



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

**CENTRO DE ESTUDOS DE TRANSPORTES E
MEIO AMBIENTE**

**Desenvolvimento de Estudos de Viabilidade Técnica,
Econômica, Social, Ambiental e Jurídico-Legal para a
Implantação de Sistemas de Transporte Ferroviário de
Passageiros de Interesse Regional - Trecho Conceição da
Feira-Salvador-Alagoinhas**

RELATÓRIO PARCIAL – ANÁLISE DE DEMANDA – PROPENSÃO À MUDANÇA MODAL

Julho, 2013

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
2. ETAPA 1: EXPANSÃO DAS MATRIZES	8
2.1 Matriz O/D expandida total	8
2.2 Matrizes O/D expandida – propensos	10
2.3 Matrizes O/D expandidas por modo de viagem	11
3. ETAPA 2: MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	15
4. ETAPA 3: PREVISÃO DE DEMANDA FUTURA	15
5. ETAPA 4: MODELOS DE PROPENSÃO À MUDANÇA MODAL	17
5.1 Modelo de propensão à mudança modal – banco de dados PGVs	18
5.2 Modelos de propensão à mudança modal – banco de motoristas/rodovias	25
5.3 Cálculo da Parcela da população que trocaria o ônibus/carro pelo trem - BANCO DE DADOS PASSAGEIROS PGVS O/D	28
5.4 Cálculo da Parcela da população que trocaria o carro pelo trem - BANCO DE DADOS MOTORISTAS RODOVIAS O/D	29
6. Referências Bibliográficas	30

ANÁLISE DE DEMANDA – TREM REGIONAL – RELATÓRIO

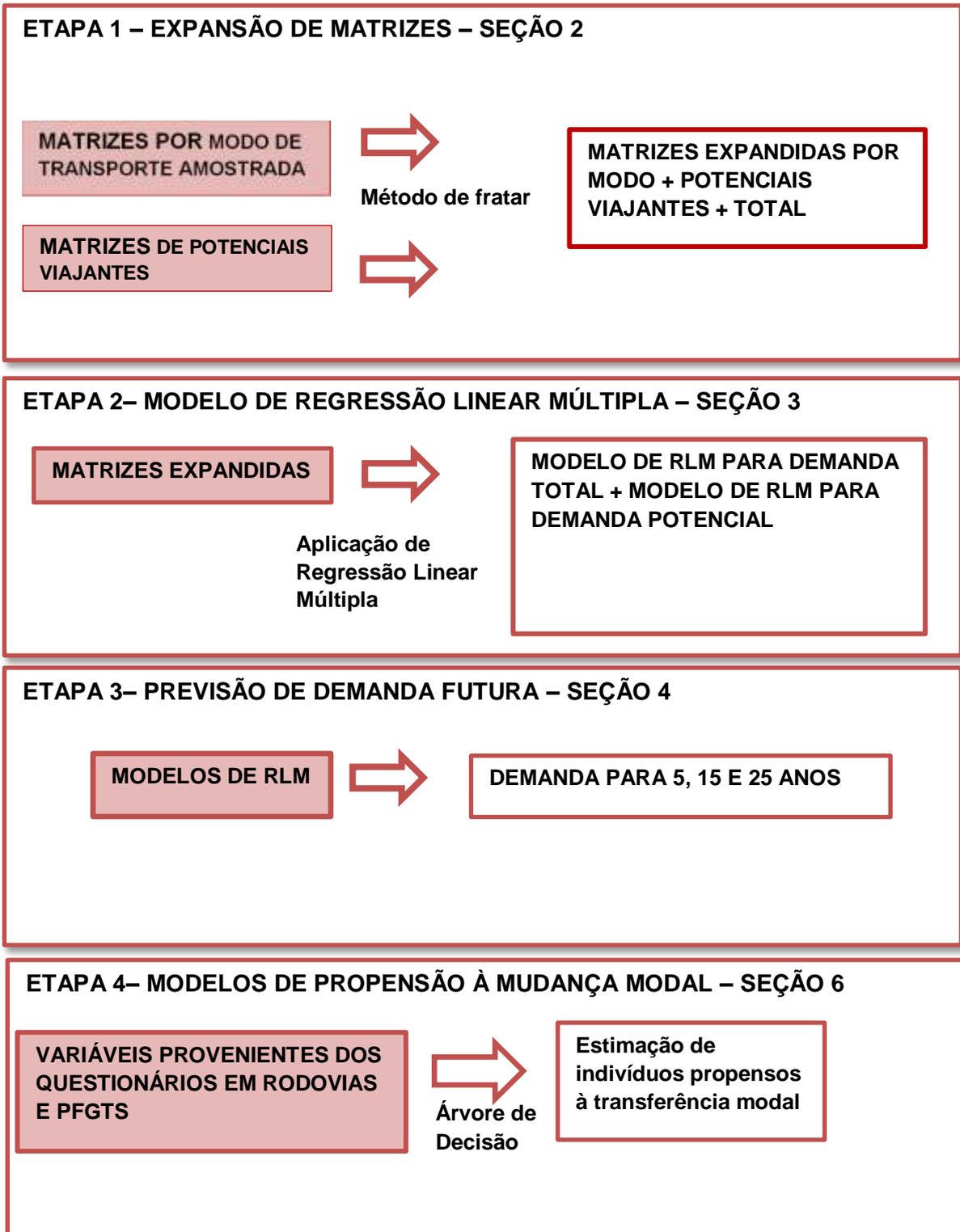
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente relatório descreve a análise de demanda por potenciais passageiros do trem regional TRECHO CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA para o Projeto “Desenvolvimento de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Social, Ambiental e Jurídico-Legal para a Implantação de Sistemas de Transporte Ferroviário de Passageiros de Interesse Regional - Trecho Conceição da Feira-Salvador-Alagoinhas”. Tal projeto é realizado através do convênio, firmado entre o Ministério dos Transportes e a Universidade Federal da Bahia, sendo executado pelo CETRAMA – Centro de Estudos de Transporte e Meio Ambiente da Escola Politécnica.

O objetivo deste relatório é estimar a demanda atual total por passageiros, bem como demanda atual e futura por passageiros propensos à transferência modal (automóvel para trem ou ônibus para trem), bem como investigar as principais variáveis que influenciam a propensão à transferência modal. Os principais produtos desta análise são:

1. Matriz Origem/Destino por ônibus atual expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens, sábado)
2. Matriz Origem/Destino por automóvel atual expandida
3. Matriz Origem/Destino total expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens)
4. Matriz Origem/Destino de propensos à transferência modal expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens)
5. Matriz Origem/Destino de propensos à transferência modal, incluindo os municípios Amélia Rodrigues, Conceição de Jacuípe, Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos.
6. Demanda atual total
7. Demanda atual de passageiros propensos à transferência modal
8. Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da demanda
9. Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da demanda
10. Demanda futura de passageiros propensos à transferência modal para 5, 15 e 25 anos
12. Modelo de Árvore de Decisão para investigação de propensão à transferência modal – Banco de dados de Polos Geradores de Viagens PGvs
13. Modelo de Árvore de Decisão para investigação de propensão à transferência modal – Banco de dados Rodovias
14. Estimação de proporção da população propensa à mudança modal

É proposto um método para realização de atividades, ilustrado a seguir, composto por cinco etapas. O método aqui utilizado considerou alguns procedimentos da metodologia proposta no termo de referência. No entanto, foram sugeridas algumas mudanças, considerando diferentes técnicas de análise. As etapas ilustradas no esquema seguinte são descritas nas demais seções deste relatório.



2. ETAPA 1: EXPANSÃO DAS MATRIZES

Para expansão das matrizes amostradas, foi considerada a variável “**Deslocamento realizado para fora do município para trabalho e estudo**” (IBGE, 2010) para o cálculo do fator de expansão. Levando-se em conta a amostra realizada nos Polos Geradores de Viagens das cidades, a Tabela 1, a seguir, descreve o tamanho previsto da amostra estratificada, o tamanho real da amostra, a população acima de 15 anos dos municípios pesquisados e número de pessoas que realizam deslocamentos para fora do município por motivo Trabalho e/ou Estudo (IBGE, 2010).

Tabela 1 Características consideradas para expansão da matriz amostrada

ID	Cidades	Amostra prevista	Amostra realizada	População acima de 15 anos	peças que se deslocam
					fora do município
1	Alagoínhas	100	142	108688	7288
2	Camaçari	200	242	175144	21332
3	Candeias	100	224	60084	8795
4	Catu	100	205	37126	4936
5	Conceição da Feira	100	103	19579	1670
6	Dias D'Ávila	100	263	46581	9715
7	Mata de São João	100	152	30865	4036
8	Pojuca	100	171	23742	1997
9	Salvador	1930	2449	2015074	61118
10	Santo Amaro	100	226	40954	5004
11	Simões Filho	200	262	83003	16954

Desta forma, é realizada a expansão da matriz O/D total para os dias quinta-feira, sábado e domingo, bem como para a matriz O/D dos indivíduos propensos à transferência modal para os mesmos dias. As matrizes expandidas por modo de transporte também são apresentadas. Neste relatório são apresentadas as matrizes que apresentaram maior número de viagens entre os dias quinta-feira, sábado e domingo.

