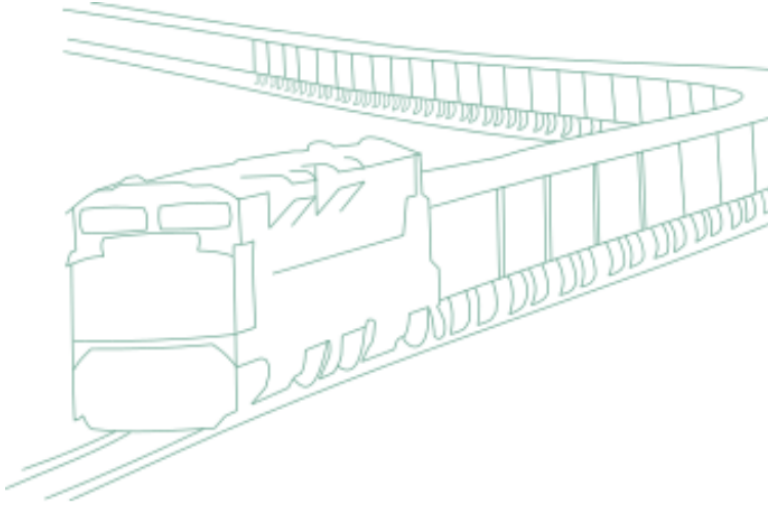




RELATÓRIO METODOLÓGICO

Logística Continental de Soja e Milho

Rotas de Escoamento, Simulação de
Cenários e Capacidade Portuária nas
Rotas de Integração Sul-Americana

Agosto de 2026



Britaldo Soares Filho
William Costa

Sumário

Apresentação.....	16
1 Introdução.....	16
2 Fundamentação conceitual.....	21
2.1 A dimensão ambiental.....	21
2.2 Uma viabilidade condicionada	22
2.3 A necessidade de simular antes de investir	23
2.4 Modelagem <i>ex-ante</i> : simular a realidade para avaliar novos projetos.....	24
3 Objetivos.....	25
3.1 Objetivo geral.....	26
3.2 Objetivos específicos	26
4 Escopo do estudo.....	26
5 Fontes e tratamento dos dados.....	27
6 Metodologia.....	28
6.1 Visão geral da abordagem	28
6.2 Modelos, sistemas e ferramentas utilizados	28
6.3 Etapas metodológicas.....	30
6.4 Parâmetros, premissas e critérios adotados.....	30
6.5 Construção dos cenários	31
6.6 Indicadores de avaliação	31
7 Resultados.....	32
Relatório Consolidado – Cenário Atual – Base	33
1. Panorama Geral do Escoamento.....	33
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	33
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	36
4. Sazonalidade do Escoamento	37
5. Corredores Órfãos.....	39
6. Impactos Socioambientais	39
7. Considerações Finais	40

Relatório Consolidado – Rota Amazônica.....	41
1. Panorama Geral do Escoamento.....	41
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	41
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	45
4. Sazonalidade do Escoamento	46
5. Corredores Órfãos.....	48
6. Impactos Socioambientais	49
7. Considerações Finais	51
Relatório Consolidado – Rota de Capricórnio.....	51
1. Panorama Geral do Escoamento.....	51
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	52
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	56
4. Sazonalidade do Escoamento	57
5. Corredores Órfãos.....	59
6. Impactos Socioambientais	60
7. Considerações Finais	61
Relatório Consolidado – Rota Porto Alegre – Coquimbo.....	62
1. Panorama Geral do Escoamento.....	62
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	62
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	65
4. Sazonalidade do Escoamento	67
5. Corredores Órfãos.....	69
6. Impactos Socioambientais	69
7. Considerações Finais	71
Relatório Consolidado – Rota da Ilha das Guianas.....	72
1. Panorama Geral do Escoamento.....	72
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	72
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	76
4. Sazonalidade do Escoamento	78

5. Corredores Órfãos.....	79
6. Impactos Socioambientais	80
7. Considerações Finais	82
Relatório Consolidado – Rota Quadrante Rondon.....	82
1. Panorama Geral do Escoamento.....	82
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	83
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	86
4. Sazonalidade do Escoamento	88
5. Corredores Órfãos.....	89
6. Impactos Socioambientais	90
7. Considerações Finais	92
Relatório Consolidado – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)	92
1. Panorama Geral do Escoamento.....	92
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	93
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	96
4. Sazonalidade do Escoamento	97
5. Corredores Órfãos.....	99
6. Impactos Socioambientais	100
7. Considerações Finais	101
Cenário 2035 – Portos	102
Relatório Consolidado – Cenário 2035 – Base	102
1. Panorama Geral do Escoamento.....	102
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	102
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	105
4. Sazonalidade do Escoamento	106
5. Corredores Órfãos.....	106
6. Considerações Finais.....	107
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Amazônica	107
1. Panorama Geral do Escoamento.....	107

2. Mapas das Rotas de Transporte.....	108
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	111
4. Sazonalidade do Escoamento	112
5. Corredores Órfãos.....	112
6. Considerações Finais.....	113
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio.....	113
1. Panorama Geral do Escoamento.....	113
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	114
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	117
4. Sazonalidade do Escoamento	118
5. Corredores Órfãos.....	118
6. Considerações Finais.....	119
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo	119
1. Panorama Geral do Escoamento.....	119
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	120
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	123
4. Sazonalidade do Escoamento	124
5. Corredores Órfãos.....	125
6. Considerações Finais.....	125
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota da Ilha das Guianas	125
1. Panorama Geral do Escoamento.....	126
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	126
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	129
4. Sazonalidade do Escoamento	130
5. Corredores Órfãos.....	130
6. Considerações Finais.....	131
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon	131
1. Panorama Geral do Escoamento.....	131
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	132

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	135
4. Sazonalidade do Escoamento	136
5. Corredores Órfãos.....	137
6. Considerações Finais.....	137
Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)	138
1. Panorama Geral do Escoamento.....	138
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	138
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	141
4. Sazonalidade do Escoamento	142
5. Corredores Órfãos.....	143
6. Considerações Finais.....	143
Cenário 2035 – Todos os investimentos.....	143
Relatório Consolidado – Todos os investimentos implantados	144
1. Panorama Geral do Escoamento.....	144
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	144
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	147
4. Sazonalidade do Escoamento	148
5. Corredores Órfãos.....	148
6. Considerações Finais.....	149
Cenário 2035 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)	149
Relatório Consolidado – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)	150
1. Panorama Geral do Escoamento.....	150
2. Mapas das Rotas de Transporte.....	150
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque.....	153
4. Sazonalidade do Escoamento	154
5. Corredores Órfãos.....	155
6. Considerações Finais.....	155

8 Síntese comparativa dos cenários	156
8.1 Comparação dos oito cenários sobre a base atual	156
Sumário Executivo.....	156
O cenário Atual como linha de base	157
Comparação dos Cenários com o Atual	160
Cenário Amazônica – Ampliação do mapeamento sem ganho de eficiência	160
Cenário Capricórnio – Melhora marginal de custo com perda de resiliência	161
Cenário Coquimbo – Distribuição equilibrada, mas sem redução real de custo	162
Cenário Guianas – Descoberta de novos corredores sem melhora dos indicadores	162
Cenário Rondon – O maior alívio do Arco Norte, com saturação plena de Belém	163
Cenário Transoceânica – A única ruptura estrutural da série.....	165
Análise Integrada da Rede Logística	166
8.2 Consolidação comparativa, horizonte 2035 (capacidade portuária ampliada).....	169
Sumário Executivo.....	169
O cenário Atual como linha de base	170
Comparação dos Cenários com o Atual	171
Cenário 2035, Expansão de capacidade portuária sem alteração de rotas	171
Cenário Transoceânica, Ferrovia FICO-FIOL-Acre-Chancay sobre base 2035	172
Análise Integrada.....	174
Conclusão.....	175
Painel comparativo consolidado: 3 cenários (base 2035) × indicadores-chave.....	176
Conclusão.....	178

O que a comparação revela de forma definitiva	178
O que funciona, e onde investir	179
8.3 Consolidação comparativa, todos os projetos implantados	180
Sumário Executivo.....	180
O cenário Atual como linha de base	181
Comparação dos Cenários com o Atual	182
Todos os Projetos Implantados 2035.....	182
Transoceânica + Todos os Projetos 2035.....	183
Análise Integrada	185
Conclusão.....	186
Painel comparativo consolidado: 3 cenários (todos os projetos) × indicadores-chave	187
9 Limitações do método.....	189
10 Considerações finais.....	190
11 Referências.....	191

Índice de Figuras

Figura 1 – Infraestruturas de transporte na América do Sul.....	17
Figura 2 – Rotas de Integração Sul-Americana.	18
Figura 3 – Cenário-base – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	34
Figura 4 – Cenário-base – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	35
Figura 5 – Cenário-base – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	38
Figura 6 – Cenário-base – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	39
Figura 7 – Rota Amazônica – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	42
Figura 8 – Rota Amazônica – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	43
Figura 9 – Rota Amazônica – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	47
Figura 10 – Rota Amazônica – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	48
Figura 11 – Rota de Capricórnio – Rotas de escoamento de soja até os portos.	53
Figura 12 – Rota de Capricórnio – Rotas de escoamento de milho até os portos	54
Figura 13 – Rota de Capricórnio – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	57
Figura 14 – Rota de Capricórnio – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	58
Figura 15 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	63
Figura 16 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	64
Figura 17 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	67
Figura 18 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	68
Figura 19 – Rota das Guianas – Rotas de escoamento de soja até os portos.	74
Figura 20 – Rota das Guianas – Rotas de escoamento de milho até os portos. ...	75
Figura 21 – Rota das Guianas – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	78
Figura 22 – Rota das Guianas – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	79

Figura 23 – Rota Quadrante Rondon – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	84
Figura 24 – Rota Quadrante Rondon – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	85
Figura 25 – Rota Quadrante Rondon – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	88
Figura 26 – Rota Quadrante Rondon – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	89
Figura 27 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de soja até os portos.	93
Figura 28 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	94
Figura 29 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	97
Figura 30 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	98
Figura 31 – Cenário 2035 – Base – Rotas de escoamento de soja até os portos.	103
Figura 32 – Cenário 2035 – Base – Rotas de escoamento de milho até os portos.	104
Figura 33 – Cenário 2035 – Base – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	106
Figura 34 – Cenário 2035 – Base – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	106
Figura 35 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	109
Figura 36 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	110
Figura 37 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	112
Figura 38 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	112
Figura 39 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Rotas de escoamento de soja até os portos.	115
Figura 40 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Rotas de escoamento de milho até os portos.	116

Figura 41 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	118
Figura 42 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	118
Figura 43 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	121
Figura 44 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Rotas de escoamento de milho até os portos.	122
Figura 45 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	124
Figura 46 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	124
Figura 47 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	127
Figura 48 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Rotas de escoamento de milho até os portos.	128
Figura 49 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	130
Figura 50 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	130
Figura 51 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Rotas de escoamento de soja até os portos.	133
Figura 52 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	134
Figura 53 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	136
Figura 54 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	136
Figura 55 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de soja até os portos.....	139
Figura 56 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de milho até os portos.	140
Figura 57 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	142

Figura 58 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.	142
Figura 59 – Todos os investimentos implantados – Rotas de escoamento de soja até os portos.	145
Figura 60 – Todos os investimentos implantados – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	146
Figura 61 – Todos os investimentos implantados – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.	148
Figura 62 – Todos os investimentos implantados – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	148
Figura 63 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de soja até os portos.	151
Figura 64 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Rotas de escoamento de milho até os portos.....	152
Figura 65 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.....	154
Figura 66 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.....	154

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Principais capacidades da plataforma OtimizaInfra	30
Tabela 2 – Cenário Base – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	33
Tabela 3 – Cenário-base – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	35
Tabela 4 – Cenário-base – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	36
Tabela 5 – Rota Amazônica – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	41
Tabela 6 – Rota Amazônica – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	44
Tabela 7 – Rota Amazônica – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	45
Tabela 8 – Rota de Capricórnio – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	52
Tabela 9 – Rota de Capricórnio – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	55
Tabela 10 – Rota de Capricórnio – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	56
Tabela 11 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	62
Tabela 12 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	65
Tabela 13 – Rota Porto Alegre-Coquimbo – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	66
Tabela 14 – Rota das Guianas – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	72
Tabela 15 – Rota das Guianas – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	75
Tabela 16 – Rota das Guianas – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	77
Tabela 17 – Rota Quadrante Rondon – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	83
Tabela 18 – Rota Quadrante Rondon – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	85
Tabela 19 – Rota Quadrante Rondon – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	87

