT	MON	ESP	ARA	ALT	RAQ	VIT	MAR	JER	CAB
1 Chico da Silva	0	5	7	6	9	11	14	17	25	22	21	27	41	46	49	52	55	58	62
2 José de Alencar	5	0	5	3	7	9	11	16	22	19	18	24	35	40	43	47	50	53	56
3 São Benedito	9	5	0	5	9	7	10	14	23	21	20	23	37	42	46	49	53	56	60
4 Benfica	12	3	5	0	4	6	10	15	21	17	16	21	34	40	44	48	52	56	59
6 Porangabussu	16	7	6	6	0	5	11	12	23	32	23	28	30	37	42	47	52	56	60
7 Couto Fernandes	18	9	9	9	5	0	5	11	18	16	14	19	30	37	41	45	48	52	55
8 Juscelino Kubitschek	17	13	11	7	12	5	0	5	18	10	9	14	21	26	30	35	39	43	47
9 Parangaba	26	18	16	14	16	11	5	0	5	18	12	21	16	21	25	30	34	39	42
10 Vila Pery	32	24	22	20	22	18	11	5	0	5	16	23	23	28	33	38	43	48	52
11 Manoel Sátiro	31	25	24	21	24	19	15	18	5	0	5	23	33	38	44	49	55	60	65
12 Mondubim	37	31	29	26	30	24	20	22	20	5	0	5	22	27	32	37	42	47	51
13 Esperança	41	33	31	29	31	27	21	20	20	24	5	0	5	13	18	22	27	31	35
14 Aracapé	53	45	44	41	44	39	33	27	33	29	29	5	0	5	11	16	22	27	31
15 Alto alegre	59	51	50	47	50	45	37	31	37	37	34	18	5	0	5	11	17	22	26
16 Rachel de Queiroz	63	55	54	51	54	49	41	34	42	44	39	23	12	5	0	5	12	17	21
17 Virgílio Távora	67	59	58	55	58	53	45	38	47	52	44	27	18	12	5	0	5	13	18
18 Maracanã	71	63	62	59	62	57	49	42	52	59	49	32	23	18	12	5	0	5	13
19 Jereissati	75	67	65	62	66	61	53	46	57	66	55	37	29	24	18	13	5	0	5
20 Carlito Benevides	80	71	69	66	70	65	57	49	62	74	60	41	34	29	24	18	13	5	0

A matriz ao lado representa a diferença de tempo de viagem entre ônibus e metrô, tendo origem e destino as estações de metrô. Ela representa o ganho de tempo caso o usuário substitua o ônibus pelo modo ferroviário. (em minutos)

Metrô de Fortaleza



1. Redução no tempo de viagem

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho de tempo:

1a. Qual é a demanda do sistema? (quantas pessoas embarcam onde e desembarcam onde, dentro do sistema Metrofor?)

1b. Qual é o ganho de tempo ao substituir o ônibus pelo metrô?

1c. Quanto ao valor do tempo?

1b.