.2.1 Matriz O/D expandida total

- **Quinta-feira - total**

A seguir apresenta-se a Matriz O/D amostrada total (carro e ônibus para entrevistas realizadas nos PGMs) para quinta-feira.

Quadro 1 Matriz amostrada total (PGVs) – quinta-feira

Município	Destino													Total (pop/amostra)	
	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total (amostra)	Total (população)		
Origem	Alagoinhas	0	2	1	12	0	0	1	2	29	0	1	48	7288	151,83
	Camaçari	6	0	3	0	0	13	5	0	58	0	2	87	21332	245,20
	Candeias	0	9	0	0	0	0	2	0	29	3	5	48	8795	183,23
	Catú	28	1	1	0	0	1	0	2	24	0	0	57	4936	86,60
	Conceição da Feira	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	14	1670	119,29
	Dias D'Ávila	1	15	0	2	0	0	4	3	16	0	0	41	9715	236,95
	Mata de São João	5	12	0	1	0	0	0	3	18	0	1	40	4036	100,90
	Pojuca	16	3	0	8	1	1	0	0	14	0	1	44	1997	45,39
	Salvador	43	102	41	12	7	22	17	18	0	40	109	411	61118	148,71
	Santo Amaro	0	8	2	0	0	0	0	0	33	0	0	43	5004	116,37
	Simões Filho	3	20	7	1	0	0	0	1	46	0	0	78	16954	217,36
	Total (amostra)	103	172	55	36	8	37	29	29	280	43	119	911		
	Total (população)	7288	21332	8795	4936	1670	9715	4036	1997	61118	5004	16954			
Total (pop/amostra)	70,76	124,02	159,91	137,11	208,75	262,57	139,17	68,86	218,28	116,37	142,47				

Para a expansão da matriz, foi utilizado o Modelo de Fratar, onde o número total de viagens produzidas por município inicialmente foi considerado equivalente ao **Deslocamento realizado para fora do município para trabalho e estudo**. Este valor foi considerado para as interações do modelo. A formulação do modelo utilizado corresponde a:

$$Q_{ij}^e = Q_{ij}^a \cdot Fi \cdot Fj \cdot Li \quad (1)$$

Q_{ij}^e = Número de viagens expandidas de i para j

Q_{ij}^a = Número de viagens amostradas de i para j

Fi = Fator de expansão da zona de origem i

Fj = Fator de expansão da zona de destino j

Li = Fator de ajuste das origens

Assim, tem-se:

$$L_1 = \frac{48}{(2 \times 124 + 1 \times 159,9 + 12 \times 137 + 1 \times 139 + 2 \times 69 + 29 \times 218 + 1 \times 142)} = 0,005$$

$$L_2 = 0,005$$

$$L_3 = 0,005$$

$$L_4 = 0,007$$

$$L_5 = 0,005$$

$$L_6 = 0,006$$

$$L_7 = 0,006$$

$$L_8 = 0,007$$

$$L_9 = 0,007$$

$$L_{10} = 0,005$$

$$L_{11} = 0,006$$

Assim, é obtida a matriz total expandida para quinta-feira, considerando duas interações e os modos ônibus e automóvel do banco de dados dos PGVs.

Quadro 2 Matriz expandida total (PGVs) – quinta-feira

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoinhas	0	208	125	1511	0	0	107	116	4208	0	115	6390
Camaçari	599	0	525	0	0	3519	746	0	11757	0	322	17469
Candeias	0	1074	0	0	0	0	245	0	4820	291	661	7090
Catú	1439	75	90	0	0	139	0	83	2505	0	0	4331
Conceição da Feira	47	0	0	0	0	0	0	0	1247	0	0	1294
Dias D' Ávila	114	2497	0	402	0	0	682	278	3710	0	0	7683
Mata de São João	278	973	0	98	0	0	0	135	2033	0	90	3607
Pojuca	410	112	0	361	74	69	0	0	729	0	41	1797
Salvador	3989	13795	6672	1962	1871	5533	2356	1353	0	4404	16327	58262
Santo Amaro	0	478	144	0	0	0	0	0	2743	0	0	3365
Simões Filho	286	2783	1172	168	0	0	0	77	8914	0	0	13400
Total	7163	21994	8729	4503	1945	9261	4136	2042	42664	4695	17557	124689

O mesmo procedimento será repetido para a matriz total de indivíduos propensos e as matrizes por modo de viagem. Analisando a demanda por trecho, tem-se:

CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA	11%
SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA	89%

Vale ressaltar que, para o cálculo de demanda por trecho, foram desconsideradas viagens entre trechos.

2.2 Matriz O/D expandida – propensos

As matrizes apresentadas nesta seção correspondem àqueles indivíduos que declaram que mudariam de modo de transporte – amostra nos PGVs – **Demanda potencial**.

- **Quinta-feira - propensos**

Fazendo a expansão da matriz amostrada, têm-se a seguinte matriz expandida de indivíduos propensos à transferência modal para o dia de quinta-feira (duas interações).

Quadro 3 Matriz expandida propensos (PGVs) – Quinta-feira

	Alagoínhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoínhas	0	122	135	1517	0	0	0	122	4193	0	139	6229
Camaçari	543	0	508	0	0	3600	0	0	11715	0	348	16713
Candeias	0	931	0	0	0	0	0	0	4739	295	604	6569
Catú	1548	0	0	0	0	153	0	85	2342	0	0	4127
Conceição da Feira	0	0	0	0	0	0	0	0	1214	0	0	1214
Dias D' Ávila	298	2523	0	209	0	0	0	253	4440	0	0	7723
Mata de São João	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pojuca	399	142	0	442	66	64	0	0	610	0	40	1764
Salvador	3788	13985	6612	1990	1880	5800	0	1534	0	4198	16380	56166
Santo Amaro	0	483	153	0	0	0	0	0	2459	0	0	3094
Simões Filho	257	2749	1121	180	0	0	0	73	8404	0	0	12784
Total	6832	20935	8530	4337	1945	9617	0	2066	40116	4492	17511	116382

Fazendo uma análise por trecho, tem-se:

CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA	12%
SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA	88%

2.3 Matriz O/D expandida por modo de viagem

2.3.1 ônibus – amostra PGVs

- Quinta-feira - ônibus

Observa-se a matriz expandida para o modo ônibus na quinta-feira.

Quadro 4 Matriz expandida ônibus (PGVs) – Quinta-feira

	Alagoínhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoínhas	0	0	0	736	0	0	0	0	5132	0	0	5868
Camaçari	287	0	319	0	0	2852	0	0	11869	0	1831	17159
Candeias	0	456	0	0	0	0	0	0	5001	495	302	6255
Catú	1407	339	0	0	0	0	0	576	1292	0	0	3614
Conceição da Feira	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	0	0	1227
Dias D' Ávila	591	1345	0	432	0	0	0	336	4824	0	0	7529
Mata de São João	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pojuca	175	105	0	575	0	124	0	0	802	0	0	1781
Salvador	3777	16194	6547	2188	1954	7499	0	773	0	4107	16523	59564
Santo Amaro	0	218	202	0	0	0	0	0	2914	0	0	3334
Simões Filho	691	1665	1076	182	0	0	0	141	9204	0	0	12960
Total	6929	20324	8144	4114	1954	10475	0	1826	42265	4603	18656	119290

2.3.2 Automóvel – Rodovias

Para a expansão da matriz O/D, proveniente da amostra dos motoristas, é utilizada como matriz semente a matriz dos motoristas entrevistados nos postos das rodovias. Foi realizada a soma das células das matrizes para os três dias (quinta-feira, sábado e domingo), considerando que houve problemas no posto de Simões Filho na quinta-feira e sábado, optou-se por utilizar a matriz somatória. Para expansão é considerado o VMD calculado com base na contagem volumétrica de automóveis, conforme Tabela 2.

Tabela 2. VMD calculado dos postos rodoviários.

Ponto de Contagem	Rodovia	Município	Volume Médio Diário (VMD) – 2012 Total de Veículos	Volume Médio Diário (VMD) – 2012 Total de Automóveis	Amostra Realizada
Posto 01 - Posto da Polícia Rodoviária Federal	BR-324, km 604 (km 603 a 604)	Simões Filho	18400	12093	101
Posto 02 - Posto de combustível	BA-093, interseção com a Av. Raul Seixas (km 18,1 a 23,3)	Dias D'Ávila	3840	3133	159
Posto 03 - Posto de combustível na área urbana	BR-420 (km 54,4 a 61,4)	Santo Amaro	3207	2527	115
Posto 04 - Posto de combustível na entrada da cidade	BR – 110 (km 344,6 a 349,2)	Alagoinhas	9227	4033	125
Posto 05 - Posto de combustível na área urbana	BA-502 (Km 180,4 a 192,2)	Conceição da Feira	3280	2520	131
Total					631

Além disto, foram eliminados da amostra os destinos diferentes das cidades pertencentes aos trechos. A amostra final de motoristas foi composta por 434 entrevistados.