Tabela 20 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Painel geral comparativo entre soja e milho.	92
Tabela 21 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	95
Tabela 22 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	96
Tabela 23 – Cenário 2035 – Base – Painel geral comparativo entre soja e milho.	102
Tabela 24 – Cenário 2035 – Base – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	104
Tabela 25 – Cenário 2035 – Base – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	105
Tabela 26 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Painel geral comparativo entre soja e milho.	108
Tabela 27 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	110
Tabela 28 – 2035 Portos – Rota Amazônica – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	111
Tabela 29 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Painel geral comparativo entre soja e milho.	114
Tabela 30 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	116
Tabela 31 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	117
Tabela 32 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Painel geral comparativo entre soja e milho.	120
Tabela 33 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	122
Tabela 34 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	123
Tabela 35 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Painel geral comparativo entre soja e milho.	126
Tabela 36 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	128
Tabela 37 – 2035 – Portos – Rota das Guianas – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	129

Tabela 38 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	132
Tabela 39 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	134
Tabela 40 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	135
Tabela 41 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	138
Tabela 42 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.....	140
Tabela 43 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	141
Tabela 44 – Todos os investimentos implantados – Painel geral comparativo entre soja e milho.	144
Tabela 45 – Todos os investimentos implantados – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	146
Tabela 46 – Todos os investimentos implantados – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.	147
Tabela 47 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Painel geral comparativo entre soja e milho.....	150
Tabela 48 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.	152
Tabela 49 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) – Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.....	153
Tabela 50 – Painel comparativo consolidado: 8 cenários × indicadores-chave.	158
Tabela 51 – Quadro comparativo consolidado: 3 cenários (base 2035) × indicadores-chave.....	176
Tabela 52 – – Quadro comparativo consolidado: 3 cenários (todos os projetos) × indicadores-chave.....	187

Apresentação

Este relatório descreve, de forma organizada e acessível, o método empregado para simular e avaliar o escoamento da soja e do milho brasileiros diante dos projetos que compõem as Rotas de Integração Sul-Americana. O texto reúne o referencial conceitual que fundamenta o trabalho, as fontes de dados utilizadas, os procedimentos e ferramentas de modelagem, os critérios e premissas adotados, a forma como os cenários foram construídos e os resultados obtidos para cada um deles.

A proposta central é tratar o planejamento de infraestrutura como um exercício que pode ser testado antes da obra. Em vez de decidir apenas com base em estimativas isoladas, o estudo constrói uma representação da rede logística nacional e, sobre ela, “experimenta” cada projeto, medindo seus efeitos sobre rotas, custos, distâncias e capacidade dos portos. O objetivo deste documento é deixar esse caminho claro o suficiente para que a análise possa ser compreendida, discutida e reproduzida.

1 Introdução

A crescente demanda por integração física e econômica entre os países da América do Sul tem impulsionado a formulação de rotas logísticas internacionais que envolvem diretamente o território brasileiro (SANTOS; FERREIRA, 2025). No centro desse debate está uma característica antiga da economia nacional: a matriz de transportes brasileira historicamente impõe severas restrições ao desenvolvimento do agronegócio, sobretudo nas cadeias de grãos, como a soja e o milho (CASTRO, 2015). Nesse arranjo, a saturação portuária atua como o nó mais restritivo da rede logística, ditando o ritmo, o custo e o desgaste da malha viária de acesso.

Em resposta a esse quadro, o Brasil tem realizado esforços consideráveis para aprimorar sua infraestrutura logística interna e regional, com foco especial na conexão com mercados globais, em particular a Ásia (MPO, 2024). É nesse contexto que a logística ferroviária ganhou destaque nos debates sobre infraestrutura nacional, acompanhada de promessas de investimentos robustos e de maior participação privada nas concessões. O interesse estrangeiro nesse processo é notável, principalmente de empresas chinesas e

árabes que já manifestaram intenção de participar de novos projetos de concessão (GLOBO ECONOMIA, 2026; CUSTÓDIO et al., 2026).

A implantação das Rotas de Integração Sul-Americana representa uma tentativa de reorganizar a infraestrutura de transportes do continente segundo uma realidade econômica distinta daquela que orientou, historicamente, a ocupação brasileira (MPO, 2024; BARROS et al., 2020) (Figura 1). O projeto se organiza em cinco grandes corredores: a Rota da Ilha das Guianas, a Rota Amazônica, a Rota do Quadrante Rondon, a Rota Bioceânica de Capricórnio e a Rota Porto Alegre–Coquimbo (Figura 2), com o objetivo declarado de ampliar o comércio regional e reduzir o tempo e o custo das conexões com a Ásia (MPO, 2024).



Figura 1 — Infraestruturas de transporte na América do Sul.



Figura 2 — Rotas de Integração Sul-Americana.

À primeira vista, a lógica econômica é convincente. Segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2023), os custos logísticos podem representar até 30% do valor total das exportações brasileiras. Essa realidade não se limita à produção agropecuária: a CNI (2022) aponta que as restrições físicas e logísticas e os problemas nos diferentes modais elevam os custos e prejudicam a competitividade do setor produtivo. O transporte rodoviário, majoritário na matriz brasileira, além de oneroso e sujeito a variações sazonais, apresenta menor eficiência energética e maior impacto ambiental. Nesse sentido, aproximar os centros produtores brasileiros dos portos do Pacífico poderia encurtar parte da viagem marítima até a costa chinesa, diversificar os canais de exportação e diminuir a dependência dos portos de Santos, Paranaguá e do Arco Norte (BARROS; CARNEIRO, 2024).

A ressalva importante é que uma rota mais curta no mapa não é, necessariamente, uma rota mais barata. Para alcançar o Pacífico, as cargas precisam atravessar fronteiras internacionais, territórios amazônicos e, em alguns casos, a Cordilheira dos Andes (BARROS; CARNEIRO, 2024). Um exemplo ajuda a dimensionar o problema: no transporte de soja entre Sorriso (MT) e o Porto de Chancay, no Peru, recomenda-se utilizar um veículo com cerca de 30 toneladas por viagem. Essa quantidade é adequada porque o Peru estabelece, como regra geral, peso bruto veicular máximo de 48 toneladas, incluindo caminhão, semirreboque e carga, além de limites específicos por eixo (PERU, 2003). Embora no Brasil algumas combinações possam alcançar 74 toneladas (CONTRAN, 2021), um veículo mais pesado dificultaria a viagem em território peruano (PERU, 2003). Além da questão legal, um conjunto de, aproximadamente, 30 toneladas é mais adequado às condições da Rodovia Interoceânica, especialmente na travessia dos Andes, onde longos aclives, descidas e curvas acentuadas aumentam as exigências sobre freios, motor e capacidade de manobra (BARROS; CARNEIRO, 2024; FHWA, 1995).

Entre os corredores, a Rota do Quadrante Rondon aparece como uma das possibilidades mais promissoras para o agronegócio (MPO, 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024), pois pode conectar Acre, Rondônia e o oeste de Mato Grosso ao Peru e ao Porto de Chancay (MPO, 2024). O governo brasileiro estima que essa alternativa reduza em cerca de dez dias a viagem marítima até Xangai. Essa economia, contudo, não se aplica automaticamente a toda a produção nacional (BARROS; CARNEIRO, 2024). O corredor tende a ser mais competitivo para origens situadas no oeste do país e para cargas capazes de absorver os custos da travessia continental. Para municípios próximos dos portos atlânticos ou já conectados a ferrovias consolidadas, a saída pelo Pacífico pode continuar mais cara (BARROS; CARNEIRO, 2024).

A Rota Bioceânica de Capricórnio também tem potencial para escoar soja, milho, carnes e produtos industrializados de Mato Grosso do Sul, Paraná e áreas próximas (MPO, 2024; BARROS et al., 2020). Sua principal vantagem é atravessar regiões com produção agropecuária consolidada e alcançar portos chilenos por meio do Paraguai e da Argentina (MPO, 2024; BARROS et al., 2020). Ainda assim, a travessia rodoviária dos Andes, com elevadas altitudes, restrições geométricas, riscos de deslizamentos e interrupções climáticas, limita o transporte contínuo de grandes volumes (BID, 2008; BARROS; CARNEIRO, 2024). Sua viabilidade aumentaria com terminais intermodais, harmonização

aduaneira e conexões ferroviárias, que reduziriam a dependência de longos deslocamentos por caminhão (BID, 2023).

A Rota Porto Alegre–Coquimbo pode fortalecer o comércio entre Brasil, Uruguai, Argentina e Chile (MPO, 2024), mas, para as exportações destinadas à China, sua vantagem é menos evidente (BARROS; CARNEIRO, 2024). O Sul do Brasil já dispõe de portos atlânticos relativamente próximos e de cadeias logísticas consolidadas, de modo que atravessar a Argentina e os Andes só será competitivo para determinadas cargas, períodos ou destinos (BARROS; CARNEIRO, 2024). Seu maior valor pode estar na integração produtiva regional, no comércio entre os países sul-americanos e na criação de rotas alternativas (BARROS et al., 2020; MPO, 2024).

As rotas Amazônica e da Ilha das Guianas têm importância estratégica de outra natureza (MPO, 2024). Elas podem melhorar o abastecimento das cidades de fronteira, ampliar o acesso a serviços públicos, incentivar a bioeconomia e favorecer o comércio regional. A Rota Amazônica, predominantemente fluvial, enfrenta limitações para grandes volumes de soja e milho destinados à China, relacionadas à sazonalidade hidrológica, aos transbordos e à distância entre os rios amazônicos e os portos do Pacífico (SANTOS DE LIMA et al., 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024). Já a Rota da Ilha das Guianas tem maior vocação para a integração regional e para a conexão com o Caribe e o Atlântico do que para o escoamento massivo de grãos rumo à Ásia (MPO, 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024).

Merece registro, ainda, a Ferrovia Transoceânica, ou Bioceânica, projeto estratégico ambicioso destinado a estabelecer uma ligação ferroviária entre o litoral brasileiro e os portos do Oceano Pacífico, no Peru, criando uma rota alternativa para o comércio com os mercados asiáticos. O corredor completo ainda se encontra em fase de estudos de viabilidade e articulação internacional. Entre seus principais benefícios, estão a redução dos custos logísticos, a diversificação das rotas de exportação, a diminuição da dependência do transporte rodoviário e o fortalecimento econômico das regiões produtoras do Centro-Oeste. No território brasileiro, o projeto promove a integração entre a Ferrovia de Integração Centro-Oeste (FICO), cuja ligação entre Mara Rosa (GO) e Água Boa (MT) está em construção, e a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL), com obras em andamento nos trechos entre Ilhéus, Caetité e Barreiras, na Bahia, formando, junto com a Ferrovia Norte-Sul, um amplo corredor nacional

de transporte de cargas (ANTT, 2025). Embora não faça parte formal das Rotas de Integração Sul-Americana, a Ferrovia Transoceânica estaria, portanto, associada à Rota do Quadrante Rondon, que inclui áreas do oeste de Mato Grosso, de Rondônia e do Acre, e as conecta ao Peru. A integração com a FIOB e a FICO permitiria, ainda, que áreas do Matopiba, de Goiás e de Mato Grosso utilizassem tanto os portos atlânticos quanto o Porto de Chancay.

2 Fundamentação conceitual

2.1 A dimensão ambiental

A dimensão ambiental constitui o principal limite à implantação indiscriminada desses corredores (DCP, 2022; ARGUELHO et al., 2023). Nas rotas amazônicas, novas estradas não produzem apenas impactos sobre a faixa diretamente ocupada pela infraestrutura (FEARNSIDE, 2015; LAURANCE et al., 2009). Elas alteram a acessibilidade regional e podem estimular ocupação desordenada, especulação fundiária, exploração ilegal de madeira, mineração, queimadas e expansão agropecuária sobre áreas antes isoladas (FEARNSIDE, 2015; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017).

Os efeitos indiretos podem superar os impactos da própria obra (LAURANCE et al., 2009; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017). A fragmentação de habitats, o atropelamento de fauna, a alteração da drenagem, a erosão e o assoreamento dos rios somam-se à pressão sobre unidades de conservação, terras indígenas e territórios de comunidades tradicionais (LAURANCE et al., 2009; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017). Quando planejada apenas segundo interesses exportadores, a infraestrutura amazônica pode ampliar a vulnerabilidade socioambiental (DCP, 2022; ARGUELHO et al., 2023).

Isso não significa que qualquer infraestrutura na Amazônia seja inviável. Hidrovias adequadamente planejadas, a recuperação de estradas existentes e ferrovias implantadas em corredores já antropizados podem reduzir emissões e concentrar os fluxos de carga (VILLEN et al., 2025). A viabilidade ambiental, no entanto, depende da avaliação dos impactos cumulativos de todo o corredor, e não apenas do licenciamento isolado de cada ponte, porto ou trecho rodoviário (IFC, 2013; DCP, 2022).