MATRIZ DOS TEMPOS ECONOMIZADOS

TOTAL	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	CHI	JAL	SBE	BEN	POR	COU	JUK	PAR	VIP	SAT	MON	ESP	ARA	ALT	RAQ	VIT	MAR	JER	CAB
1 Chico da Silva	0	51	59	73	45	39	63	378	252	240	225	804	703	315	1194	1737	2508	861	1564
2 José de Alencar	67	0	131	203	283	379	392	2723	3273	3167	2155	11235	9697	2761	15137	17818	25472	12391	23116
3 São Benedito	78	130	0	92	133	134	163	1117	1531	1561	1087	4977	4678	1352	7318	8733	12536	6025	11260
4 Benfica	148	170	88	0	60	98	166	1245	1339	1239	894	4480	4390	1400	7314	9081	13198	6128	11538
6 Porangabussu	80	246	89	79	0	14	41	252	332	542	341	1426	957	390	1860	2556	3825	1614	3078
7 Couto Fernandes	63	381	161	146	13	0	9	135	129	131	129	514	497	259	1030	1576	2367	831	1563
8 Juscelino Kubitschek	72	496	178	109	43	10	0	41	121	94	80	422	415	134	672	993	1558	666	1305
9 Parangaba	510	3126	1272	1097	315	125	41	0	111	548	383	2497	1274	438	2331	3554	5736	2527	5042
10 Vila Pery	317	3826	1581	1351	323	121	75	103	0	36	170	782	506	275	1076	2005	3284	1041	2045
11 Manoel Sátiro	337	4554	1910	1665	426	160	133	525	36	0	38	584	587	326	1250	2343	3816	1176	2308
12 Mondubim	354	3861	1666	1539	433	202	167	676	214	39	0	99	340	158	783	1359	2271	877	1777
13 Esperança	1232	16868	7299	6671	1708	733	664	2478	677	598	96	0	127	180	952	2104	3875	1331	2794
14 Aracapé	938	14094	6213	5833	1479	657	675	2208	707	515	426	125	0	27	251	718	1521	555	1240
15 Alto alegre	351	3658	1658	1660	483	278	187	633	328	287	192	243	28	0	28	111	277	150	362
16 Rachel de Queiroz	1452	20445	9230	8988	2404	1193	954	3323	1301	1203	961	1194	274	27	0	121	530	299	800
17 Virgílio Távora	2012	23599	10770	10749	3084	1709	1295	4601	2240	2252	1600	2493	774	118	127	0	213	257	846
18 Maracanã	2909	33466	15350	15422	4499	2539	1959	7078	3565	3767	2637	4452	1619	299	589	215	0	100	686
19 Jereissati	1084	16630	7590	7427	1999	971	877	3222	1198	1276	1079	1568	604	166	319	240	90	0	43
20 Carlitto Benevides	2029	31430	14391	14117	3819	1859	1720	6391	2379	2612	2213	3327	1375	409	865	803	557	44	0

A matriz ao lado representa o total de tempo economizado por todos os passageiros, para cada par O-D de estações do metrofor.



1. Redução no tempo de viagem

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho de tempo:

1a. Qual é a demanda do sistema? (quantas pessoas embarcam onde e desembarcam onde, dentro do sistema Metrofor?)

1b. Qual é o ganho de tempo ao substituir o ônibus pelo metrô?

1c. Quanto ao valor do tempo?

1c. **Para o ano de 2020**

Valor do tempo para usuários de sistemas de transporte público em Fortaleza (TRANSITAR, 2018)
(valor atualizado para 2020 com base na inflação)

R\$ 6,14 / hora de viagem

Total de viagens linha Sul em 2020

5.810.576 passageiros

Total de tempo economizado por todos os passageiros

- em média, cada passageiro economizou 49,83 min
- no dia típico 852.079 minutos
- horas/mês 340.831 horas
- \$ economizados/mês R\$ 2.092.706

A economia média pro viagem foi de R\$ 5.10 por passageiro. Se multiplicarmos este valor pelo total de viagens temos a **economia total pela redução de tempo de viagem: R\$ 29.669.216,63**

2. Redução com acidentes

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com redução de acidentes:

2a. Qual a divisão modal em Fortaleza sem o metrô?

2b. Qual a participação dos modos de transporte nas ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Fortaleza em 2020?

2c. Quais os custos associados a cada tipo de acidente?

2d. Qual o valor reduzido?

**Metrô de
Fortaleza**



2. Redução com acidentes

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com redução de acidentes:

2a. Qual a divisão modal em Fortaleza sem o metrô?

2b. Quais os custos associados a cada tipo de acidente?

2c. Qual a participação dos modos de transporte nas ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Fortaleza em 2020?

2d. Qual o valor reduzido?

2a

DIVISÃO MODAL			
Ônibus	60,20%	59,60%	59,60%
Moto	39,80%	39,40%	37,43%
Carro	-	-	1,97%
Bicicleta	1,00%	1,00%	1,00%
Pedestre	-	-	
	99,00%		

Partimos da premissa de que, se a Linha Sul do Metrô não estivesse em operação, teríamos um aumento no número de viagens nos demais modos. A tabela ao lado representa a nova divisão modal em porcentagens.

**Metrô de
Fortaleza**



2. Redução com acidentes

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com redução de acidentes:

2a. Qual a divisão modal em Fortaleza sem o metrô?

2b. Quais os custos associados a cada tipo de acidente?

2c. Qual a participação dos modos de transporte nas ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Fortaleza em 2020?

2d. Qual o valor reduzido?

2c

TIPO de Acidente - \$				
	IPEA (12/2014)		Corrigido (12/2020)	
Sem vítima	R\$	23.498,77	R\$	39.608,00
Com Vítima	R\$	96.744,79	R\$	163.068,00
Com fatalidade	R\$	664.821,00	R\$	1.120.599,00

A prefeitura de Fortaleza, respaldada por estudos do IPEA, estipula valores monetários para os três tipos de acidentes (com fatalidade, com vítima e sem vítima). Estes valores, corrigidos pela inflação do período (Banco Central do Brasil), são apresentados na tabela ao lado.