A matriz é 5 x 11, representando os postos (origens) e as cidades (destinos). Para expansão dos valores referentes à atração de viagens, foi considerada a variável do Censo 2010 “**Pessoas ocupadas que exerciam o trabalho principal fora do município**”, representada na Tabela 3.

Tabela 3. Variável considerada para expansão dos destinos (IBGE, 2010)

ID	Cidades	Pessoas ocupadas que exerciam o trabalho principal em outro município
1	Alagoinhas	6128
2	Camaçari	15000
3	Candeias	6870
4	Catu	3609
5	Conceição da Feira	1200
6	Dias D'ávila	7734
7	Mata de São João	2873
8	Pojuca	1348
9	Salvador	60219
10	Santo Amaro	3453
11	Simões Filhos	13621

A matriz amostrada, correspondente apenas aos motoristas entrevistados, é representada a seguir.

Quadro 5 Matriz amostrada automóveis – Postos Rodovias

Município		Destino											
		Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catu	Conceição da Feira	Dias D' avila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filhos	Total geral
Origem	Santo Amaro(Posto de Gasolinia SINIBU)	3	7	10	2	0	1	0	1	31	14	0	69
	Conceição da Feira(Restaurante Chicken)	1	2	9	2	2	0	0	1	34	0	2	53
	Alagoinhas(Posto Central (BR 101))	22	13	2	18	1	7	3	7	50	0	0	123
	Dias D'Ávila(Praça Pedágio(BA-093))	40	7	0	13	0	2	3	36	26	0	0	127
	Simões Filho(BR324)	10	5	10	2	0	5	1	1	20	3	5	62
	Total	76	34	31	37	3	15	7	46	161	17	7	434

A matriz expandida é representada em seguida.

Quadro 6 Matriz expandida automóveis – Postos Rodovias

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catu	Conceição da Feira	Dias D' avila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filhos	Total
Santo Amaro(Posto de Gasolinia SINIBU)	163	2129	1169	159	0	265	0	23	8413	1908	0	14229
Conceição da Feira(Restaurante Chicken)	54	611	1056	160	807	0	0	24	9261	0	1309	13282
Alagoinhas(Posto Central (BR 101))	1165	3863	228	1400	393	1810	806	160	13256	0	0	23082
Dias D'Ávila(Praça Pedágio(BA-093))	2700	2653	0	1289	0	660	1028	1052	8791	0	0	18172
Simões Filho(BR324)	2046	5744	4416	601	0	4999	1039	89	20498	1545	12312	53289
Total (amostra)	6128	15000	6870	3609	1200	7734	2873	1348	60219	3453	13621	122055

2.4 Matrizes O/D expandidas de propensos (incluindo municípios Amélia Rodrigues, Conceição de Jacuípe, Feira de Santana e São Gonçalo dos Campos)

Após obtenção de dados adicionais relativos à pesquisa realizada nos municípios citados acima, expandiu-se a matriz a seguir, apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 Matriz expandida propensos – com novos municípios

	Alagoinhas	Amélia Rodrigues	Camaçari	Candeias	Catu	Conceição da Feira	Conceição de Jacuipe	Dias D'Ávila	Feira de Santana	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	São Gonçalo dos Campos	Simões Filho	total
Alagoinhas	0	0	901	0	394	0	0	398	220	0	271	4283	0	0	0	6467
Amélia Rodrigues	0	0	173	65	0	0	111	0	1985	0	0	643	0	0	63	3041
Camaçari	237	0	0	443	0	137	0	3107	286	1525	235	10891	0	0	2129	18991
Candeias	0	280	663	0	174	0	510	0	680	0	0	4275	424	0	434	7440
Catu	1405	0	64	0	0	0	0	171	471	100	155	1993	0	0	70	4430
Conceição da Feira	24	84	0	0	52	0	77	0	586	0	24	496	0	227	44	1614
Conceição de Jacuipe	0	0	34	0	0	0	0	0	1075	0	0	1142	0	0	37	2289
Dias D'Ávila	887	0	1845	87	504	108	148	0	282	841	185	4290	82	0	252	9511
Feira de Santana	759	1527	789	598	345	464	633	436	0	0	79	8323	562	1121	215	15850
Mata de São João	0	0	1666	95	109	0	0	1437	61	0	151	517	0	0	0	4036
Pojuca	380	63	149	34	430	0	0	79	0	0	0	703	0	0	33	1871
Salvador	2504	475	9820	5108	2066	528	577	4178	6758	1992	858	0	3040	1278	14311	53493
Santo Amaro	46	0	153	173	0	0	0	0	503	0	0	3311	0	0	166	4353
São Gonçalo dos Campos	0	0	0	0	0	0	0	0	2649	0	0	345	0	0	0	2994
Simões Filho	225	0	3884	1260	485	261	0	245	271	0	0	8718	395	0	0	15743
total	6469	2428	20140	7864	4661	1498	2055	10053	15828	4458	1958	49929	4503	2626	17753	152124

3. ETAPA 2: MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Na etapa de elaboração do modelo para previsão de demanda – geração de viagens – foram consideradas como variáveis dependentes o número de viagens produzidas por município e o número de viagens atraídas por município. Foi utilizada a técnica de Regressão Linear Múltipla Stepwise, de forma a evitar que variáveis independentes altamente correlacionadas entre si fossem consideradas no modelo. As variáveis independentes consideradas são descritas na Tabela 4 e foram provenientes do censo de 2010.

Tabela 4 Variáveis consideradas no modelo de RLM

ID	Cidades	População acima de 15 anos	Pessoal Ocupado	PIB per capita a preços correntes	Renda média per capita	ViagensA	ViagensP
1	Alagoinhas	108688	24967	11370	400	7448	6561
2	Camaçari	175144	84458	55063,52	377,5	22285	17438
3	Candeias	60084	17864	50613,49	340	9447	7147
4	Catu	37126	8739	6765,22	340	4865	4694
5	Conceição da Feira	19579	1521	5113,57	266,25	1945	1294
6	Dias D'Ávila	46581	17233	32732,93	344,33	9880	8302
7	Mata de São João	30865	12144	8753,35	319	4136	3517
8	Pojuca	23742	8589	30545,16	340	2104	1818
9	Salvador	2015074	910402	13728,08	510	57168	56438
10	Santo Amaro	40954	6055	6598,49	280	5473	4142
11	Simões Filho	83003	38550	31266,42	333,33	19098	13400

Foram obtidos quatro modelos para produção e atração de viagens: (1) Modelo Produção de Viagens Total; (2) Modelo Atração de Viagens Total; (3) Modelo Produção de Viagens Propensos; (4) Modelo Atração de Viagens Propensos. Em todos os modelos, as variáveis selecionadas foram “População Economicamente Ativa” e “PIB per capita a preços correntes”. A Tabela 5 traz o sumário dos quatro modelos.

Tabela 5 Modelos de geração de viagens

Modelo Produção de viagens	R ²	Variáveis independentes (coeficientes)		
		Cte	Pop Econ Ativa	PIB per capita
	0,962	1737,99	0,037	0,149
Modelo Atração de viagens	R ²	Variáveis independentes (coeficientes)		
		Cte	Pop Econ Ativa	PIB per capita
	0,921	1968,13	0,037	0,216
Modelo Produção de viagens propensos	R ²	Variáveis independentes (coeficientes)		
		Cte	Pop Econ Ativa	PIB per capita
	0,959	949,78	0,036	0,158
Modelo Atração de viagens propensos	R ²	Variáveis independentes (coeficientes)		
		Cte	Pop Econ Ativa	PIB per capita
	0,913	1117,84	0,036	0,23

4. ETAPA 3: PREVISÃO DE DEMANDA FUTURA

Considerando as equações obtidas nos modelo de produção de viagens e atração de viagens, respectivamente.

$$\text{Viagens Produzidas} = 1737,99 + 0,037\text{PopEcoAtiva} + 0,149\text{PIB} \quad (2)$$

$$\text{Viagens Atraídas} = 1968,13 + 0,031\text{PopEcoAtiva} + 0,216\text{PIB} \quad (3)$$

$$\text{Viagens ProduzidasPropensos} = 949,78 + 0,036\text{PopEcoAtiva} + 0,158\text{PIB} \quad (4)$$

$$\text{Viagens AtraídasPropensos} = 1117,84 + 0,036\text{PopEcoAtiva} + 0,23\text{PIB} \quad (5)$$