Nas rotas que atravessam o Pantanal, o Chaco e os Andes, os riscos também são relevantes (SCHULZ et al., 2019; CALDAS et al., 2015; TOVAR et al., 2022). O

Pantanal depende da conectividade de seu sistema hidrológico (SCHULZ et al., 2019); o Chaco sofre rápida transformação da cobertura vegetal (CALDAS et al., 2015); e os Andes apresentam ecossistemas frágeis, grandes variações de altitude e riscos geotécnicos (TOVAR et al., 2022; BARROS; CARNEIRO, 2024). Assim, a escolha do traçado e do modal pode determinar se uma rota será ambientalmente administrável ou territorialmente destrutiva (ARGUELHO et al., 2023; SEREBRISKY et al., 2018). É fato que as pressões por desmatamento vêm aumentando como consequência dos planos de expansão das plantações de soja e de outras culturas de exportação, incluindo biocombustíveis, atividades de mineração, barragens e demais ações antrópicas (PEREIRA et al., 2020; RONDINELLI; BERRY, 2000), sobretudo em áreas remotas e ambientalmente sensíveis, como o entorno das rodovias e ferrovias (TISLER et al., 2022).

2.2 Uma viabilidade condicionada

As Rotas de Integração Sul-Americana não são totalmente viáveis nem totalmente inviáveis (ROBERTS et al., 2020; SEREBRISKY et al., 2018). A viabilidade depende do território e das condições de cada trecho. Algumas partes podem oferecer bons resultados econômicos, causar impactos ambientais controláveis e trazer benefícios sociais; outras podem exigir investimentos muito altos para reduzir pouco os custos de transporte, além de gerar impactos ambientais e sociais significativos (ALBERTI; PEREYRA, 2018; BARROS; CARNEIRO, 2024).

Para o agronegócio, as maiores oportunidades encontram-se no Quadrante Rondon e na Rota Bioceânica de Capricórnio, especialmente para origens próximas aos corredores e quando houver transporte ferroviário ou hidroviário eficiente. Para outras áreas do país, os portos do Atlântico continuarão mais competitivos (BARROS; CARNEIRO, 2024). A abertura para o Pacífico deve funcionar como alternativa complementar, e não como substituição automática da estrutura existente (BARROS; CARNEIRO, 2024; MPO, 2024).

A relação comercial com a China fortalece a justificativa econômica do projeto, mas também revela um risco estratégico (MAPA, 2026; MPO, 2024). A concentração das exportações em um único mercado pode tornar os investimentos dependentes das políticas comerciais, sanitárias e geopolíticas chinesas (MARQUES; CAMPOS, 2020). Por isso, as rotas também devem ampliar o comércio entre os países sul-americanos e favorecer a exportação de

produtos processados, evitando que o continente se torne apenas fornecedor de matérias-primas (MARQUES; CAMPOS, 2020; BARROS et al., 2020).

Uma implantação responsável exigirá abandonar a ideia de que toda redução de distância representa desenvolvimento (SEREBRISKY et al., 2018; DCP, 2022). O sucesso não se mede apenas pelo número de quilômetros construídos ou pelas toneladas exportadas, mas pela capacidade de reduzir custos sem ampliar o desmatamento, integrar fronteiras sem desestruturar comunidades e aumentar as exportações sem aprofundar a dependência econômica (SEREBRISKY et al., 2018; DCP, 2022). O projeto pode ser viável, desde que cada intervenção seja selecionada por meio de análises multicritério que combinem custo logístico, demanda efetiva, capacidade portuária, emissões, biodiversidade, riscos climáticos e distribuição social dos benefícios (SEREBRISKY et al., 2018; ARGUELHO et al., 2023; IFC, 2013). Sem essas condições, as rotas poderão encurtar o caminho das mercadorias até a China, mas aumentar a distância entre crescimento econômico, proteção ambiental e desenvolvimento social (ROBERTS et al., 2020; DCP, 2022).

2.3 A necessidade de simular antes de investir

Para tratar uma viabilidade tão dependente do território, é necessário dispor de um sistema capaz de simular a implantação dos projetos, tanto individualmente quanto de forma integrada, considerando seus efeitos sobre a dinâmica logística regional e sobre o desempenho das vias alimentadoras associadas aos novos trechos. A avaliação sistemática da infraestrutura exige ferramentas que permitam antecipar impactos e examinar diferentes cenários operacionais. Nesse contexto, a modelagem computacional, aplicada ao transporte de cargas, possibilita identificar previamente gargalos e restrições operacionais antes da execução física das obras (OLIVEIRA, 2021, p. 45). A capacidade e o desempenho das vias alimentadoras, por sua vez, são fatores determinantes para a fluidez dos deslocamentos e para a viabilidade econômica do corredor logístico regional como um todo (NOVAES, 2019, p. 112).

A simulação de projetos de infraestrutura logística, apoiada em algoritmos de otimização, pode reduzir o tempo e o investimento necessários, ampliando a eficiência no uso dos recursos disponíveis (CUNHA, 2022, p. 89). Em projetos de elevada complexidade territorial, como as rotas bioceânicas, a eficiência operacional também depende da cooperação entre os países envolvidos nas

etapas de planejamento, execução e gestão das infraestruturas. Tais iniciativas requerem mecanismos de governança compartilhada, capazes de articular diferentes instituições, reduzir barreiras burocráticas e compatibilizar interesses nacionais em favor de um processo integrado de desenvolvimento regional (ABREU, 2023, p. 77). A consolidação dos corredores bioceânicos pressupõe, portanto, não apenas a implantação de infraestrutura física, mas também a harmonização dos procedimentos aduaneiros, a coordenação dos cronogramas de investimento e a manutenção de mecanismos permanentes de cooperação na gestão das estruturas fronteiriças, elementos essenciais para assegurar a continuidade operacional dos corredores, reduzir ineficiências e fortalecer a integração econômica e territorial entre os países (IPEA, 2024, p. 15). Além disso, a modelagem de simulação é uma ferramenta essencial para ampliar a percepção do comportamento das espécies e do impacto causado pelas vias de transporte, quantificando seus efeitos sobre as populações (DORNAS et al., 2019; BEAUDRY et al., 2008; BORDA-DE-ÁGUA et al., 2014; JAEGER et al., 2005).

2.4 Modelagem *ex-ante*: simular a realidade para avaliar novos projetos

Em projetos de infraestrutura logística, rodovias, ferrovias, portos, terminais e centros de distribuição, as decisões custam caro e são difíceis, ou mesmo impossíveis, de desfazer. Por isso, é importante saber, antes de investir, o que provavelmente vai acontecer. Esse é o papel da modelagem *ex-ante*, expressão latina que significa “antes do fato”: a análise feita antes de o projeto existir, para simular seus efeitos e apoiar a decisão de realizá-lo ou não (DE RUS, 2021). Ela se distingue da avaliação *ex-post*, feita quando a obra já está pronta e em operação. Enquanto esta mede o que de fato ocorreu, aquela trabalha com previsões e cenários. As duas se completam, pois, comparar o previsto com o realizado, ajuda a aperfeiçoar os modelos e a corrigir o otimismo comum às estimativas iniciais (FLYVBJERG, 2009).

O ponto central da abordagem é construir um modelo que represente a realidade atual e a sua evolução ao longo de um período — normalmente o horizonte de vida útil do investimento, que pode alcançar vinte ou trinta anos (COMISSÃO EUROPEIA, 2014). Não basta observar uma “foto” de hoje, é preciso um “filme”, capaz de reproduzir como pessoas e cargas se deslocam pela rede: origens, destinos, volumes, rotas escolhidas, tempos e custos de viagem. Em

transporte, essa representação costuma seguir o modelo de quatro etapas, geração, distribuição, divisão modal e alocação na rede (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011), de modo que o sistema simulado se comporte como o sistema real.

Um passo indispensável é definir o cenário-base, também chamado de cenário “sem projeto” ou *do-nothing*, que descreve o que aconteceria caso nada fosse construído, considerando o crescimento natural da demanda e as obras já contratadas. Esse cenário funciona como régua de comparação: sem ele, não há como medir quanto um novo projeto realmente altera a realidade (CASCETTA, 2009). Com a realidade simulada e o cenário-base definidos, o modelo passa a funcionar como um laboratório. É então que se inclui um novo projeto ou se altera um já existente — uma nova ferrovia, a duplicação de uma rodovia, a ampliação de um porto — e se roda novamente a simulação, obtendo o cenário “com projeto”. A avaliação nasce justamente da comparação entre os dois cenários. A diferença entre eles é o efeito real do investimento, o chamado *contrafactual*, pois só o que muda por causa do projeto deve ser atribuído a ele (DE RUS, 2021). Entre os resultados normalmente examinados, estão a redução de tempo e de custo de transporte, as mudanças de volumes e de rotas, a migração entre modais (rodoviário, ferroviário e aquaviário), os ganhos de eficiência, confiabilidade e capacidade da rede, além de efeitos econômicos, sociais e ambientais, como emissões e acidentes. Esses efeitos podem ser convertidos em valores monetários e confrontados com os custos de construção e operação; indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) resumem se o projeto compensa e permitem comparar alternativas concorrentes (COMISSÃO EUROPEIA, 2014). Como toda previsão carrega incerteza, é prudente testar variações das premissas por meio de análise de sensibilidade, verificando se a conclusão se mantém em cenários mais e menos favoráveis. Em síntese, a modelagem *ex-ante* permite “experimentar” projetos de infraestrutura logística no computador antes de comprometer recursos no mundo real, sempre pelo mesmo caminho; simular a realidade de um período; montar o cenário sem projeto; inserir ou alterar os projetos; e comparar resultados, de modo que a decisão de investir deixe de ser um palpite e passe a apoiar-se em evidências, reduzindo o risco de obras caras que entregam menos do que prometem.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

O uso de modelos de simulação é uma metodologia de resolução de problemas do mundo real, empregada para descrever e analisar o comportamento de um sistema e para testar alterações que auxiliem no planejamento e no projeto de sistemas que representam eventos reais (PRITSKER, 1998). Nesse espírito, o objetivo central deste estudo é desenvolver um modelo capaz de simular e avaliar a dinâmica da logística continental diante de novos projetos, mensurando sua eficiência econômica e sua capacidade de reduzir os custos de transporte.

3.2 Objetivos específicos

De forma mais detalhada, o estudo busca simular e avaliar cada uma das rotas propostas nas Rotas de Integração Sul-Americana, tanto isoladamente quanto em conjunto. O Cenário Atual representa a infraestrutura logística existente e operante. Cada cenário proposto acrescenta a esse contexto um determinado projeto, considerado já implantado e em operação. São eles:

1. Cenário Atual;
2. Rota da Ilha das Guianas;
3. Rota Amazônica;
4. Rota do Quadrante Rondon;
5. Rota Bioceânica de Capricórnio;
6. Rota Porto Alegre–Coquimbo;
7. Ferrovia Transoceânica (Bioceânica).

Além desses cenários, foram simulados os projetos integrantes das Rotas de Integração Sul-Americana, considerando uma redução de 20% (vinte por cento) nos valores de frete, em cada projeto, associada a obras de melhorias geométricas e de pavimentação das estradas.

4 Escopo do estudo

O objeto de estudo é o escoamento da soja e do milho, os dois principais grãos da pauta agrícola brasileira, com safras em épocas alternadas, pela rede logística que conecta as regiões produtoras aos portos de exportação. Na

prática, a logística de grãos do Brasil funciona como um sistema único compartilhado pelos dois produtos, e não como duas cadeias paralelas. Os mesmos portos, as mesmas rodovias estruturantes e boa parte das mesmas regiões produtoras atendem as duas culturas, com o calendário agrícola definindo quem usa a rede em cada momento do ano.

A área de análise é continental, abrangendo o território brasileiro e suas conexões com países vizinhos e com os portos do Atlântico e do Pacífico contemplados pelas Rotas de Integração Sul-Americana. Para cada produto, o estudo trabalha com a demanda representada na matriz origem-destino e a aloca sobre a rede de transporte, avaliando rotas, custos, distâncias e uso da capacidade portuária em cada cenário. Além dos sete cenários de referência, o escopo inclui uma família de cenários com horizonte em 2035, na qual se avalia a ampliação da capacidade de embarque dos portos e cenários que combinam o conjunto de investimentos, permitindo comparar o efeito de cada projeto isolado com o efeito de sua implantação conjunta.

5 Fontes e tratamento dos dados

A base de dados geográficos é o principal conjunto de entrada, processamento e saída de informações espaciais e tabulares, fornecendo os subsídios para que o sistema recupere e transforme dados em informações de roteamento (BURROUGH, 1989). Uma base espacial simples, estruturada, bem definida, conectada e documentada abre aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e aos bancos de dados espaciais inúmeras aplicações (NAZÁRIO et al., 2000).

A base de dados do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050), publicado pelo Ministério dos Transportes, ofereceu um ponto de partida robusto para a modelagem e a simulação dos cenários. Além de informações como sedes e áreas municipais, sedes portuárias e quantidade de área de produção agrícola, obtidas junto ao IBGE, três conjuntos de dados foram especialmente úteis: a matriz origem-destino do cenário-base, a representação da infraestrutura de transporte e o portfólio de projetos futuros.