**Metrô de
Fortaleza**



2. Redução com acidentes

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com redução de acidentes:

2a. Qual a divisão modal em Fortaleza sem o metrô?

2b. Quais os custos associados a cada tipo de acidente?

2c. Qual a participação dos modos de transporte nas ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Fortaleza em 2020?

2d. Qual o valor reduzido?

2b

Tipo de acidente	Total	/modo	%	Parcial
Vitima Fatal	193	Moto	52,70%	102
		Carro	5,00%	10
		Bic	11,00%	21
		Onib	0,40%	1
		Outros	30,30%	58
Vitima não fatal	6386	Moto	61,20%	3908
		Carro	18,90%	1207
		Bic	3,90%	249
		Outros	14,20%	907
		Onib	1,80%	115
Material	4245	Moto	61,20%	2598
		Carro	18,90%	802
		Bic	3,90%	166
		Outros	14,20%	603
		Onib	1,80%	76
TOTAL	10824		100%	10823

Há ainda uma participação de cada modo nos três tipos de acidentes.

Com base no manual de segurança viária (Fortaleza, 2019) e em dados da mídia municipal, em 2020 foram registrados 40% acidentes que em 2019.

193 acidentes com fatalidade

10.630 acidentes sem fatalidades

TOTAL 10.823

**Metrô de
Fortaleza**



2. Redução com acidentes

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com redução de acidentes:

2a. Qual a divisão modal em Fortaleza sem o metrô?

2b. Quais os custos associados a cada tipo de acidente?

2c. Qual a participação dos modos de transporte nas ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Fortaleza em 2020?

2d. Qual o valor relativo à redução de acidentes?

2d

Modo	Redução da Frota	tipo	Acidentes evitados	Total
Ônibus	22,3	Fatal	0,008	R\$9.476,564
		Vítima	1,259	R\$205.330,539
		sem vítima	0,837	R\$33.152,516
Carros	84	Fatal	0,001	R\$1.442,503
		Vítima	0,161	R\$26.254,192
		sem vítima	0,107	R\$4.238,982
Motos	1523	Fatal	0,500	R\$560.001,656
		Vítima	19,202	R\$3.131.267,985
		sem vítima	12,764	R\$505.572,202
Bicicletas	41	Fatal	0,035	R\$38.721,413
		Vítima	0,405	R\$66.101,792
		sem vítima	0,269	R\$10.672,746
Total				R\$4.592.233,091

Na tabela ao lado apresentamos um resumo das quantificações de acidentes por tipo e por modo de transporte, e a monetização dos acidentes evitados.

Calcula-se:

- a quantidade de veículos seria retirado do sistema;
- a proporção de acidentes minimizados (por modo);
- o custo referente a cada tipo de acidente

**Metrô de
Fortaleza**



3. Menor consumo de combustível

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com menor consumo de combustível:

3a. Qual o custo de consumo de combustível por modo?

3b. Qual a redução do custo do combustível?



3. Menor consumo de combustível

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com menor consumo de combustível:

3a. Qual o custo de consumo de combustível por modo?

3b. Qual a redução do custo do combustível?

Ao optarem pelo metrô, há uma redução no consumo de combustível nos demais modais.

A redução foi calculada levando-se em conta três variáveis anualizadas.

a. Os Km rodados por modo (que foram substituídos pelo metrô);

b. O consumo de combustível por Km rodado; e

c. O preço do combustível.

3a.

Consumo de Combustível					
R\$	Gasolina	Dez. 2020	R\$	4,80	
	Diesel	Dez. 2020	R\$	3,90	
	Moto	Carro	Ônibus		
km/l	25	10	2,5		
l/km	0,040	0,100	0,400		
R\$/km	R\$ 0,19	R\$ 0,48	R\$ 1,56		

Consumo de combustíveis foi obtido pela literatura especializada (ANTP, 2010).

Os valores adotados para ônibus, carros e motocicletas representam valores médios para as categorias de veículos.

As taxas de consumo foram transformadas em medidas de litros por Km rodado, e em R\$ por Km rodado, dados os preços dos combustíveis na data da confecção da apresentação.