É calculada então a taxa média de crescimento das variáveis “População Economicamente Ativa” e “PIB per capita” por município a fim de determinar a demanda para 5, 15 e 25 anos. Foi considerada a série histórica das mesmas variáveis, provenientes dos censos 2000 e 2010. A Tabela 6 traz os resultados por município e ano de interesse da variável PIB per capita. A Tabela 7, em seguida, representa os resultados por município e ano de interesse da variável População Economicamente Ativa. Para o crescimento das variáveis foi utilizado o método geométrico, conforme equação 2.

$$K_g = \frac{(\ln P_2 - \ln P_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Onde :

K_g = constante de crescimento geométrico

P_1 = População do censo realizado no ano t_1

P_2 = População do censo realizado no ano t_2

Tabela 6 Previsão da variável PIB per capita

Municípios	PIB per capita					
	ano 2000	ano 2010	Taxa de crescimento anual (%)	PIB para 2018	PIB para 2028	PIB para 2038
Alagoinhas	3.951	11.370	18,78	15.075	22.485	29.895
Camaçari	39.067	55.064	4,09	63.059	79.049	95.039
Candeias	11.118	50.613	35,52	70.358	109.848	149.338
Catu	7.765	6.765	-1,28	6.265	5.266	4.266
Conceição da Feira	2.167	5.114	13,56	6.584	9.524	12.464
Dias D'Ávila	12.926	32.733	15,32	42.633	62.433	82.233
Mata de São João	3.547	8.753	14,68	11.353	16.553	21.753
Pojuca	9.185	30.545	23,26	41.225	62.585	83.945
Salvador	3.924	13.728	24,98	18.628	28.428	38.228
Santo Amaro	2.787	6.598	13,67	8.503	12.313	16.123
Simões Filho	21.911	31.266	4,26	35.941	45.291	54.641

Tabela 7 Previsão da variável População Economicamente Ativa

Municípios	População Economicamente Ativa					
	ano 2000	ano 2010	Taxa de crescimento anual (%)	PEA para 2018	PEA para 2028	PEA para 2038
Alagoinhas	56.811,00	67.017,00	1,80	72.120,00	82.326,00	92.532,00
Camaçari	73.925,00	125.447,00	6,97	151.208,00	202.730,00	254.252,00
Candeias	34.154,00	39.670,00	1,62	42.428,00	47.944,00	53.460,00
Catu	18.363,00	21.416,00	1,66	22.942,50	25.995,50	29.048,50
Conceição da Feira	6.432,00	9.181,00	4,27	10.555,50	13.304,50	16.053,50
Dias D'Ávila	19.472,00	30.301,00	5,56	35.715,50	46.544,50	57.373,50
Mata de São João	14.129,00	17.637,00	2,48	19.391,00	22.899,00	26.407,00
Pojuca	10.559,00	15.214,00	4,41	17.541,50	22.196,50	26.851,50
Salvador	1.242.191,00	1.441.179,00	1,60	1.540.673,00	1.739.661,00	1.938.649,00
Santo Amaro	25.236,00	25.177,00	-0,02	25.147,50	25.088,50	25.029,50
Simões Filho	42.588,00	56.229,00	3,20	63.049,50	76.690,50	90.331,50

A Tabela 8 mostra os resultados de produção e atração de viagens total e os mesmos resultados de geração de viagens considerando o percentual de propensos à transferência modal (ônibus-trem ou automóvel-trem).

Tabela 8 Previsão de geração de viagens total e de propensos para 2018, 2028 e 2038.

Municípios	Produção de viagens total			Atração de viagens total			Produção de viagens propensos			Atração de viagens propensos		
	ano 2018	ano 2028	ano 2038	ano 2018	ano 2028	ano 2038	ano 2018	ano 2028	ano 2038	ano 2018	ano 2028	ano 2038
Alagoinhas	5.989	7.311	8.633	7.109	8.882	10.656	5.430	6.817	8.204	6.499	8.337	10.175
Camaçari	15.003	18.883	22.763	19.045	23.899	28.752	14.862	18.881	22.899	18.853	23.845	28.838
Candeias	12.170	17.516	22.861	16.657	24.407	32.158	12.093	17.782	23.470	16.528	24.622	32.716
Catu	3.128	3.104	3.080	3.711	3.626	3.541	2.493	2.460	2.427	3.025	2.931	2.837
Conceição da Feira	2.739	3.218	3.697	3.341	4.000	4.658	2.106	2.611	3.116	2.657	3.341	4.025
Dias D'Ávila	8.319	11.279	14.240	11.117	15.283	19.450	8.000	11.133	14.266	10.746	15.085	19.424
Mata de São João	3.668	4.469	5.270	4.562	5.679	6.796	3.077	3.923	4.769	3.919	5.082	6.244
Pojuca	7.502	10.452	13.401	10.215	14.465	18.715	7.171	10.306	13.442	9.832	14.268	18.705
Salvador	57.558	65.762	73.966	58.895	67.695	76.496	57.031	65.320	73.608	58.316	67.201	76.087
Santo Amaro	3.497	3.992	4.487	4.217	4.944	5.671	2.881	3.409	3.938	3.549	4.310	5.070
Simões Filho	8.397	10.091	11.786	10.787	13.052	15.316	8.019	9.796	11.572	10.359	12.704	15.050
Total	127.971	156.078	184.185	149.656	185.933	222.209	123.162	152.436	181.710	144.283	181.727	219.171

5. ETAPA 4: MODELOS DE PROPENSÃO À MUDANÇA MODAL

Nesta etapa do método é feita a investigação de quais variáveis, provenientes dos questionários aplicados nos Pólos Geradores de Viagens (PGVs) e nas Rodovias influenciam a maior ou menor probabilidade de transferência modal para a realização de viagens intermunicipais pertencentes ao trecho CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA.

Foram então obtidos dois modelos a partir das duas amostras: (1) aplicada a passageiros e/ou motoristas localizados nos PGVs (4122 indivíduos); (2) aplicada a motoristas nos postos rodoviários (579 motoristas).

Em ambos os casos, utilizou a técnica de mineração de dados, conhecida como Árvore de Decisão (AD).

A AD é considerada uma forma simples de representação de relações existentes em um conjunto de dados. Os dados são divididos em subgrupos, com base nos valores das variáveis. O resultado é uma hierarquia de declarações do tipo "Se ... então ..." que são utilizadas, principalmente, para classificar dados. Para processamento da árvore utilizou-se o algoritmo do CART (Classification and Regression Tree), que estabelece uma relação entre variáveis independentes e variável dependente. O algoritmo é ajustado mediante sucessivas divisões binárias no conjunto de dados, de modo a tornar os subconjuntos resultantes cada vez mais homogêneos, em relação à variável dependente. Essas divisões são representadas por estrutura de árvore binária, sendo que cada nó corresponde a uma divisão (Breiman et al., 1984).

AD pode ser definida como um gráfico acíclico e direto que satisfaz as seguintes propriedades (Safavian e Landgrebe, 1991):

- (1) A hierarquia é denominada árvore e cada segmento é denominado nó;
- (2) Há um nó, chamado raiz, que contém todo o banco de dados;
- (3) Este nó contém dados que podem ser subdivididos dentro de outros sub-nós, chamados de nós filhos;
- (4) Existe um único caminho entre o nó raiz e cada nó;
- (5) Quando os dados do nó não podem ser mais subdivididos dentro de um outro subconjunto ele é considerado um nó terminal ou folha;
- (6) Para construção da AD devem-se considerar três elementos principais: um conjunto de perguntas que delimita as divisões dos dados, um critério que avalia a melhor divisão e uma regra para finalização das divisões (stop-splitting rule).

Os resultados das árvores obtidas para ambas amostras são descritos nas subseções seguintes.

5.1 Modelo de propensão à mudança modal – banco de dados PGVs

A partir do banco de dados de 4312 indivíduos entrevistados, foi feito mais um tratamento e obtida a amostra final com 4122 indivíduos. Foram excluídos da amostra:

- Indivíduos que não viajam para as cidades citadas (Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira);
- EXCLUSÃO DE CASOS ERRONEAMENTE DIGITADOS/BRANCOS PARA O CASO DA VARIÁVEL DE INTERESSE (TRANSFERENCIA MODAL);

- EXCLUSÃO DAS DEMAIS CATEGORIAS DE MODO DE TRANSPORTE DIFERENTES DE ÔNIBUS OU AUTOMÓVEL;
- EXCLUSÃO DOS DESTINOS EM BRANCO.

Para a aplicação da Árvore de Decisão foram consideradas as variáveis descritas na Tabela 9. Além disso, foi considerado o mínimo de 50 indivíduos por nó.