A matriz origem-destino (OD) descreve quanto e para onde se deslocam as cargas entre as diferentes regiões. Ela é o insumo que alimenta o modelo de demanda, pois traduz a atividade econômica em fluxos concretos sobre a rede. Ao adotar as matrizes OD do PNL 2050, o estudo passa a trabalhar com volumes

já consolidados, garantindo que a simulação reproduza padrões de deslocamento coerentes com a realidade nacional.

A base de infraestrutura de transporte, por sua vez, representa as rodovias, ferrovias, hidrovias, portos e terminais existentes, com suas capacidades, extensões e condições operacionais. É sobre essa rede que os fluxos da matriz OD são alocados, o que permite identificar rotas, tempos, custos e, sobretudo, os gargalos e trechos saturados. Essa representação constitui o cenário-base, ou cenário “sem projeto”, contra o qual as intervenções são comparadas.

Por fim, a carteira de projetos futuros reúne as intervenções previstas, como novos corredores ferroviários e ampliações portuárias, para serem inseridas no modelo, uma a uma ou em conjunto, compondo os cenários alternativos. Destacam-se os projetos das ferrovias FICO, FIOI e da Malha Norte da RUMO. Ao acrescentar cada projeto à rede e rodar novamente a simulação, é possível medir seus efeitos sobre a demanda, a divisão modal e o desempenho logístico, sempre em comparação com o cenário-base. Dessa forma, as bases do PNL 2050 dão consistência e padronização à análise, aproximando a avaliação *ex-ante* das diretrizes oficiais de planejamento do país.

6 Metodologia

6.1 Visão geral da abordagem

A metodologia segue a lógica da avaliação *ex-ante* descrita na fundamentação conceitual. Primeiro, representa-se a realidade logística atual sobre uma rede georreferenciada. Em seguida, define-se o cenário-base “sem projeto”, e, por fim, inserem-se ou alteram-se projetos para gerar cenários “com projeto”, cujos resultados são comparados ao cenário-base. Cada produto é modelado separadamente, mas sobre a mesma infraestrutura, refletindo o fato de que ambos compartilham portos, rodovias e regiões produtoras.

6.2 Modelos, sistemas e ferramentas utilizados

O núcleo operacional do estudo é o **OtimizaInfra**, uma plataforma de modelagem e simulação de rotas que integra, para cada produto, a matriz origem-destino, a infraestrutura de transporte existente e projetada, a demanda de cargas atual ou prevista e a capacidade dos portos. O objetivo é apoiar a tomada de decisão no planejamento estratégico de vias de transporte. Em vez

de olhar cada elemento isoladamente, a plataforma os reúne em um único modelo e mostra, de forma concreta, por onde a carga passaria, quanto custaria e onde surgiriam os gargalos.

O OtimizaInfra trabalha a partir de quatro bases de dados que representam, juntas, a oferta e a demanda de transporte. A rede de infraestrutura descreve os trechos rodoviários, ferroviários, hidroviários e marítimos, com seus custos, distâncias e situação. A matriz origem-destino informa quanto de cada produto se desloca de cada origem para cada destino, mês a mês. A base de portos traz a capacidade de movimentação por produto, que funciona como um limite físico a ser respeitado. E as sedes municipais fornecem os pontos de origem e destino que conectam a demanda à malha. O usuário escolhe, ainda, o produto a ser analisado e o arquivo de saída.

A parte principal da plataforma é o cálculo das melhores rotas entre a origem e o destino da carga. Para cada fluxo, busca-se o caminho de menor custo sobre a rede, obtido por otimização sobre o grafo que representa a infraestrutura de transporte, tratando os portos como pontos de transbordo sujeitos a restrição de capacidade. A demanda é alocada mês a mês, também por otimização: quando um porto atinge o seu limite, o excedente é automaticamente redirecionado para o porto viável de menor custo que ainda tenha capacidade, e todo volume que não pode ser atendido é registrado de forma explícita. Assim, o modelo não apenas traça caminhos, como também revela onde a capacidade instalada é insuficiente.

Com isso, torna-se possível avaliar o impacto de novos empreendimentos na dinâmica logística territorial. Estudos de corredores, de macro logística e de planejamento territorial ganham em transparência, comparabilidade e clareza na comunicação estratégica. A plataforma projeta cenários futuros e avalia a dinâmica do escoamento da produção agrícola, ao inserir empreendimentos em fase de estudo, ferrovias estruturantes, novas rodovias, corredores bioceânicos ou ampliações de calado e de terminais portuários, é possível avaliar seu impacto sistêmico antes mesmo do início das obras. A ferramenta responde a questões críticas (Tabela 1), como a migração de cargas, o alívio de gargalos e a viabilidade de novos trechos. É essa capacidade de transformar dados em cenários que faz dela um instrumento de apoio à decisão, aproximando a escolha dos investimentos de evidências e reduzindo o risco de decisões custosas e difíceis de reverter.

Os resultados saem em formatos prontos para análise e apresentação. Tabelas (CSV) com as rotas; o resumo de movimentação por porto e mês; a auditoria de problemas e os volumes não alocados; um arquivo geográfico (GeoPackage) com o fluxo efetivo por trecho, mês a mês e no acumulado do ano, pronto para abrir em um sistema de mapas como o QGIS; um mapa animado em que partículas percorrem as rotas da origem ao destino, com cores distinguindo a carga interna da carga destinada à exportação; e um relatório com gráficos de demanda mensal, uso da capacidade dos portos e desenho das rotas. O quadro a seguir resume as principais capacidades da plataforma.

Tabela 1 — Principais capacidades da plataforma OtimizaInfra

<i>Simulação de cenários</i> Compara alternativas de infraestrutura, mudanças de rota e redistribuição de fluxos em diferentes configurações logísticas.	<i>Identificação de gargalos</i> Aponta trechos críticos, concentração de cargas e limites operacionais associados à capacidade de atendimento portuário.
<i>Produtos geoespaciais</i> Gera camadas, tabelas e registros auditáveis para integração com SIG, relatórios técnicos e apresentações institucionais.	<i>Apoio à decisão pública</i> Traduz a modelagem logística em informação objetiva para planejamento territorial, políticas de transporte e análise de investimentos.

6.3 Etapas metodológicas

A análise de cada cenário segue uma sequência bem definida. Primeiro, monta-se a rede de infraestrutura correspondente ao cenário, selecionando os trechos existentes ou projetados que o compõem. Em seguida, carrega-se a matriz origem-destino do produto e a capacidade dos portos. Calculam-se, então, as rotas de menor custo entre origens e destinos e aloca-se a demanda mês a mês, respeitando os limites de cada porto e redistribuindo o excedente para o porto viável mais barato com capacidade disponível. Por fim, consolidam-se os resultados em tabelas, camadas geográficas e gráficos, que alimentam a leitura comparativa entre cenários e entre os dois produtos.

6.4 Parâmetros, premissas e critérios adotados

A alocação da carga é regida pelo critério de menor custo de transporte, sujeito à capacidade de embarque de cada porto, tratada como um teto físico mensal. Nos cenários de referência, essa capacidade reflete a estrutura atual dos

terminais e, em geral, é a mesma para os dois produtos, pois decorre da estrutura física do terminal para a cultura. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada. Nos cenários com horizonte em 2035, adota-se a premissa de investimentos que elevam a capacidade de embarque de todos os portos a 15 milhões de toneladas mensais para cada produto. Há, ainda, uma variação em que se considera uma redução de 20% nos valores de frete, associada a melhorias geométricas, pavimentação das estradas e outras. Em todos os casos, os projetos futuros são inseridos como infraestrutura já implantada e operante, de modo que o efeito medido corresponde ao contraste entre o cenário com o projeto e o cenário-base.

6.5 Construção dos cenários

Os cenários foram construídos de forma incremental a partir do Cenário Atual. Cada rota ou ferrovia das Rotas de Integração Sul-Americana é adicionada individualmente à rede, permitindo isolar seu efeito, e, ao final, avaliam-se também combinações que reúnem o conjunto de investimentos. A família de cenários com horizonte em 2035 repete essa lógica sobre a hipótese de ampliação da capacidade portuária, e os cenários de “todos os investimentos implantados”, com e sem a Ferrovia Transoceânica completa, permitem observar o comportamento do sistema quando as intervenções operam em conjunto. Essa construção incremental é o que torna a comparação entre cenários informativa. Como apenas um elemento muda de cada vez, a diferença observada pode ser atribuída ao projeto correspondente.

6.6 Indicadores de avaliação

A leitura de cada cenário apoia-se em um conjunto de indicadores que resumem o desempenho logístico e permitem a comparação entre soja e milho e entre os próprios cenários. Entre eles estão o volume total transportado de cada produto e a parcela que passa pelos portos; o número de portos efetivamente utilizados; a distância média ponderada pela quantidade transportada; o custo médio de transporte por tonelada; o volume; a participação e o custo de transbordo por porto; e a utilização média e máxima da capacidade de embarque de cada terminal, que evidencia a pressão sazonal sobre a rede. A esses indicadores, somam-se a identificação de

corredores de exportação sem a utilização de portos e uma leitura dos impactos socioambientais associados a cada rota.

7 Resultados

Para cada cenário foi gerado um Relatório Consolidado, com o objetivo de oferecer uma leitura comparativa entre os dois produtos. As malhas de soja e de milho têm desenho, alcance geográfico e corredores próprios. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, no qual a espessura das linhas indica a intensidade de fluxo de cada trecho, tabelas de rotas e de movimentação por porto, camadas em GeoPackage e mapas, que podem ser integrados a Sistemas de Informações Geográficas.

A logística de grãos do Brasil funciona, na prática, como um sistema único compartilhado por soja e milho, e não como duas cadeias paralelas. Os mesmos portos, as mesmas rodovias estruturantes e boa parte das mesmas regiões produtoras atendem as duas culturas, com o calendário agrícola definindo quem usa a rede em cada momento do ano.

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento. Neste estudo, esses corredores são denominados corredores órfãos.

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e Corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

Cada Relatório Consolidado reúne as seguintes informações:

1. Panorama Geral do Escoamento;
2. Mapas das Rotas de Transporte (soja, milho e volume e custo por porto);
3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque;
4. Sazonalidade do Escoamento (soja e milho);
5. Corredores órfãos;

6. Impactos Socioambientais (soja e milho);
7. Considerações Finais.

As seções seguintes apresentam os relatórios de cada cenário.

Relatório Consolidado – Cenário Atual – Base

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (72%) passaram por algum dos 14 portos mapeados.

A soja percorre, em média, 15.734,86 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.143,34 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,93 ante R\$ 757,79), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 2).

Tabela 2 – Cenário Base - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (72%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	N/D
UF de origem líder	Mato Grosso (~38 Mt)	N/D
Distância média ponderada	15.734,86 km	12.143,34 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,93/t	R\$ 757,79/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores de exportação que não utilizam portos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

A figura (Figura 3) a seguir foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte da soja. É possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande. Já os fluxos em direção a Belém e São Luís, no chamado Arco Norte, aparecem como corredores mais longos e menos ramificados, ligando diretamente o

Centro-Oeste à costa norte por meio de rotas de maior distância, mas que vêm ganhando relevância como alternativa aos portos do Sul e Sudeste.