**Metrô de
Fortaleza**



3. Menor consumo de combustível

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com menor consumo de combustível:

3a. Qual o custo de consumo de combustível por modo?

3b. Qual a redução do custo do combustível?

3b. Km médios/ viagem	12,4		
	Ônibus	Moto	Carro
Redução de passageiros	3.462.987	2.175.009	114.474
Lotação média	50,67	1,40	2,00
Redução de viagens	68.347	1.553.578	57.237
Km rodados	847.508	19.264.365	709.740
Autonomia média	2,5	25	10
l/km	0,40	0,040	0,10
Consumo (litros/ano)	339.003,13	770.574,62	70.973,98
\$ Combustível	R\$3,90	R\$4,80	R\$4,80
\$	R\$1.322.112,22	R\$3.698.758,16	R\$340.675,09
SOMA			R\$5.361.545,47

De posse dos valores para as três variáveis, foi possível quantificar o total de economia com a redução do consumo de combustíveis decorrente da adoção do modo ferroviário.

Ao final, calculou-se o total de economia para cada modo e o total para todo o sistema.

*Valor para o mês de dezembro de 2020

**Metrô de
Fortaleza**



4. Menor custo de operação de veículos

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com custo de operação de veículos:

4a. Qual o custo de manutenção por modo?

4b. Qual a redução com o custo de operação?

**Metrô de
Fortaleza**



4. Menor custo de operação de veículos

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com custo de operação de veículos:

4a. Qual o custo de manutenção por modo?

4b. Qual a redução com o custo de operação?

4a.

Custo de manutenção de ônibus			
	R\$/Km	R\$/Km	
Modo	(2018)	(2019)	Modelos
Ônibus	5,08	7,32	R\$/km (Ref. ARCE)
Motos	0,43	0,62	economica
	0,74	1,07	média
	1,76	2,53	luxo
valor adotado	0,62	0,89	R\$/km
Carros	0,60		econômico
	1,10		médio
	6,30		SUV
	2,38		luxo
valor adotado	2,23	3,21	R\$/km

Para cada modo, há um custo relativo a operação e manutenção.

A tabela ao lado mostra o custo médio por km de cada modo.

<http://infograficos.estadao.com.br/economia/custo-transporte/>

**Metrô de
Fortaleza**



4. Menor custo de operação de veículos

Respostas que precisamos responder para calcular o ganho com custo de operação de veículos:

4a. Qual o custo de manutenção por modo?

4b. Qual a redução com o custo de operação?

4b.	Ônibus	Moto	Carro
R\$/Km	R\$7,32	R\$0,89	R\$3,21
R\$.combustível/Km	R\$1,56	R\$0,19	R\$0,48
Custo da tarifa do metrô	-	R\$0,29	R\$0,29
Diferença	R\$5,76	R\$0,41	R\$2,44
Km reduzidos	886.488	19.264.365	709.740
Redução	R\$5.101.913,788	R\$7.881.695,691	R\$1.734.227,44
Soma			R\$14.717.836,92

**Metrô de
Fortaleza**



5. Menor volume de poluentes emitidos

O cálculo de emissões de poluentes utiliza uma medida comparativa definida por “CO2 equivalente”, que representa todos os gases poluentes presentes nas emissões.

A quantificação das emissões de gases poluentes que deixariam de ser emitidas por conta da utilização do metrô pode ser calculada a partir da quantificação de viagens que deixaram de ser feitas por veículos poluentes, quantificadas em km não rodados.

	ÔNIBUS	MOTO	CARRO
Lotação média	50,67	1,40	2,00
Redução do número de viagens	68.347	1.553.578	57.237
Redução dos Km rodados (ano)	886.488	19.264.365	709.740
1/km	0,40	0,040	0,1
Redução Diesel consumido (ano)	354.595	770.575	70.974
Emissão teórica Kg.Co2/1	4,00	2,30	2,30
kg.Co2 deixados de emitir	1.418.380,3	1.772.321,6	163.240,1
Crédito de Carbono	€ 37,30		
Cambio (em reais)	R\$6,49		
Monetização (€)	€ 52.906	€ 66.108	€ 6.089
(R\$)	R\$343.357,24	R\$429.038,30	R\$39.516,69
TOTAL			R\$811.912,22