Tabela 9 Variáveis utilizadas na aplicação da AD

Variáveis independentes	Descrição	
Sexo	(1) Masculino; (2) Feminino	Socioeconômicas
Idade	(1) Até 19 anos; (2) 20 a 29 anos; (3) 30 a 39 anos (4) 40 a 49 anos; (5) 50 a 65 anos; (6) acima de 65 anos	
Instrução	(1) sem instrução; (2) 1o grau; (3) 2o grau; (4) 3o grau	
Renda	(1) Até 1 SM; (2) 1 a 3 SM; (3) 3 a 5 SM; (4) acima de 5SM	
Ocupação	(1) Comércio; (2) Indústria; (3) Serviços; (4) Agricultura (5) Estudante; (6) Aposentado	
Residência	(1) Própria; (2) Alugada; (3) Cedida	
Carros no domicílio	(1) zero; (2) 1; (3) 2; (4) mais que 2	
Município de Origem	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira	Viagens
Município de Destino	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira e Outros	
Frequência semanal de viagem	(1) 1 dia; (2) 2 dias; (3) 3 dias; (4) 4 dias; (5) 5 dias; (6) 6 dias; (7) Todos os dias	
Motivo de viagem	(1) Trabalho; (2) Estudo; (3) Compras; (4) Lazer; (5) Saúde; (6) Visita; (7) Outros	
Tempo de viagem	(1) Até 30 min; (2) Entre 30 e 60 min; (3) Acima de 60 min	
Tempo de viagem (estimado)	em minutos	
Distância de viagem	em km	
Modo de viagem	(1) ônibus; (2) carro	
Custo da viagem	(1) Até 5 reais; (2) 5 a 10 reais; (3) 10 a 20 reais; (4) acima de 20 reais	
Forma de pagamento	(1) Vale Transporte; (2) Dinheiro; (3) Outro	
Variável dependente	Descrição	
Muda o modo de transporte?	(1) Sim; (2) Não	

Percebe-se, através da AD representada na Figura 1, que a maioria dos entrevistados está propensa à mudança modal (89,1%). Observaram-se ainda quais foram as variáveis selecionadas na AD e sua influência na transferência modal. A variável de maior importância (que melhor explica a variabilidade dos dados em relação à transferência modal) foi “Modo de viagem”, segregando os dados em dois ramos principais:

- (1) Automóvel (nó 1 – 69,8% mudaria de modo)
- (2) Ônibus (nó 2 – 92,5% mudaria de modo);

Como já esperado, pessoas com maior renda e que utilizam automóvel (nó 1) estão menos propensas a utilizar um modo de transporte coletivo para realização de suas viagens, enquanto que as pessoas que já fazem uso do transporte coletivo por ônibus (nó 2), estão mais predispostas a utilizar o trem para tais viagens.

Em seguida, são selecionadas as variáveis “Município de Origem” e “Carros no domicílio” para nova partição de dados. Assim, os nós 1 e 2 geram mais 4 novos nós/subgrupos:

Partição do Nó 1:

- (1.1) Indivíduos que utilizam o automóvel e possuem mais de um automóvel no domicílio (Nó 3 – 63,3% mudaria de modo);
- (1.2) Indivíduos que utilizam automóvel e possuem apenas um automóvel no domicílio (Nó 4 – 82,6% mudaria de modo).

Partição do Nó 2:

- (2.1) Indivíduos que utilizam ônibus e tem como origem Salvador, Alagoinhas, Camaçari, Dias D'Ávila, Simões Filho e Catu (nó 5 – 94,7% mudaria de modo);
- (2.2) Indivíduos que utilizam ônibus e tem como origem Candeias, Conceição da Feira, Mata de São João, Pojuca e Santo Amaro (nó 6 – 82,3% mudaria de modo);

Percebe-se, através dos resultados, que indivíduos que utilizam ônibus para realização de viagens predominantemente com origem nos municípios pertencentes ao trecho Salvador(BA) – Alagoinhas (BA) possuem maior probabilidade de transferência modal. Já o grupo de indivíduos que fazem viagens com origem mais frequente no trecho Conceição da Feira (BA) – Salvador (BA) está menos tendencioso à transferência modal.

Levando-se em conta as viagens realizadas por automóvel, verifica-se que aqueles indivíduos que possuem automóvel no domicílio estão menos susceptíveis a fazer a troca do automóvel para o trem em tais viagens.

Em seguida, os grupos foram novamente formados e subdivididos sucessivamente considerando as variáveis independentes citadas na Tabela 9. Ao final da segregação dos dados, foram obtidas 7 folhas, que foram a base para avaliar os diferentes comportamentos em relação à transferência modal. O modelo de AD teve 89% de acertos, além disto, a árvore apresentou uma profundidade igual a 3 e um total de 13 nós. Na Figura 1 são apresentados os nós e o desenho esquemático da árvore obtida. Os retângulos, os quais representam os nós, apresentam a probabilidade de mudança de modo (1-Sim; 2- Não) de cada grupo classificado na AD. A Tabela 10, logo em seguida, mostra o resumo dos principais resultados da AD. São representadas na tabela as características de cada nó terminal (folha).

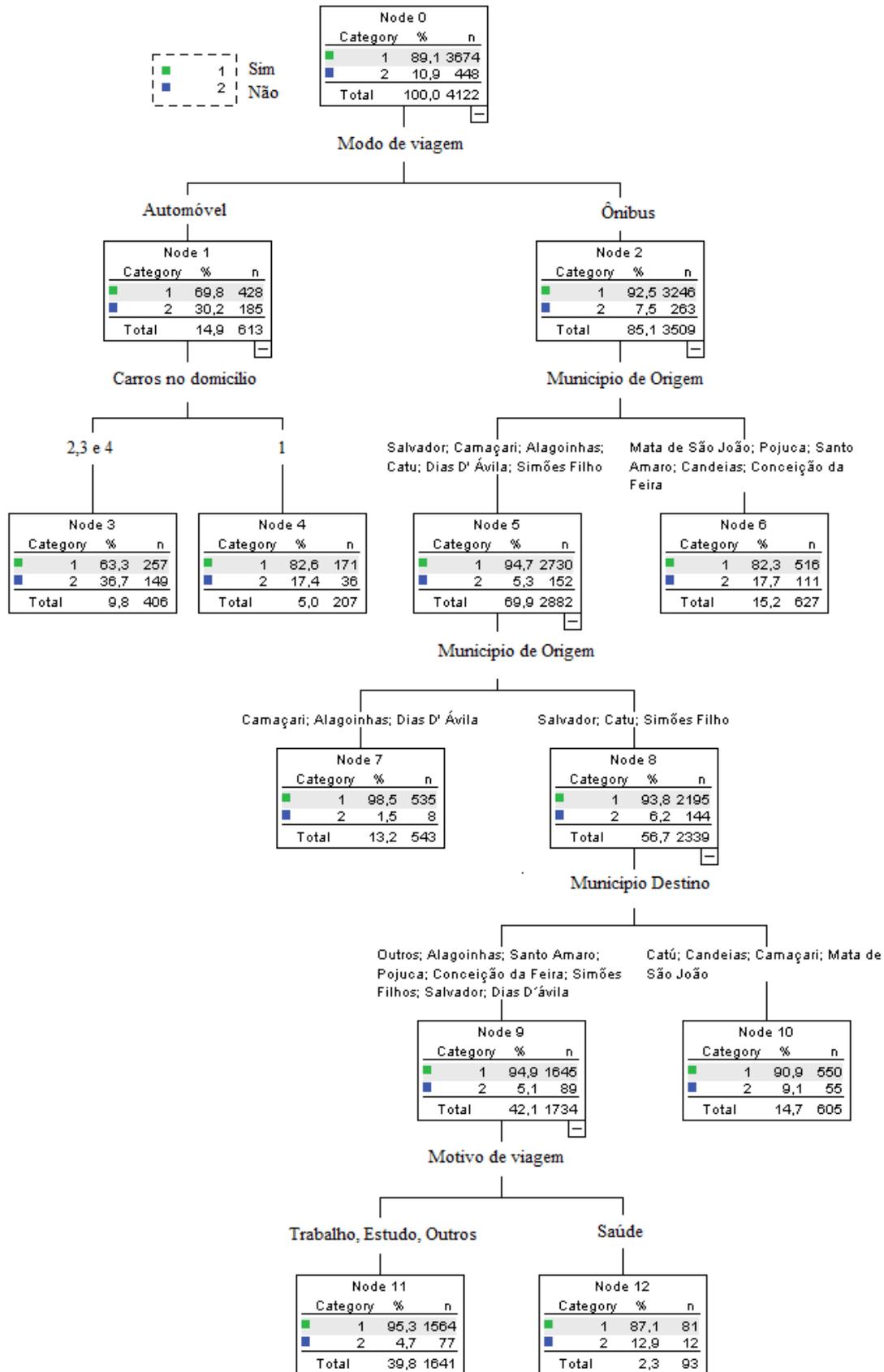


Figura 1 AD obtida para amostra de questionários aplicados nos PGVs

Tabela 10 Síntese das características selecionadas em cada nó terminal/folha

Folha	Características	Trocaria de modo?
6	Usa Ônibus	Sim (82,3%)
	Município de Origem: Candeias; Conceição da Feira; Mata de São João; Pojuca; Santo Amaro	Não (17,7%)
3	Usa Automóvel	Sim (63,3%)
	Mais de 1 auto no domicílio	Não (36,7%)
4	Usa Automóvel	Sim (82,6%)
	1 auto no domicílio	Não (17,4%)
7	Usa Ônibus	Sim (98,5%)
	Município de Origem: Alagoinhas, Camaçari, Dias D'Ávila	Não (1,5%)
10	Usa Ônibus	Sim (90,9%)
	Município de Origem: Salvador, Simões Filho, Catu Município Destino : Camaçari, Candeias, Catu, Mata de São João	Não (9,1%)
12	Usa Ônibus	Sim (87,1%)
	Município de Origem: Salvador, Simões Filho, Catu Município Destino : Alagoinhas; Conceição da Feira; Dias D'Ávila; Pojuca; Salvador, Santo Amaro, Simões Filho Motivo de viagem Saúde	Não (12,9%)
11	Usa Ônibus	Sim (95,3%)
	Município de Origem: Salvador, Simões Filho, Catu Município Destino : Alagoinhas; Conceição da Feira; Dias D'Ávila; Pojuca; Salvador, Santo Amaro, Simões Filho Motivo de viagem Estudo/Trabalho/Outros	Não (4,7%)