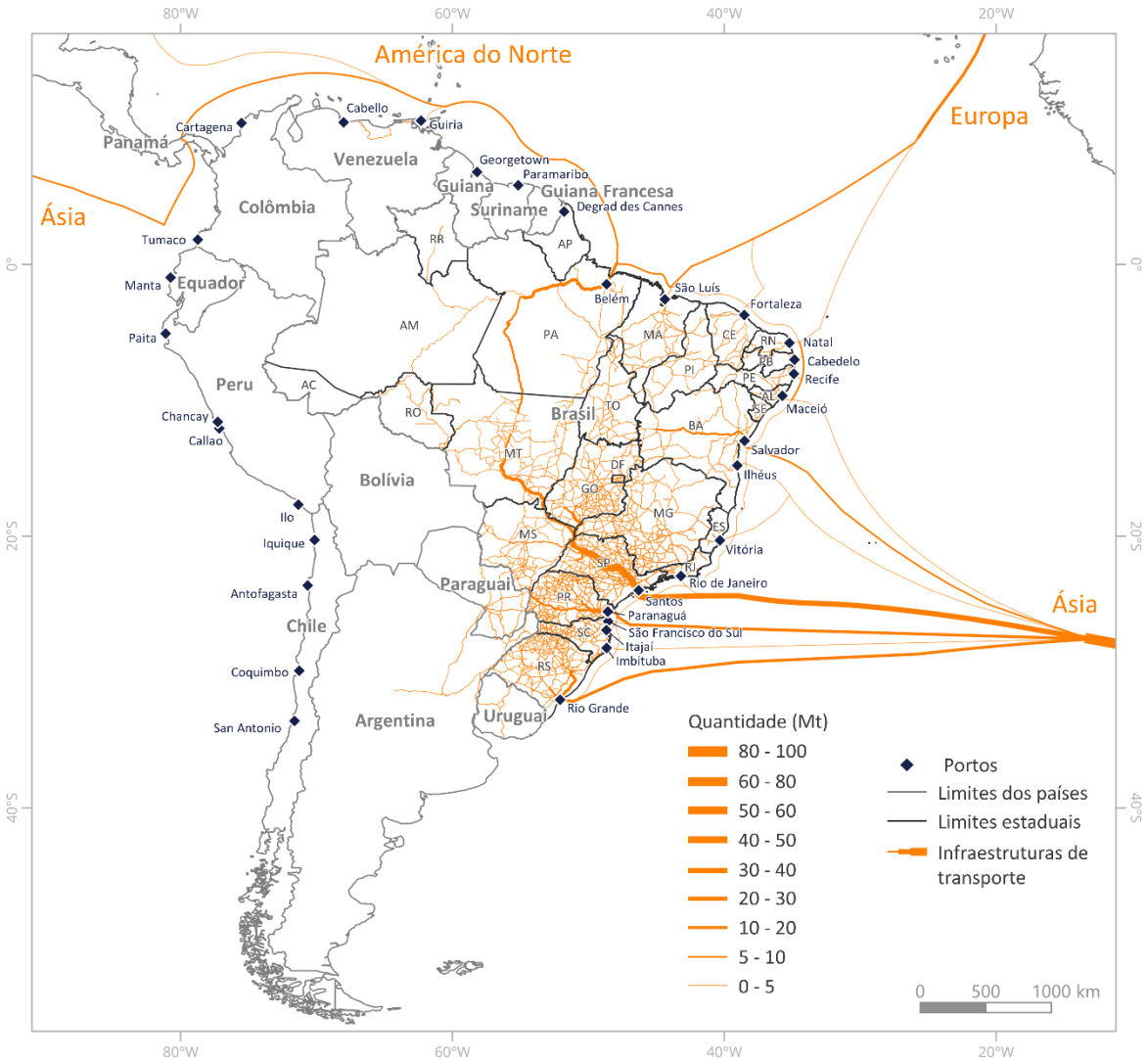


Figura 3 – Cenário-base - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 4) mostra a malha de escoamento do milho.

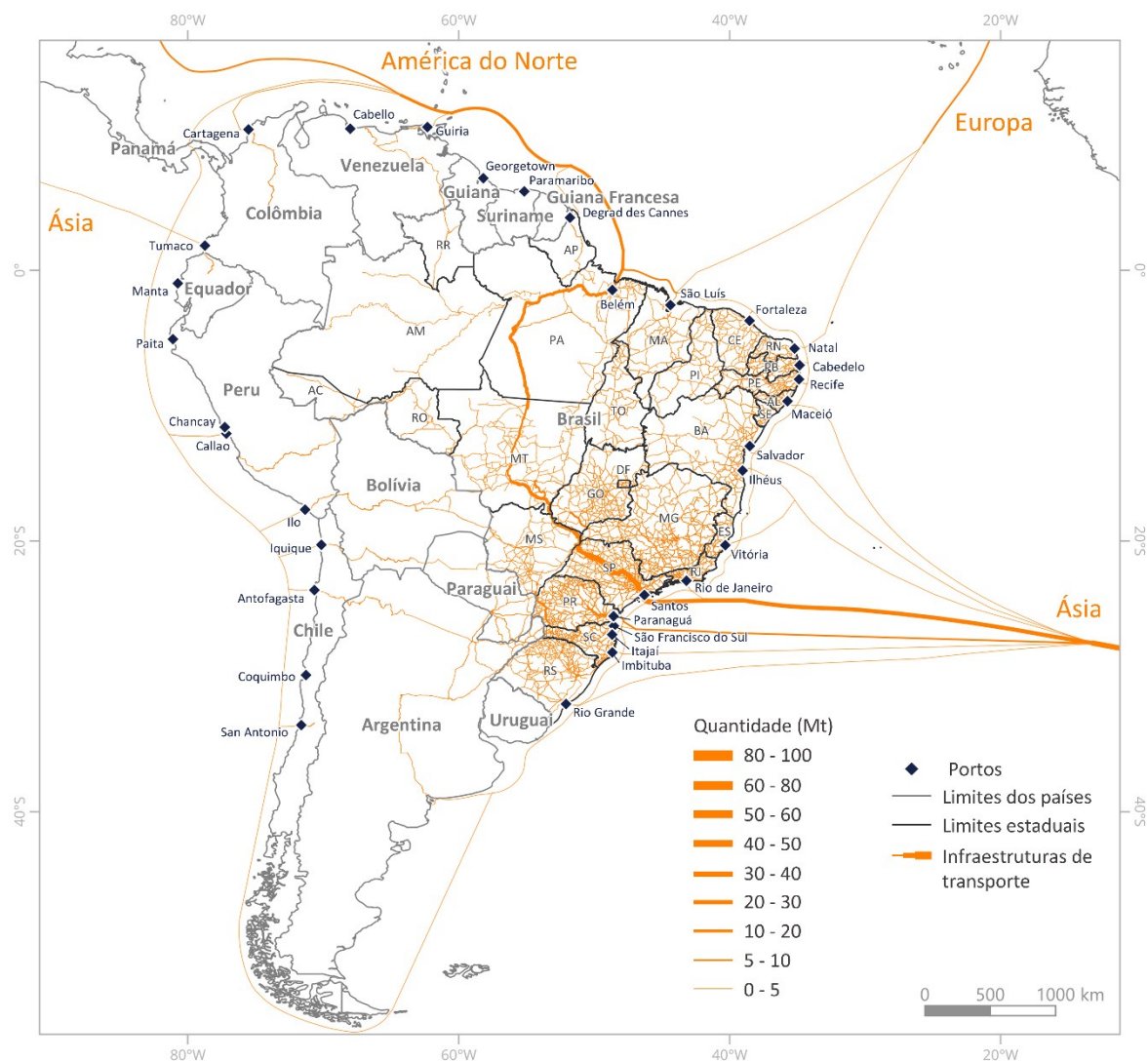


Figura 4 – Cenário-base - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 3) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 3 – Cenário-base - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,9	39,7%	577	30,6	52,5%	631
Belém	16,8	16,3%	860	15,0	25,6%	631

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	695	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,4	13,0%	852	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	718	0,4	0,8%	392
São Luís	3,9	3,8%	740	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	654	1,9	3,3%	428
Demais portos	3,0	2,0%	700 a 1.170	0,8	1,4%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com pesos distintos entre eles: concentra 39,7% da soja e 52,5% do milho.

Santos concentra sozinho quase 40% de todo o volume que passa por porto, consolidando-se como o principal canal de escoamento do país, com o custo médio de transporte mais baixo entre os grandes terminais, reflexo da proximidade com regiões produtoras do Centro-Sul e da infraestrutura rodoviária mais consolidada que o atende. Já Belém e Paranaguá, apesar de movimentarem volumes elevados, apresentam custo médio por tonelada mais alto, o que é esperado dado que atendem origens mais distantes e rotas que somam trecho terrestre e marítimo mais longos.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é a mesma para os dois produtos. É estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 4).

Tabela 4 – Cenário-base - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	47,7%	81,3%	35,8%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,2%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,4%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,6%	82,7%	—	—

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
São Francisco do Sul	946	—	—	1,5%	3,4%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla: atinge 83,9% da capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho — o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o quadro mostra uma rede com folga relevante na média do ano, mas com comportamentos bem diferentes entre os portos. Santos, mesmo sendo o maior em volume absoluto, opera com uma margem confortável em relação à sua capacidade, reflexo de uma estrutura dimensionada para um patamar de movimentação ainda maior do que o observado. Rio Grande, por outro lado, chega a operar acima de 92% da capacidade em seus meses de pico, o que indica uma margem operacional bem mais estreita e maior sensibilidade a qualquer atraso ou concentração de embarques. Salvador, apesar do volume comparativamente pequeno, atinge 100% da capacidade em alguns meses, sinalizando que sua estrutura já opera no limite quando a demanda regional se intensifica. Portos de menor porte, como Itajaí, Rio de Janeiro e Recife, aparecem tecnicamente saturados na maior parte do ano. Essa condição, contudo, decorre de sua baixa e de operarem com volumes marginais, fazendo com que funcionem mais como rotas complementares ou pontuais do que como elos centrais da cadeia exportadora.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo

(Figura 5) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

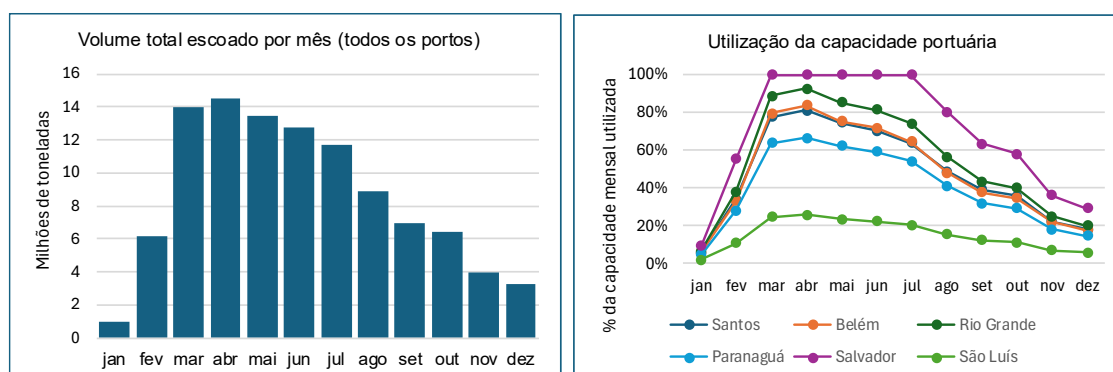


Figura 5 – Cenário-base - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico de 14,5 milhões de toneladas em abril, período que concentra a colheita das principais regiões produtoras, e depois recua gradualmente até dezembro. A taxa de utilização dos portos acompanha exatamente esse movimento: entre março e julho, justamente na janela de pico da safra, Salvador opera praticamente no limite da capacidade, e Rio Grande, Belém e Santos atingem seus maiores níveis de ocupação do ano. Esse comportamento evidencia que a pressão sobre a infraestrutura portuária não é constante ao longo do ano, mas se concentra numa janela de poucos meses, o que tende a gerar filas de caminhões, tempos de espera mais longos e maior competição por espaço de armazenagem — justamente no período em que o sistema, como um todo, está mais carregado. Santos, por ter a maior capacidade absoluta entre os portos analisados, funciona como uma espécie de válvula de segurança do sistema, absorvendo parte da pressão sazonal sem se aproximar do seu teto operacional.

4.2 Milho

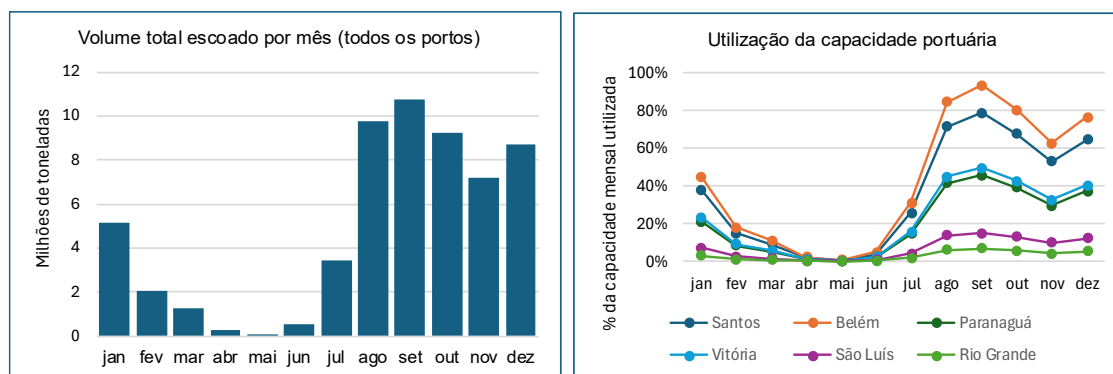


Figura 6 – Cenário-base - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Os corredores órfãos identificados nesta análise merecem atenção adicional por representarem, em geral, trajetos internacionais que atravessam múltiplos países. Sua eventual expansão futura poderá alterar a distância total percorrida pelas cargas e, conseqüentemente, a pegada ambiental do transporte. Os efeitos poderão ser positivos, caso resultem em rotas mais curtas até o mercado final, ou negativos, caso impliquem abertura de novas rodovias em áreas ambientalmente sensíveis, como trechos de floresta amazônica ou territórios indígenas eventualmente atravessados por esses trajetos.

6. Impactos Socioambientais

Cada produto foi avaliado separadamente quanto aos seus impactos socioambientais nos relatórios de origem. As sínteses abaixo preservam esse detalhamento por cultura, já que os trechos, os meses de pico e os portos mais sensíveis diferem entre soja e milho.