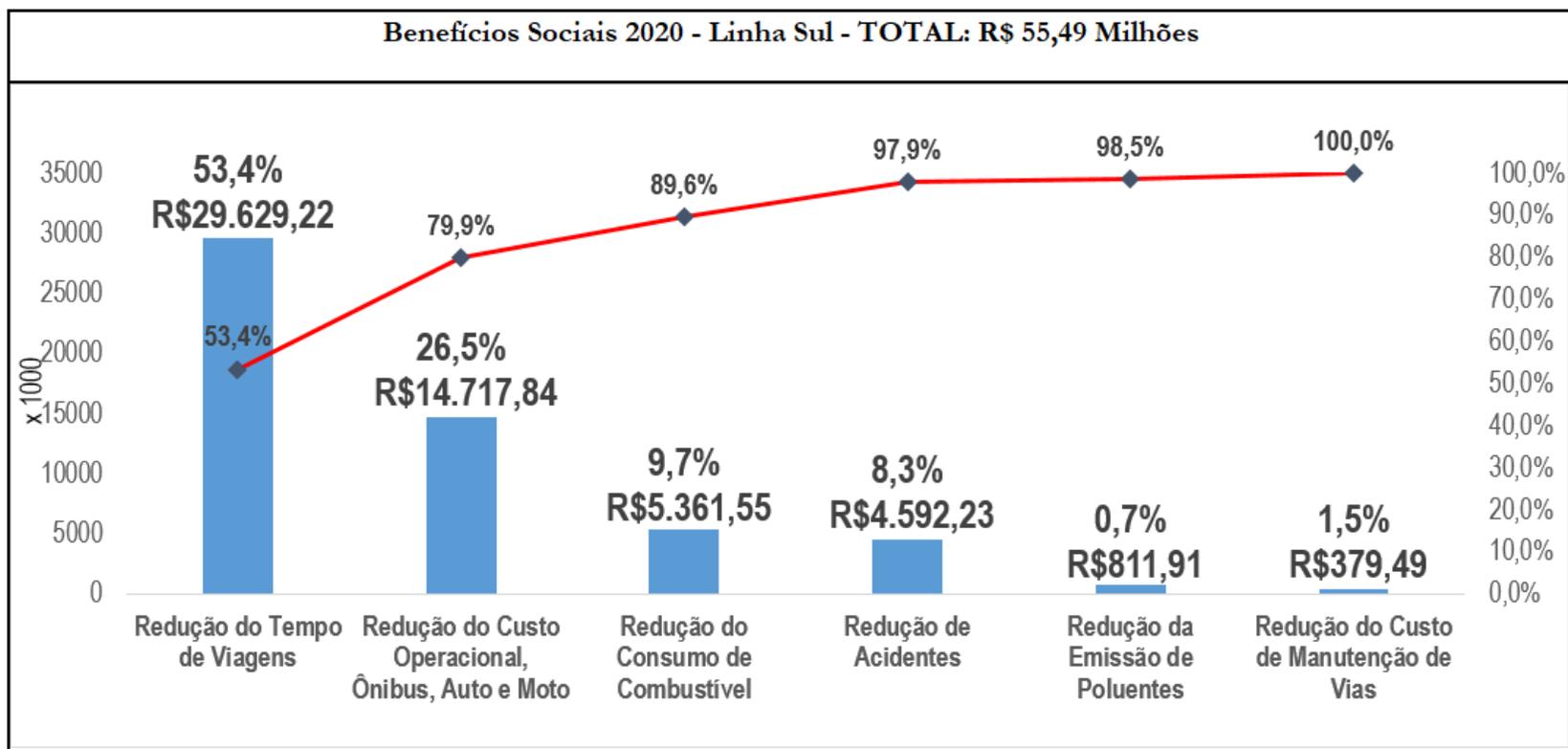
**Metrô de
Fortaleza**



6. Sumário dos resultados

Resultados				
Coluna1	VALOR EM R\$ x	%	% Acumulada	
Redução do Tempo de Viagens	R\$ 29.629,22	53,4%	53,4%	
Redução do Custo Operacional, Ônibus, Auto e Moto	R\$ 14.717,84	26,5%	79,9%	
Redução do Consumo de Combustível	R\$ 5.361,55	9,7%	89,6%	
Redução de Acidentes	R\$ 4.592,23	8,3%	97,9%	
Redução da Emissão de Poluentes	R\$ 811,91	0,7%	98,5%	
Redução do Custo de Manutenção de Vias	R\$ 379,49	1,5%	100,0%	
TOTAL	R\$ 55.492,24			