Os resultados apontam para o fato de que, de uma forma geral, os indivíduos estão propensos à mudança de modo de transporte. Aqueles mais propensos, foram classificados nas folhas 7 e 11, respectivamente e possuem as seguintes características

- Utilizam ônibus para realizar as viagens;
- O município de origem é Alagoinhas, Camaçari, Dias D'Ávila;
- O município de origem é Salvador, Simões Filho, Catu;
- Há vários municípios de destino;
- Motivo de viagem Estudo/Trabalho e outros.

Já aqueles indivíduos menos propensos foram classificados nas folhas 3 e 6 e possuem as características a seguir:

- Utilizam ônibus e o município de origem é Candeias, Conceição de Feira, Mata de São João, Pojuca e Santo Amaro;
- Utilizam automóvel e possuem mais de 1 carro no domicílio.

Vale ressaltar a observação de que predominantemente as viagens com origem nos municípios pertencentes ao trecho Alagoinhas (Ba)-Salvador (Ba) são ainda mais tendenciosas para o uso do trem do que no caso do trecho Conceição da Feira (Ba)- Salvador (Ba). A Figura 2 ilustra ambos os trechos. Além disto, observa-se a influência da posse de automóvel e, indiretamente, da renda domiciliar. Quanto maior a renda ou posse de automóvel, menor a tendência à transferência modal do automóvel para o trem.

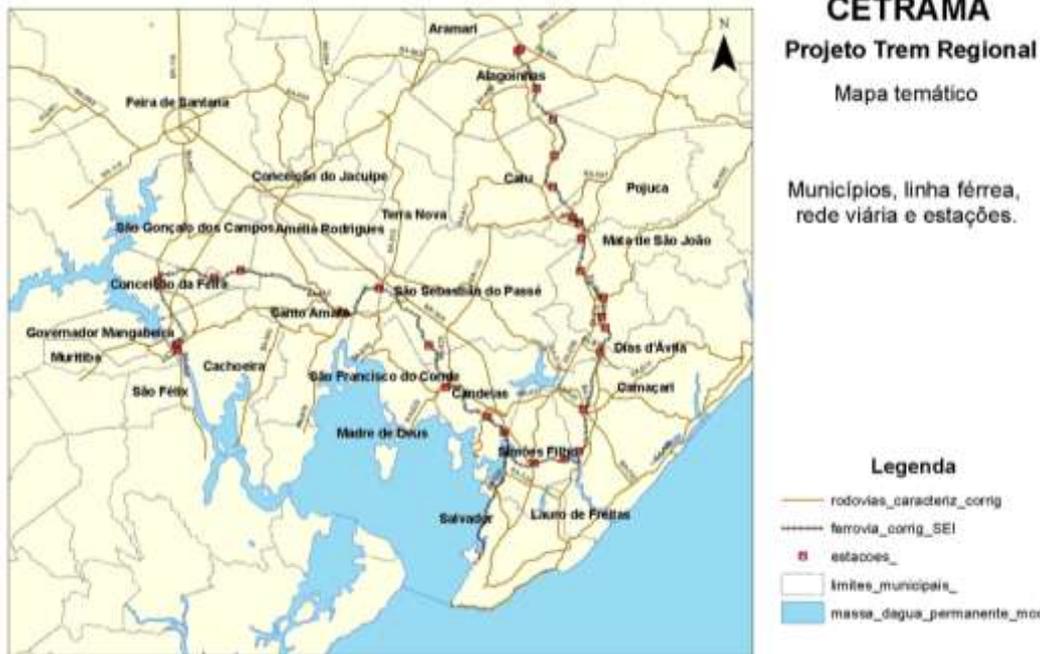


Figura 2 Projeto Trem Regional

A seguir é feita uma análise em relação à sensibilidade daqueles que disseram que mudariam de modo de transporte em relação a variações de custo de viagem e tempo de viagem. Assim, é realizada uma filtragem dos nós terminais para relacionar cada grupo de indivíduo às variáveis relativas à última parte do questionário (transferência modal), conforme descrito na Tabela 11.

Tabela 11 Variáveis relativas à transferência modal

Variável dependente	Você mudaria seu modo de transporte atual para fazer esta mesma viagem de trem?	(1) Sim (2) Não	
Variáveis independentes	Quanto você gasta atualmente na viagem?	reais	
	Quanto tempo você gasta na viagem?	min	
	Tarifa para mesmo tempo de viagem	Quanto você estaria disposto a pagar para viajar no trem, considerando que o tempo total de viagem seria o mesmo da sua viagem atual?	(1) até 5 reais; (2) de 5 a 10 reais (3) 10 a 15 reais; (4) 15 a 20 reais; (5) acima de 20 reais
	Tarifa para uma viagem mais rápida	E no caso da viagem de trem ser um pouco mais rápida que sua viagem atual, quanto você estaria disposto a pagar pela viagem?	(1) até 5 reais; (2) de 5 a 10 reais (3) 10 a 15 reais; (4) 15 a 20 reais; (5) acima de 20 reais
	Tarifa para uma viagem mais lenta	Caso a viagem de trem seja um pouco mais demorada que sua viagem atual, quanto estaria disposto a pagar neste caso?	(1) até 5 reais; (2) de 5 a 10 reais (3) 10 a 15 reais; (4) 15 a 20 reais; (5) acima de 20 reais

A Tabela 12, a seguir, descreve os nós terminais e as características associadas à transferência modal.

Tabela 12 Síntese de informações da transferência modal – nós terminais

Folha	Características	Tarifa para mesmo tempo de viagem	Tarifa para uma viagem mais rápida	Usaria o trem mesmo com viagem mais lenta	Tarifa para uma viagem mais lenta
6	Usa Ônibus	Até 5 reais	Até 5 reais	50,7% dos propensos 263 indivíduos	Até 5 reais
	Município de Origem: Candeias	48,3% (249)	30,6% (158)		47,2% (125)
	Conceição da Feira;	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	Mata de São João;	34,1% (176)	39,7% (205)		39,2% (103)
Propensos	Pojuca; Santo Amaro	de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 10 a 15 reais
		10,1% (52)	16,7% (86)		8,7% (23)
3	Usa Automóvel	Até 5 reais	Até 5 reais	58,4% dos propensos 150 indivíduos	Até 5 reais
	Mais de 1 auto no domicílio	35,8%(92)	26,5% (68)		40,0% (60)
	Total	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	406	26,8% (69)	23,0 % (59)		28,7% (43)
Propensos		de 10 a 15 reais	de 15 a 20 reais		de 10 a 15 reais
		17,1% (44)	19,5% (50)		14,0% (21)
4	Usa Automóvel	Até 5 reais	Até 5 reais	65,5% dos propensos 112 indivíduos	Até 5 reais
	1 auto no domicílio	36,3%(62)	22,8%(39)		42,0% (47)
	Total	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	207	30,4% (52)	28,1% (48)		33,0% (37)
Propensos		de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 15 a 20 reais
		14,6% (25)	19,3% (33)		10,7% (12)
7	Usa Ônibus	Até 5 reais	Até 5 reais	77,0% dos propensos 411 indivíduos	Até 5 reais
	Município de Origem: Alagoinhas,	54,4%(291)	45,6%(244)		57,2% (235)
	Camaçari	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	Dias D'Ávila	21,5% (115)	24,3% (130)		21,0% (111)
Propensos		de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 15 a 20 reais
		10,8% (58)	14,2% (76)		7,3% (30)
10	Usa Ônibus	Até 5 reais	Até 5 reais	67,3% dos propensos 370 indivíduos	Até 5 reais
	Município de Origem: Salvador,	61,5% (338)	46,9% (258)		61,4% (227)
	Simões Filho, Catu	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	Município Destino : Camaçari, Candeias,	29,1% (160)	33,3% (183)		30,8% (114)
Propensos	Catu, Mata de São João	de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 15 a 20 reais
		4,5% (25)	11,1% (61)		3,5% (13)
12	Usa Ônibus	Até 5 reais	Até 5 reais	63,0% dos propensos 51 indivíduos	Até 5 reais
	Município de Origem: Salvador	42,0% (34)	35,8% (29)		37,3% (19)
	Simões Filho, Catu	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	Município Destino : Alagoinhas; Conceição da Feira;	25,9% (21)	17,3% (14)		37,3% (19)
Propensos	Dias D'Ávila; Pojuca; Salvador, Santo Amaro e Simões Filho, Motivo de viagem Saúde	de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 10 a 15 reais
		22,2% (18)	25,9% (21)		13,7% (7)
11	Usa Ônibus	Até 5 reais	Até 5 reais	64,4% dos propensos 1008 indivíduos	Até 5 reais
	Município de Origem: Salvador	55,1% (862)	41,7% (652)		59,3% (598)
	Simões Filho, Catu	de 5 a 10 reais	de 5 a 10 reais		de 5 a 10 reais
	Município Destino : Alagoinhas; Conceição da Feira;	21,4% (335)	25,3% (396)		19,7% (199)
Propensos	Dias D'Ávila; Pojuca; Salvador, Santo Amaro e Simões Filho, Motivo de viagem Trabalho/estudo	de 10 a 15 reais	de 10 a 15 reais		de 10 a 15 reais
		9,7% (151)	14,1% (220)		9,2% (93)