6.1 Soja

A forma como a soja é transportada até os portos tem implicações ambientais relevantes, que merecem ser observadas junto com a análise logística. A malha viária que conecta as regiões produtoras do Centro-Oeste aos portos do Sul e Sudeste é majoritariamente rodoviária, um modal que consome mais combustível e emite mais gases de efeito estufa por tonelada transportada do

que alternativas ferroviárias ou hidroviárias, especialmente em trajetos tão longos quanto os observados nos dados. Nesse sentido, o fortalecimento de rotas como as do Arco Norte, que combinam trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial até Belém e São Luís, representa uma alternativa potencialmente mais eficiente, do ponto de vista ambiental, por reduzir a distância rodoviária percorrida a partir das lavouras do norte do Mato Grosso e do Pará.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho também tem reflexos ambientais e sociais nas cidades portuárias, pois o aumento expressivo do tráfego de caminhões nesse período eleva a emissão de poluentes locais, intensifica o desgaste da malha viária urbana e amplia a pressão sobre áreas próximas aos terminais, muitas delas situadas em regiões estuarinas ou costeiras ecologicamente sensíveis, como é o caso de Santos, Paranaguá e Belém. A operação de portos próximos ao limite da capacidade em determinados meses, como observado em Rio Grande e Salvador, reforça a importância de um planejamento logístico que distribua melhor os fluxos ao longo do ano e entre diferentes corredores, reduzindo picos de congestionamento e seus efeitos ambientais associados. De forma geral, o cenário retratado pelos dados sugere que ganhos de eficiência ambiental na cadeia da soja tendem a vir menos da expansão pura da capacidade portuária e mais da diversificação modal e da melhor distribuição temporal e espacial dos fluxos de transporte.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos, quando presentes na Tabela 4, merecem prioridade de investimento, por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Rota Amazônica

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (72%) passaram por algum dos 14 portos mapeados. O milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,3 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 18 portos de sua malha, 14 brasileiros mais 4 terminais internacionais (Cartagena (Colômbia), Callao (Peru), San Antonio (Chile) e Bahía Blanca (Argentina)), já incorporados às rotas de exportação do cereal.

Mato Grosso é a origem dominante em ambos os produtos, com cerca de 38 milhões de toneladas de soja e 37 milhões de toneladas de milho, o que faz do estado o ponto de partida mais crítico da rede continental.

A soja percorre, em média, 15.734,86 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.143,35 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,93 ante R\$ 757,79), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 5).

Tabela 5 – Rota Amazônica - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (72%)	58,3 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	18
UF de origem líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distância média ponderada	15.734,86 km	12.143,35 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,93/t	R\$ 757,79/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

2.1 Soja

A figura a seguir (Figura 7) foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte da soja, com a espessura das linhas representando a intensidade de fluxo de cada trecho. É possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande. Já os fluxos em direção a Belém e São Luís, no chamado Arco Norte,

aparecem como corredores mais longos e menos ramificados, ligando diretamente o Centro-Oeste à costa norte por meio de rotas de maior distância, mas que vêm ganhando relevância como alternativa aos portos do Sul e Sudeste.

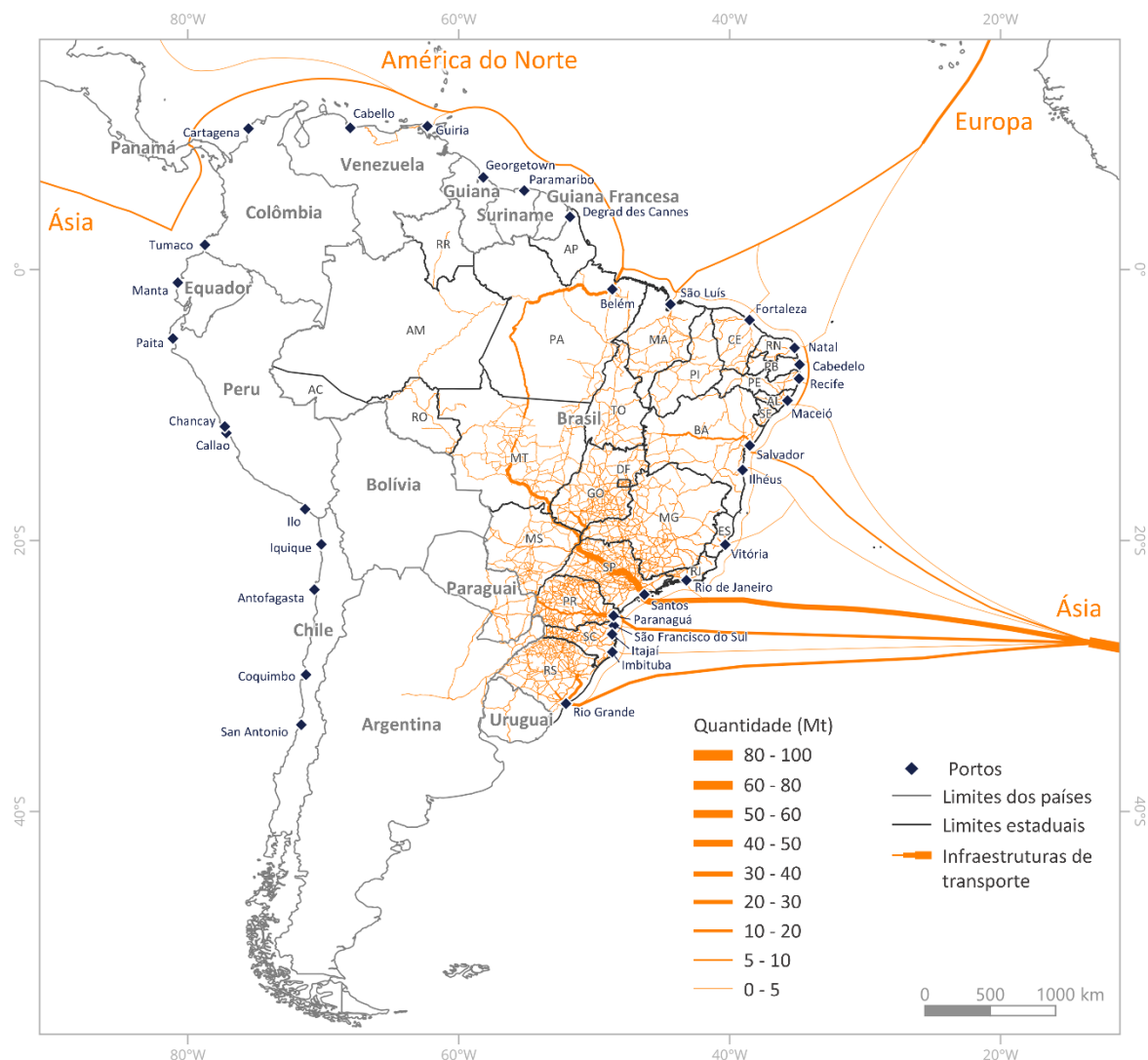


Figura 7 – Rota Amazônica - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A figura a seguir (Figura 8) foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte do milho. Assim como na soja, observa-se uma malha densa no Centro-Sul convergindo para Santos e Paranaguá, e um corredor mais longo em direção a Belém, no Arco Norte. Também aparecem rotas que se estendem para além das fronteiras do Brasil, alcançando portos no Pacífico (Callao, no Peru, e San Antonio, no Chile), no Caribe colombiano (Cartagena) e no litoral argentino (Bahía Blanca). Embora movimentem

volumes pequenos frente aos grandes portos brasileiros, essas rotas evidenciam a existência de corredores logísticos internacionais já em operação, ligando o Centro-Oeste brasileiro a alternativas de escoamento em outros países da América do Sul.

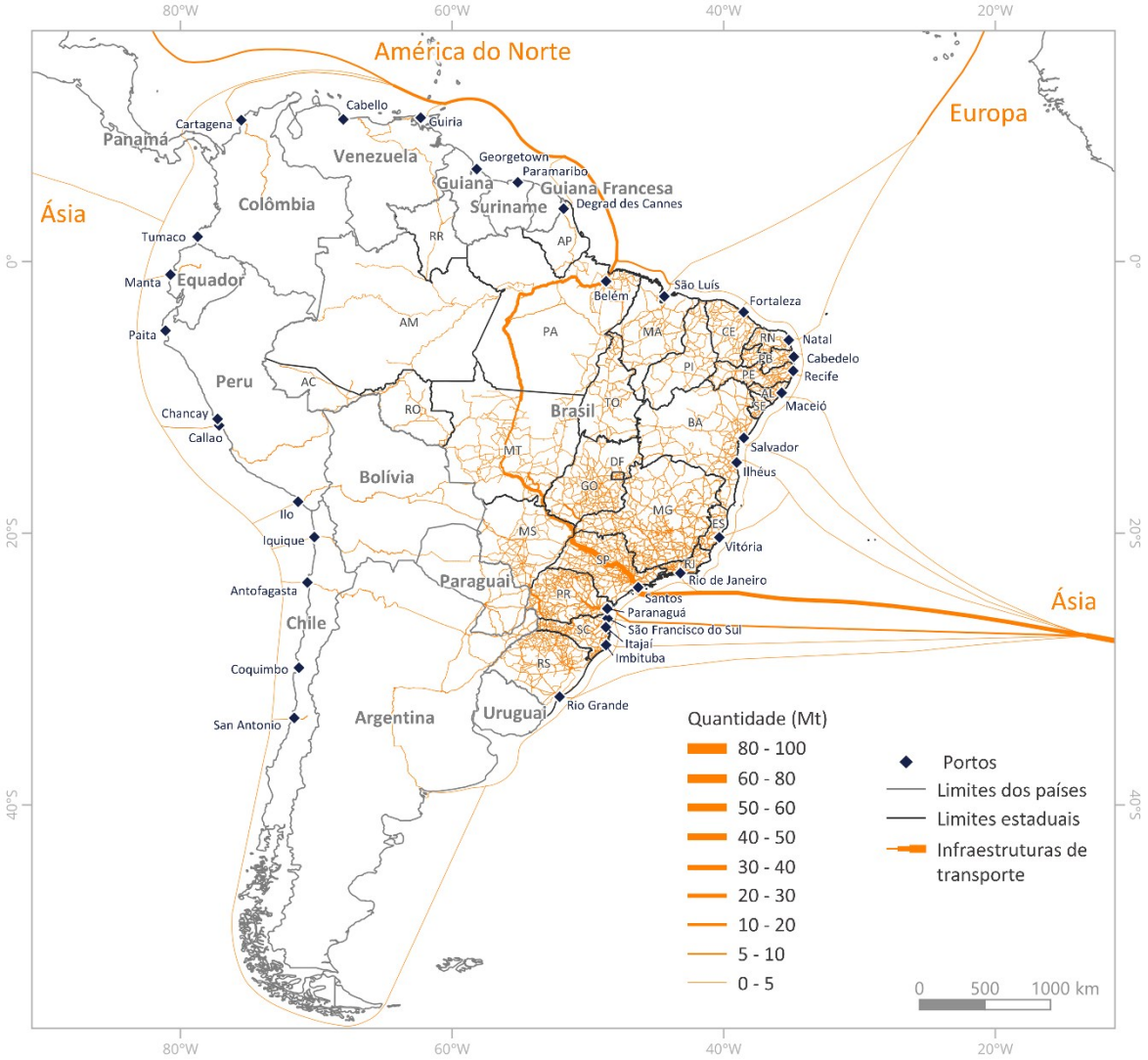


Figura 8 – Rota Amazônica - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 6) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na

tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 6 – Rota Amazônica - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,9	39,7%	577	30,6	52,5%	631
Belém	16,8	16,3%	861	15,0	25,6%	631
Rio Grande	16,0	15,6%	695	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,4	13,1%	851	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	718	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	735	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	655	1,9	3,3%	428
Portos internacionais	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 806
Demais portos	2,0	2,0%	424 a 1.172	0,9	1,7%	88 a 949

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,7% da soja e 52,5% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto os portos internacionais aparecem apenas na malha do milho.

Santos concentra, sozinho, quase 40% de todo o volume que passa por porto, consolidando-se como o principal canal de escoamento do país, com o custo médio de transporte mais baixo entre os grandes terminais, reflexo da proximidade com regiões produtoras do Centro-Sul e da infraestrutura rodoviária mais consolidada que o atende. Já Belém e Paranaguá, apesar de movimentarem volumes elevados, apresentam custo médio por tonelada mais alto, o que é esperado dado que atendem origens mais distantes e rotas que somam trecho terrestre e marítimo mais longos.