2020	
CUSTO	R\$ 163.807.108,96
ARRECADADO	R\$ 20.709.909,06
SOCIAL	R\$ 55.492.240,00
Dif.	R\$ 87.604.959,90

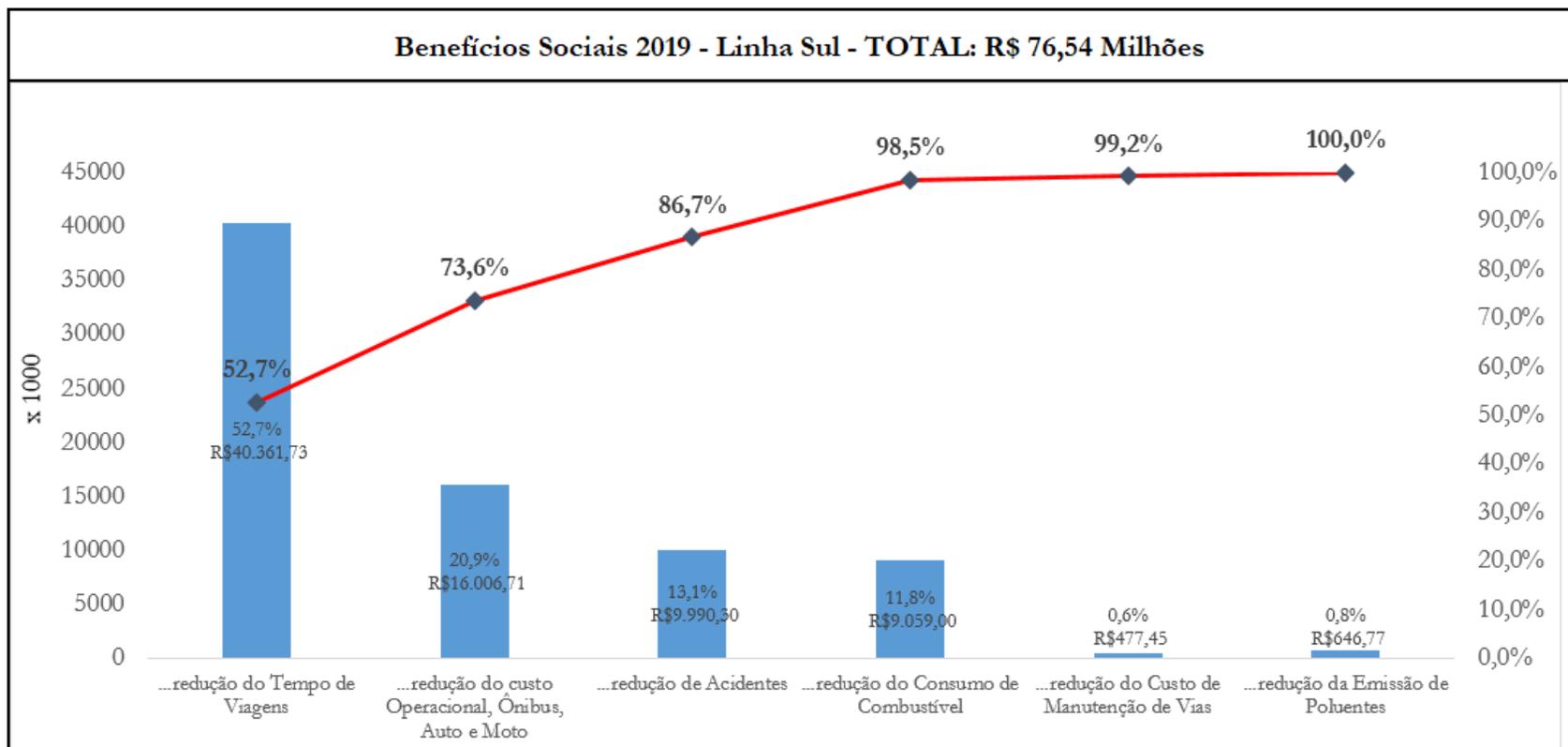


Metrô de Fortaleza



6. Sumário dos resultados

RESULTADO DE 2019



PARA REFERÊNCIA

2019 - Linha SUL	
CUSTO	R\$ 105.393.766,88
ARRECADADO	R\$ 28.994.230,67
SOCIAL	R\$ 76.541.970,00
Dif.	-R\$ 142.433,79

Metrô de Fortaleza





GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Infraestrutura

**Metrô de
Fortaleza**