Observa-se que, na maior parte dos grupos, os indivíduos estão dispostos a pagar até cinco reais pela tarifa do trem. Para o mesmo cenário (mesmo tempo de viagem), observou-se maior frequência de custo de viagem até cinco reais em todos os nós terminais da AD. O percentual de ocorrência das demais categorias de custo de viagem variava de acordo com as características das folhas. Em geral, nas classes de indivíduos com automóvel no domicílio, havia um percentual um pouco maior para a categoria de cinco a dez reais o valor tarifário.

Levando-se em conta a mudança do cenário (menor tempo de viagem/ viagem mais rápida), verificou-se frequência de ocorrência dos custos de viagem até cinco reais e de cinco a dez reais. A frequência variava de acordo com a folha (classe de indivíduos). No entanto, observou-se diminuição de frequência do menor valor tarifário (até cinco reais) em todos os grupos. Pode-se concluir que os indivíduos estão dispostos a pagar um pouco mais por uma viagem mais rápida. Aqueles com maior renda (ou automóveis no domicílio tendem a pagar mais).

5.2 Modelo de propensão à mudança modal – banco de motoristas/rodovias

A partir do banco de dados de 632 indivíduos entrevistados, foi feito mais um tratamento e obtida a amostra final com 579 indivíduos. Foram excluídos da amostra:

- Indivíduos que não responderam a pergunta se trocava ou não o modo de transporte

Para a aplicação da Árvore de Decisão foram consideradas as variáveis descritas na Tabela 13. Além disso, foi considerado o mínimo de 25 indivíduos por nó.

Tabela 13 Variáveis utilizadas na aplicação da AD/banco de motoristas rodovias

Variáveis independentes	Descrição	
Sexo	(1) Masculino; (2) Feminino	Socioeconômicas
Idade	(1) Até 19 anos; (2) 20 a 29 anos; (3) 30 a 39 anos	
	(4) 40 a 49 anos; (5) 50 a 65 anos; (6) acima de 65 anos	
Instrução	(1) sem instrução; (2) 1o grau; (3) 2o grau; (4) 3o grau	
Renda	(1) NO 1; (2) No 2; (3)No 3; (4)No 4; (5) No 5	
Ocupação	(1) Comércio; (2) Indústria; (3) Serviços; (4) Agricultura	
	(5) Estudante; (6) Aposentado	
Residência	(1) Própria; (2) Alugada; (3) Cedida	
Carros no domicílio	(1) zero; (2) 1; (3) 2; (4) mais que 2	
Município de Origem	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira	Viagens
Município de Destino	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira e Outros	
	Frequência semanal de viagem	
Motivo de viagem	(1) Trabalho; (2) Estudo; (3) Compras; (4) Lazer; (5) Saúde; (6) Visita; (7) Outros	
Variável dependente	Descrição	
Muda o modo de transporte?	(1) Sim; (2) Não	

Percebe-se, através da AD representada na Figura 3, que a exemplo do banco de dados proveniente dos PGVs, a maioria dos motoristas entrevistados nos postos nas rodovias está propensa à mudança modal (78,6%). Observaram-se ainda quais foram as variáveis selecionadas na AD e sua influência na transferência modal. A variável de maior importância (que melhor explica a variabilidade dos dados em relação à transferência modal) foi “Município de Origem”, segregando os dados em dois ramos principais:

(1) Pojuca, Alagoinhas, Simões Filho e Santo Amaro (nó 1 – 72,6% mudaria de modo – total de 452 pessoas);

(2) Conceição da Feira (nó 2 – 100% mudaria de modo – total de 127 pessoas) – Nó Terminal

Neste caso, os motoristas que tiveram origem nos municípios pertencentes ao trecho Alagoinhas (BA) – Salvador (BA) estão menos predispostos à transferência modal, quando comparados aos motoristas com origem em Conceição da Feira.

Em seguida, é selecionada novamente a variável “Município de Origem”. Assim, o nó 1 gera mais dois nós filhos/subgrupos:

Partição do Nó 1:

(1.1) Indivíduos com origem Alagoinhas (nó 3 – 58,2% mudaria de modo);

(1.2) Indivíduos com origem Pojuca, Simões Filho e Santo Amaro (nó 4 – 76,2% mudaria de modo);

Seguidamente, os grupos foram formados e subdivididos sucessivamente considerando as variáveis independentes citadas na Tabela 13. Ao final da segregação dos dados, foram obtidas 7 folhas, que foram a base para avaliar os diferentes comportamentos em relação à transferência modal dos motoristas. O modelo de AD teve 79% de acertos, além disto, a árvore apresentou uma profundidade igual a 5 e um total de 13 nós. Na Figura 3 são apresentados os nós e o desenho esquemático da árvore obtida. Os retângulos, os quais representam os nós, apresentam a probabilidade de mudança de modo (1-Sim; 2- Não) de cada grupo classificado na AD. A Tabela 14, logo em seguida, mostra o resumo dos principais resultados da AD. São representadas na tabela as características de cada nó terminal (folha).