Santos e Belém concentram juntos cerca de 78% de todo o milho escoado por porto, uma concentração ainda maior do que a observada na soja. Chama atenção o peso proporcional de Belém no milho. Enquanto na soja o porto responde por cerca de 16% do volume exportado, no milho essa participação sobe para mais de 25%, o que sugere que o Arco Norte tem papel especialmente relevante para o escoamento da safrinha, cultivada majoritariamente no norte do Mato Grosso, região mais próxima da bacia amazônica do que dos portos do Sul e Sudeste.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 7).

Tabela 7 – Rota Amazônica - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	47,7%	81,2%	35,8%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,4%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,4%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,6%	82,6%	16,1%	36,2%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla, pois atinge 83,9% da capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho — o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o quadro mostra uma rede com folga relevante na média do ano, mas com comportamentos bem diferentes entre os portos. Santos, mesmo sendo o maior em volume absoluto, opera com uma margem confortável em relação à sua capacidade, reflexo de uma estrutura dimensionada para um patamar de movimentação ainda maior do que o observado. Rio Grande, por outro lado, chega a operar acima de 92% da capacidade em seus meses de pico, o que indica uma margem operacional bem mais estreita e maior sensibilidade a qualquer atraso ou concentração de embarques. Salvador, apesar do volume comparativamente pequeno, atinge 100% da capacidade em alguns meses, sinalizando que sua estrutura já opera no limite quando a demanda regional se intensifica. Portos de menor porte, como Itajaí, Rio de Janeiro e Recife, aparecem

tecnicamente saturados na maior parte do ano. Essa condição, contudo, decorre de sua baixa capacidade e de operarem com volumes marginais, fazendo com que funcionem mais como rotas complementares ou pontuais do que como elos centrais da cadeia exportadora.

No milho, a utilização média da capacidade é bem mais baixa do que a registrada na soja, para praticamente todos os portos, reflexo direto da concentração do escoamento em uma janela mais curta do ano. Ainda assim, no pico da temporada, Belém chega a operar a quase 94% da sua capacidade mensal, o nível mais alto entre os grandes portos analisados, indicando que a estrutura do Arco Norte opera bem próxima do limite, justamente no momento de maior demanda. Santos, apesar do volume absoluto maior, atinge um pico de utilização mais moderado (79%), sustentado por sua capacidade instalada consideravelmente maior. Rio Grande e São Luís, que têm papel de destaque no escoamento da soja, aparecem com utilização baixa para o milho, reforçando que a escolha do porto está associada tanto à localização das lavouras quanto ao momento do ano em que cada grão está disponível para exportação.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 9) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

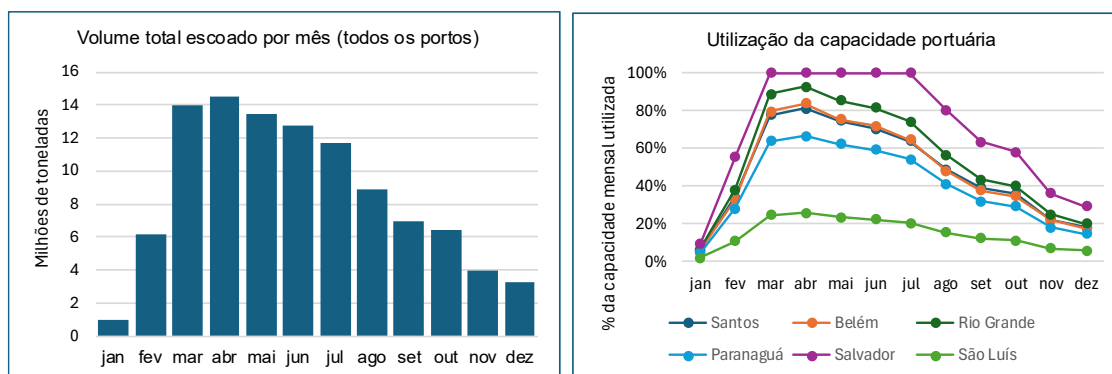


Figura 9 – Rota Amazônica - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico de 14,5 milhões de toneladas em abril, período que concentra a colheita das principais regiões produtoras, e depois recua gradualmente até dezembro. A taxa de utilização dos portos acompanha exatamente esse movimento. Entre março e julho, justamente na janela de pico da safra, Salvador opera praticamente no limite da capacidade, e Rio Grande, Belém e Santos atingem seus maiores níveis de ocupação do ano. Esse comportamento evidencia que a pressão sobre a infraestrutura portuária não é constante ao longo do ano, mas se concentra numa janela de poucos meses, o que tende a gerar filas de caminhões, tempos de espera mais longos e maior competição por espaço de armazenagem, justamente no período em que o sistema como um todo está mais carregado. Santos, por ter a maior capacidade absoluta entre os portos analisados, funciona como uma espécie de válvula de segurança do sistema, absorvendo parte da pressão sazonal sem se aproximar do seu teto operacional.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos abaixo (Figura 10) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

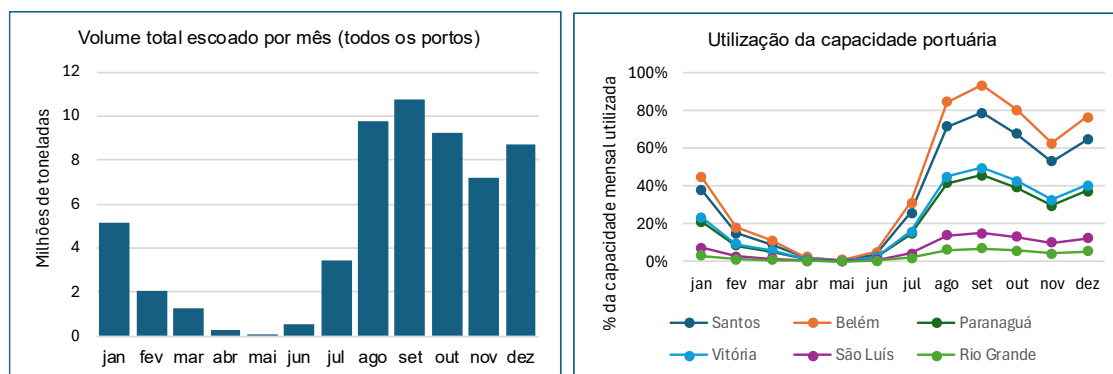


Figura 10 – Rota Amazônica - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Enquanto o escoamento da soja se concentra entre março e julho, o do milho tem seu período mais fraco exatamente nesses meses. Entre abril e junho, o volume movimentado é quase nulo, e se intensifica fortemente entre agosto e dezembro, com pico em setembro. Esse comportamento é o reflexo direto do calendário da safrinha. Plantada em sucessão à soja no início do ano e colhida entre junho e agosto, sua disponibilidade para exportação só se materializa no segundo semestre. Como consequência, a pressão sobre a infraestrutura portuária dos dois grãos ocorre em janelas praticamente complementares ao longo do ano, o que ajuda a explicar por que os mesmos portos (como Santos e Belém) conseguem atender às duas culturas sem que os picos se sobreponham totalmente, ainda que exista alguma sobreposição parcial entre o fim do ciclo da soja e o início do pico do milho.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

Um achado adicional deste cenário é um corredor que parte do extremo sul do Rio Grande do Sul e segue até as proximidades de Montevidéu, já em território uruguaio, somando cerca de 45 mil toneladas de fluxo acumulado no ano.

Um corredor terrestre atravessa o continente por inteiro, parte da fronteira entre o Mato Grosso do Sul e o Paraguai, cruza o território paraguaio e o norte da Argentina, e chega até a costa chilena na altura de Antofagasta, somando cerca de 450 toneladas de fluxo no ano. O traçado corresponde, em linhas gerais, ao chamado Corredor Rodoviário Bioceânico, projeto de integração que conecta o Centro-Oeste brasileiro aos portos do Pacífico chileno sem passar pelos Andes bolivianos. Diferentemente dos quatro portos internacionais já catalogados na base tabular, esse corredor não está associado a nenhum porto, o que sugere tratar-se de um fluxo ainda incipiente, mas coerente com um corredor de infraestrutura real e amplamente discutido no debate sobre logística de exportação do agronegócio brasileiro.

Nenhum dos dois corredores aparece na malha do outro produto, reforçando que o destino final — Uruguai para a soja, Chile para o milho — depende da origem geográfica de cada carga. Em volume, o corredor da soja é bastante mais expressivo do que o do milho (45 mil t contra 450 t), sugerindo estágios de maturação distintos entre as duas rotas.

6. Impactos Socioambientais

6.1 Soja

A forma como a soja é transportada até os portos tem implicações ambientais relevantes, que merecem ser observadas junto com a análise logística. A malha viária que conecta as regiões produtoras do Centro-Oeste aos portos do Sul e Sudeste é majoritariamente rodoviária, um modal que consome mais combustível e emite mais gases de efeito estufa por tonelada transportada do que alternativas ferroviárias ou hidroviárias, especialmente em trajetos tão longos quanto os observados nos dados. Nesse sentido, o fortalecimento de rotas como as do Arco Norte, que combinam trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial até Belém e São Luís, representa uma alternativa potencialmente mais eficiente, do ponto de vista ambiental, por reduzir a distância rodoviária percorrida a partir das lavouras do norte do Mato Grosso e do Pará. O corredor identificado em direção ao Uruguai reforça essa mesma lógica em outra escala: para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, escoar a produção por um porto uruguaio próximo pode representar uma distância percorrida menor do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul, com potencial ganho de eficiência logística e ambiental.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho também tem reflexos ambientais e sociais nas cidades portuárias. O aumento expressivo do tráfego de caminhões nesse período eleva a emissão de poluentes locais, intensifica o desgaste da malha viária urbana e amplia a pressão sobre áreas próximas aos terminais, muitas delas situadas em regiões estuarinas ou costeiras ecologicamente sensíveis, como é o caso de Santos, Paranaguá e Belém. A operação de portos próximos ao limite da capacidade em determinados meses, como observado em Rio Grande e Salvador, reforça a importância de um planejamento logístico que distribua melhor os fluxos ao longo do ano e entre diferentes corredores, reduzindo picos de congestionamento e seus efeitos ambientais associados. De forma geral, o cenário retratado pelos dados sugere que ganhos de eficiência ambiental na cadeia da soja tendem a vir menos da expansão pura da capacidade portuária e mais da diversificação modal e da melhor distribuição temporal e espacial dos fluxos de transporte.

6.2 Milho

Assim como no caso da soja, o transporte do milho até os portos depende fortemente de rodovias em trechos muito longos entre o Centro-Oeste e o litoral, o que se traduz em maior consumo de combustível e maiores emissões de gases de efeito estufa por tonelada transportada, quando comparado a alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O papel de destaque do porto de Belém no escoamento do milho reforça a relevância do Arco Norte como rota que combina trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial pelos rios amazônicos, reduzindo a distância total percorrida por caminhão a partir das lavouras do norte do Mato Grosso e do Pará, com potencial ganho ambiental relevante frente às rotas tradicionais até o Sul e o Sudeste. O corredor identificado em direção a Antofagasta acrescenta outra dimensão a essa discussão. Ao encurtar a distância entre o Centro-Oeste brasileiro e o oceano Pacífico, um corredor bioceânico plenamente consolidado poderia reduzir significativamente a distância total de transporte para os mercados asiáticos, com ganhos potenciais tanto econômicos quanto ambientais em relação à rota tradicional via Santos.

A concentração do escoamento entre agosto e dezembro tende a gerar, nesse período, aumento expressivo do tráfego de caminhões nas rodovias de acesso aos portos e maior pressão sobre a operação portuária em cidades como Belém

e Santos, com reflexos na emissão de poluentes locais e no desgaste da infraestrutura urbana. A existência de rotas internacionais até portos do Pacífico e da Argentina, somada ao corredor bioceânico identificado no traçado geoespacial, sinaliza uma tendência de diversificação de corredores logísticos que, se consolidada, pode contribuir para distribuir melhor a pressão ambiental e operacional entre diferentes regiões e países, em vez de concentrá-la exclusivamente nos portos brasileiros tradicionais. De forma geral, assim como observado para a soja, os ganhos ambientais mais consistentes tendem a vir da diversificação modal e da distribuição mais equilibrada dos fluxos ao longo do ano, e não apenas da ampliação da capacidade instalada dos portos.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. a dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos, quando presentes na Tabela 5, merecem prioridade de investimento, por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Rota de Capricórnio

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 14 portos mapeados. Já o

milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,5 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 18 portos de sua malha.

Mato Grosso é a origem dominante em ambos os produtos, com cerca de 38 milhões de toneladas de soja e 37 milhões de toneladas de milho, o que faz do estado o ponto de partida mais crítico da rede continental.

A soja percorre, em média, 15.726,29 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.137,18 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 906,15 ante R\$ 755,43), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 8).