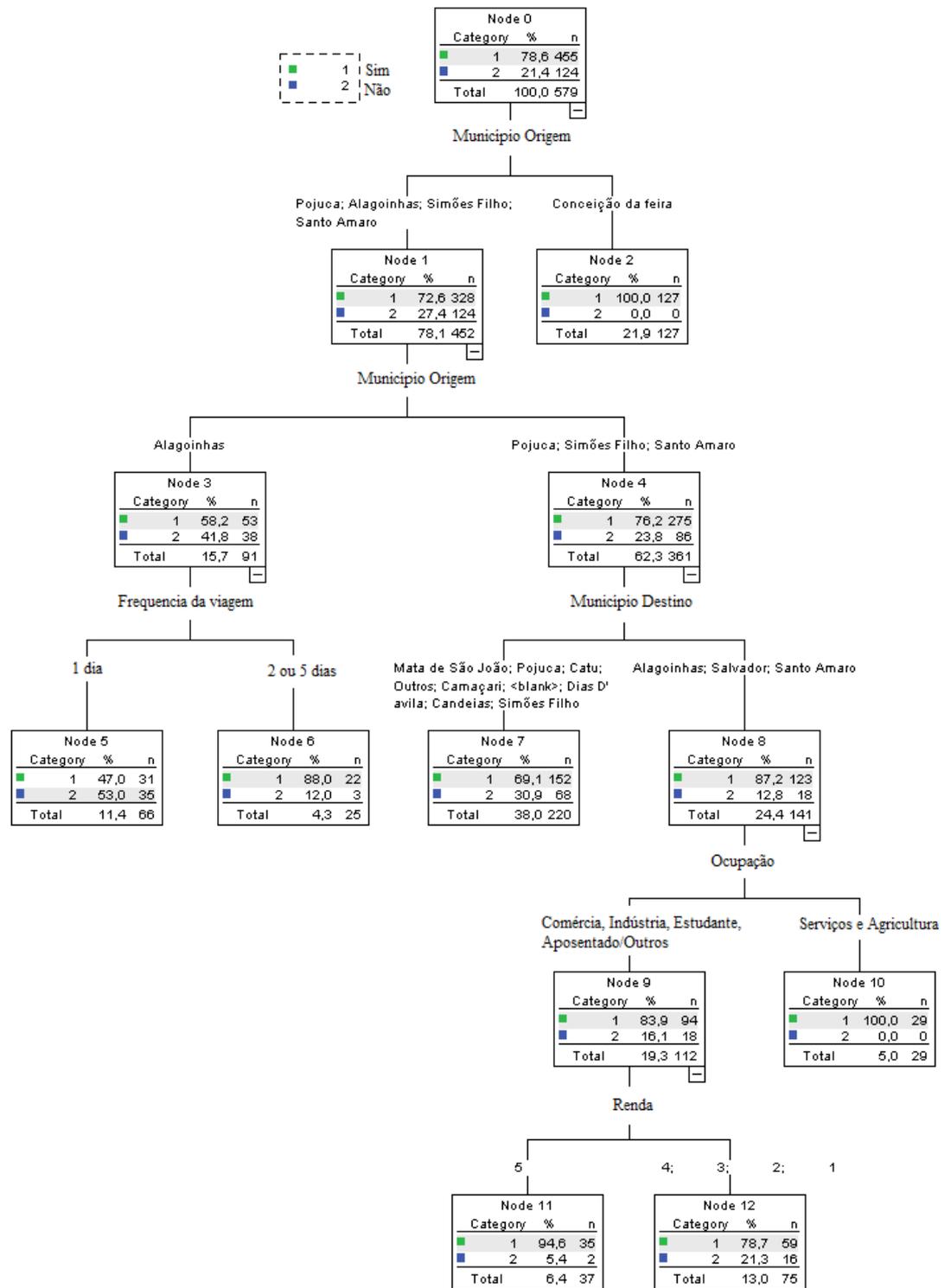


Figura 3 AD obtida para amostra de questionários aplicados aos motoristas nas rodovias

Tabela 14 Síntese das características selecionadas em cada nó terminal/folha
– banco de dados motoristas/rodovias

Folha	Características	Trocaria de modo?
2	Município de Origem: Conceição da Feira	Sim (100%)
127 pessoas		Não (0,0%)
5	Município de Origem : Alagoinhas	Sim (47,0%)
66 pessoas	Frequência da viagem (1 vez por semana)	Não (53,0%)
6	Município de Origem : Alagoinhas	Sim (88,0%)
25 pessoas	Frequência da viagem (2 ou 5 vezes por semana)	Não (12,0%)
7	Município de Origem : Pojuca, Simões Filho e Santo Amaro	Sim (69,1%)
220 pessoas	Município de Destino: Mata de São João, Pojuca, Catu, Camaçari, Dias D'Ávila, Candeias, Simões Filho	Não (30,9%)
10	Município de Origem : Pojuca, Simões Filho e Santo Amaro	Sim (100,0%)
29 pessoas	Município de Destino: Alagoinhas, Salvador, Santo Amaro	
	Ocupação: Agricultura ou Serviços	Não (0,0%)
11	Município de Origem : Pojuca, Simões Filho e Santo Amaro	Sim (94,6%)
37 pessoas	Município de Destino: Alagoinhas, Salvador, Santo Amaro	
	Ocupação: Comércio, Indústria, Estudante, Aposentado/outros	Não (5,4%)
	Renda 5	
12	Município de Origem : Pojuca, Simões Filho e Santo Amaro	Sim (78,7%)
75 pessoas	Município de Destino: Alagoinhas, Salvador, Santo Amaro	
	Ocupação: Comércio, Indústria, Estudante, Aposentado/outros	Não (21,3%)
	Renda 4,3,2 e 1	

5.3 Cálculo da Parcela da população que trocaria o ônibus/carro pelo trem - BANCO DE DADOS PASSAGEIROS PGVS O/D

Nesta etapa é calculada a proporção da população propensa à mudança de modo de transporte – ônibus/carro para o trem – para viagens intermunicipais.

Para um nível de confiança de 95%, é calculado o **intervalo de confiança** para o parâmetro populacional π (proporção da população que trocaria o ônibus/carro pelo trem para realização de viagens intermunicipais).

Considerando que o tamanho da amostra é razoavelmente grande e que é válida a aproximação da distribuição binomial para a normal, teremos o erro padrão dado por:

$$S_p = \sqrt{\frac{P \cdot (1-P)}{n}} \quad (6)$$

S_p = erro padrão

P = proporção da amostra favorável à mudança

N = tamanho da amostra

Considerando que a amostra de motorista é composta por 4122 indivíduos e que a proporção de favoráveis à mudança é equivalente a 89,1%.

$$S_p = \sqrt{\frac{0,891(1-0,891)}{4122}} = 2,38 \cdot 10^{-5}$$

Calculando o limite superior para o Erro amostral

$$E = (1,96) \cdot Sp$$

$$E = (1,96) \times 2,38 \cdot 10^{-5} = 4.62 \cdot 10^{-5}$$

Assim, a proporção da população de motoristas favorável à mudança de modo, seria:

89,1 ± 0,00%

Após o cálculo da proporção geral aferida, é realizada a estimação do parâmetro proporção considerando a proporção relativa a cada cidade, levando-se em conta que a amostragem foi estratificada

A Tabela 15 descreve as Estimativas pontuais e intervalares para proporção de indivíduos maiores de 14 anos que afirmam alterar seu modo de transporte habitual para o trem regional de passageiros para os municípios de Alagoinhas, Catú, Pojuca, Mata de São João, Dias D'Ávilas, Camaçari, Simões Filhos, Salvador, Candeias, Santo Amaro e Conceição da Feira.

Tabela 15 Estimativas pontuais e intervalares para proporção de propensos à mudança modal

Estrato (h)	Município (Estratos)	Nh	nh obtido em campo	ph amostral	qh amostral	Variância em cada estrato	Margem de erro	Intervalo de confiança	
								Limite Inferior	Limite Superior
1	Alagoinhas	95632	126	91,3%	8,70%	0,000634611	4,9%	86,36%	96,24%
2	Camaçari	172853	231	98,7%	1,30%	5,57124E-05	1,5%	97,24%	100%
3	Candeias	57378	215	80,9%	19,10%	0,000719346	5,3%	75,64%	86,16%
4	Catu	32950	173	83,8%	16,20%	0,000785135	5,5%	78,31%	89,29%
5	Conceição da Feira	9603	77	75,3%	24,70%	0,002427627	9,7%	65,64%	84,96%
6	Dias d'Ávila	45194	247	99,2%	0,80%	3,20839E-05	1,1%	98,09%	100%
7	Mata de São João	22176	131	77,1%	22,90%	0,001350123	7,2%	69,90%	84,30%
8	Pojuca	21457	138	80,4%	19,60%	0,00114285	6,6%	73,77%	87,03%
9	Salvador	2121762	2349	89,8%	10,20%	3,8967E-05	1,2%	88,58%	91,02%
10	Santo Amaro	34395	192	84,9%	15,10%	0,000667452	5,1%	79,84%	89,96%
11	Simões Filho	77466	243	92,6%	7,40%	0,000282269	3,3%	89,31%	95,89%
	Total	2690866	4122						

Estimativa pontual e intervalar para proporção de indivíduos maiores de 14 anos que afirmam alterar seu modo de transporte habitual para o trem regional de passageiros.

Margem de erro global da pesquisa	Proporção para os municípios conjuntamente	Variância amostral	Limite Inferior	Limite Superior
1,00%	0,901	0,00002625094411	89,102%	91,110%

5.4 Cálculo da Parcela da população que trocaria o carro pelo trem - BANCO DE DADOS MOTORISTAS RODOVIAS O/D

Nesta etapa é calculada a proporção da população propensa à mudança de modo de transporte – automóvel para o trem – para viagens intermunicipais.

Para um nível de confiança de 95%, é calculado o **intervalo de confiança** para o parâmetro populacional π (proporção da população que trocaria o automóvel pelo trem para realização de viagens intermunicipais).

Considerando que o tamanho da amostra é razoavelmente grande e que é válida a aproximação da distribuição binomial para a normal, teremos o erro padrão dado por:

$$S_p = \sqrt{\frac{P \cdot (1-P)}{n}} \quad (6)$$

Sp = erro padrão

P = proporção da amostra favorável à mudança

N= tamanho da amostra

Considerando que a amostra de motorista é composta por 579 indivíduos e que a proporção de favoráveis à mudança é equivalente a 78,6%.

$$S_p = \sqrt{\frac{0,786(1 - 0,786)}{579}} = 0,017$$

Calculando o limite superior para o Erro amostral

E= (1,96). Sp

E = (1,96) x 0,017 = 0,03332 ou 3,33%

Assim, a proporção da população de motoristas favorável à mudança de modo, seria:

78,6% ± 3,33%

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Breiman, L.; Friedman, J.H.; Olshen, R.A e Stone, C.J. (1984) Classification and Regression Trees. Wadsworth International Group, Califórnia, p. 452.

Safavian, S.R. e Landgrebe, D. (1991) A Survey of Decision Tree Classifier Methodology, Man and Cybernetics, v.21, p. 660-674.