Tabela 8 – Rota de Capricórnio - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58,5 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	18
UF de origem líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distância média ponderada	15.726,29 km	12.137,18 km
Custo médio ponderado	R\$ 906,15/t	R\$ 755,43/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

A figura a seguir (Figura 11) foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte da soja, com a espessura das linhas representando a intensidade de fluxo de cada trecho e o tamanho dos pontos vermelhos representando o volume total movimentado em cada porto. É possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande. Já os fluxos em direção a Belém e São Luís, no chamado Arco Norte, aparecem como corredores mais longos e menos ramificados, ligando diretamente o Centro-Oeste à costa norte por meio de rotas de maior distância.

Nesta rota, reaparece o corredor identificado em rodadas anteriores, que parte do extremo sul do Rio Grande do Sul e segue até as proximidades de Montevidéu, já em território uruguaio, somando cerca de 45 mil toneladas de fluxo acumulado no ano, praticamente o mesmo volume observado da vez anterior. A recorrência desse traçado, com a mesma extensão geográfica e magnitude de fluxo, reforça a hipótese de que se trata de um corredor de exportação real.

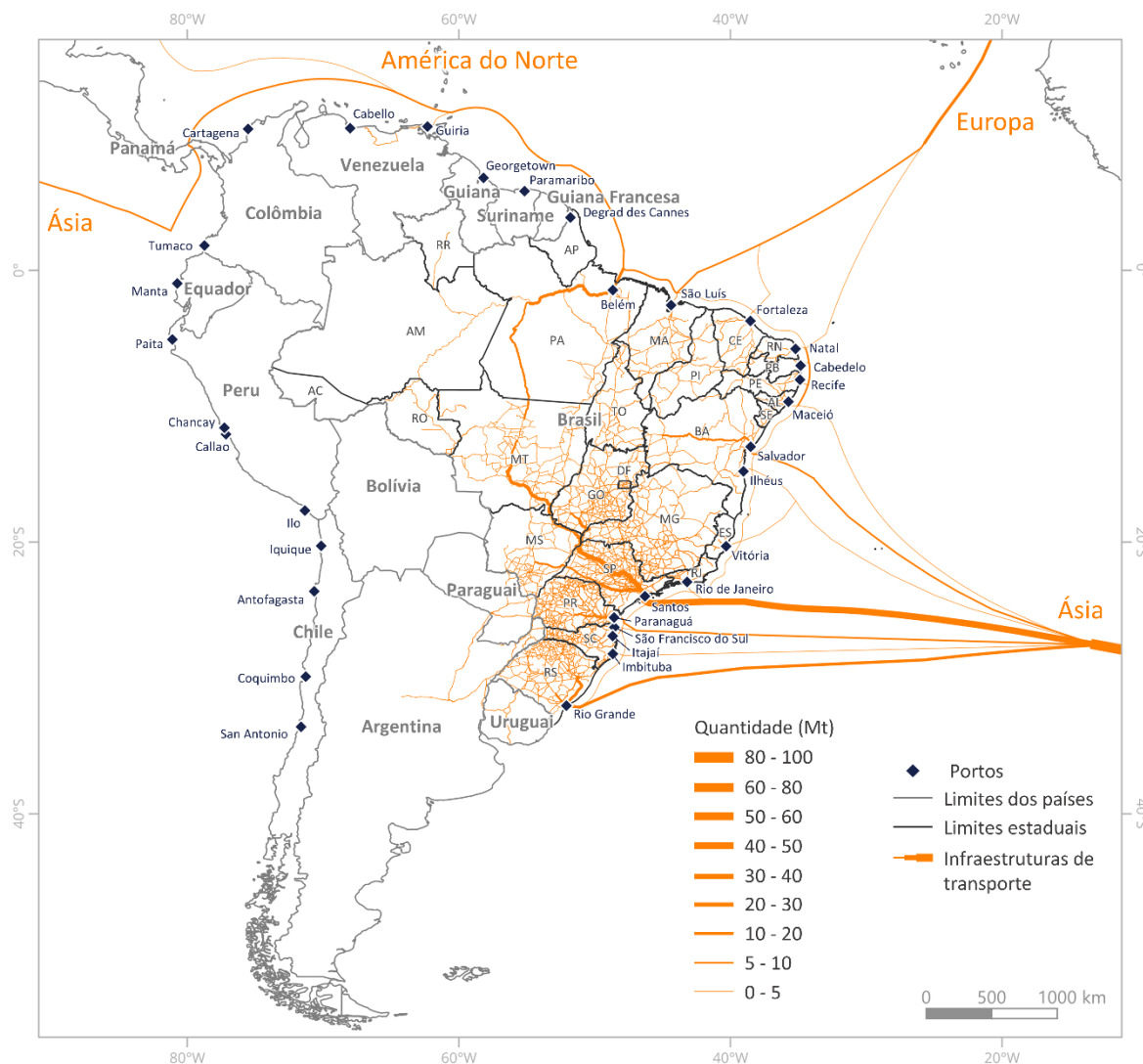


Figura 11 – Rota de Capricórnio - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

Observa-se na Figura 12, uma malha densa no Centro-Sul convergindo para Santos e Paranaguá, e um corredor mais longo em direção a Belém, no Arco Norte. Também aparecem rotas que se estendem para além das fronteiras do Brasil, alcançando portos no Pacífico (Callao, no Peru, e San Antonio, no Chile), no Caribe colombiano (Cartagena) e no litoral argentino (Bahía Blanca).

Embora movimentem volumes pequenos frente aos grandes portos brasileiros, essas rotas evidenciam a existência de corredores logísticos internacionais já em operação, ligando o Centro-Oeste brasileiro a alternativas de escoamento em outros países da América do Sul.

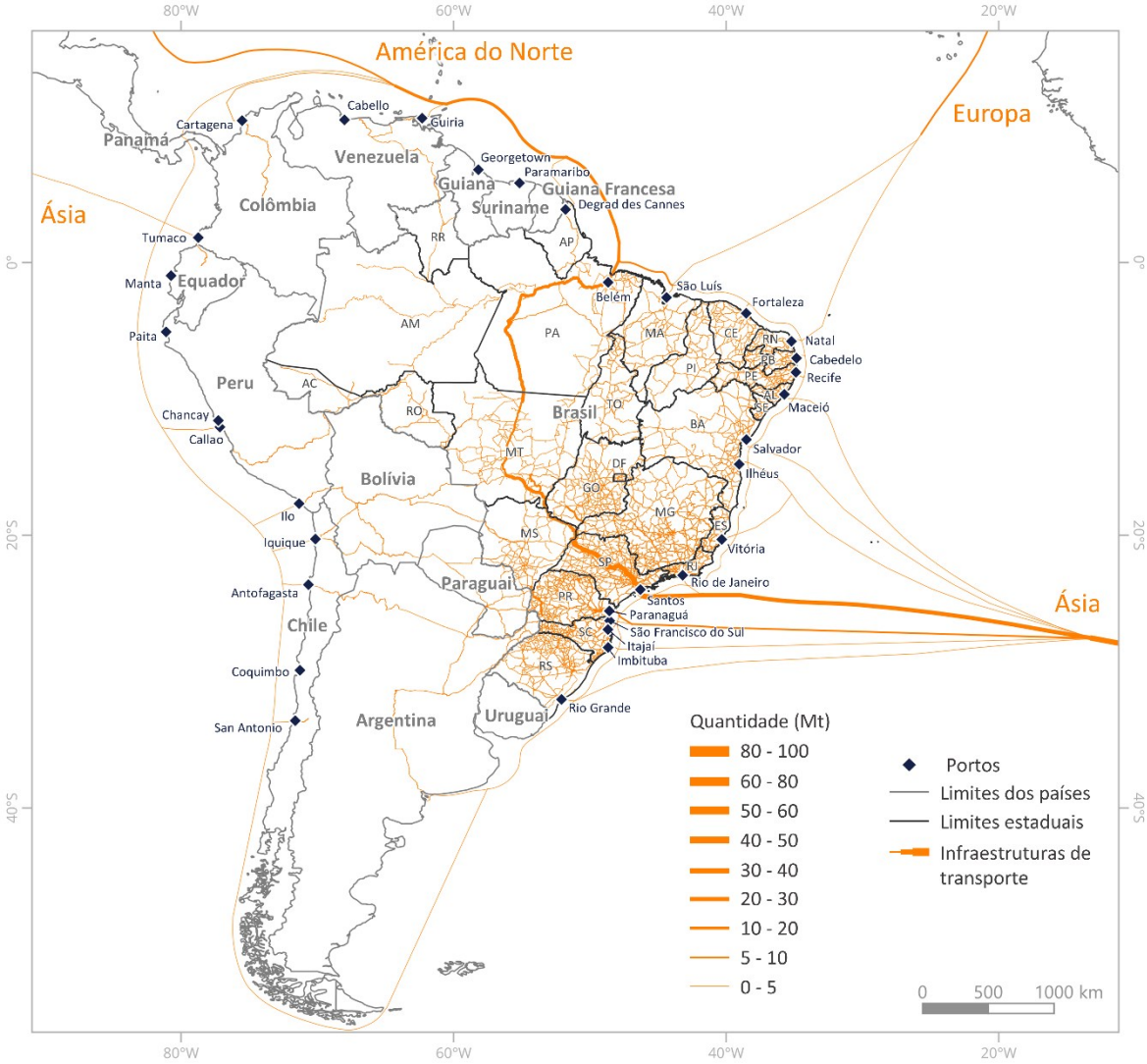


Figura 12 – Rota de Capricórnio - Rotas de escoamento de milho até os portos

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 9) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na

tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 9 — Rota de Capricórnio - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	44,7	43,4%	530	31,2	53,3%	627
Belém	16,8	16,3%	855	15,0	25,6%	629
Rio Grande	15,8	15,3%	893	0,9	1,5%	919
Paranaguá	9,5	9,2%	810	6,5	11,2%	693
Salvador	6,2	6,0%	701	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	727	1,7	3,0%	393
Vitória	3,7	3,6%	645	1,9	3,3%	425
Portos internacionais	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 801
Demais portos	1,4	1,4%	424 a 1.149	0,7	1,2%	88 a 931

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 43,4% da soja e 53,3% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto os portos internacionais aparecem apenas na malha do milho.

Nesta rodada, Santos concentra 43% de todo o volume que passa pelo porto, participação ainda maior do que a observada em análises anteriores, quando o porto respondia por cerca de 40% do total. O contraponto é Paranaguá, cuja participação recua para 9,2%, praticamente a metade do que vinha sendo registrado. Essa realocação de fluxo entre os dois portos do Sudeste e Sul, mantendo os demais terminais relativamente estáveis, sugere uma mudança na forma como a malha logística está direcionando a carga nesta versão dos dados, possivelmente refletindo diferenças de custo, disponibilidade de capacidade ou critérios de roteamento entre os terminais.

Santos e Belém concentram juntos cerca de 79% de todo o milho escoado por porto, uma concentração ainda maior do que a observada na soja. Chama atenção o peso proporcional de Belém no milho. Enquanto na soja o porto responde por cerca de 16% do volume exportado, no milho essa participação sobe para mais de 25%, o que sugere que o Arco Norte tem papel especialmente relevante para o escoamento da safrinha, cultivada majoritariamente no norte do Mato Grosso, região mais próxima da bacia amazônica do que dos portos do Sul e Sudeste.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 10).

Tabela 10 – Rota de Capricórnio - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	52,1%	88,7%	36,4%	80,3%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	27,8%	47,2%	19,2%	43,0%
Rio Grande	2.456	53,5%	90,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	15,0%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,2%	49,4%
Imbituba	202	43,6%	74,0%	17,2%	38,4%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla. Atinge 83,9% da capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho, o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, a Tabela 9 confirma o padrão apontado na seção anterior, onde Santos passa a operar com utilização média de 52% e chega a 88,7% da capacidade em seu mês de pico, o nível mais alto já registrado para esse porto nas rodadas analisadas até aqui. Paranaguá, em contrapartida, opera com folga bem maior, utilizando em média menos de 28% da sua capacidade mensal. Rio Grande mantém o padrão de operação mais apertado, ultrapassando 90% da capacidade no pico da safra. Salvador segue atingindo 100% da capacidade em determinados meses, e Imbituba, apesar do porte pequeno, passa a operar com utilização média acima de 43%, superior à observada em rodadas anteriores.

No milho, a utilização média da capacidade é bem mais baixa do que a registrada na soja, para praticamente todos os portos, reflexo direto da concentração do escoamento em uma janela mais curta do ano. Ainda assim, no pico da temporada, Belém chega a operar a quase 94% da sua capacidade mensal, o nível mais alto entre os grandes portos analisados, indicando que a estrutura do Arco Norte opera bem próxima do limite justamente no momento de maior demanda. Santos, apesar do volume absoluto maior, atinge um pico de utilização mais moderado (80%), sustentado por sua capacidade instalada consideravelmente maior. Rio Grande e São Luís, que têm papel de destaque no escoamento da soja, aparecem com utilização baixa para o milho, reforçando que a escolha do porto está associada tanto à localização das lavouras quanto ao momento do ano em que cada grão está disponível para exportação.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 13) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

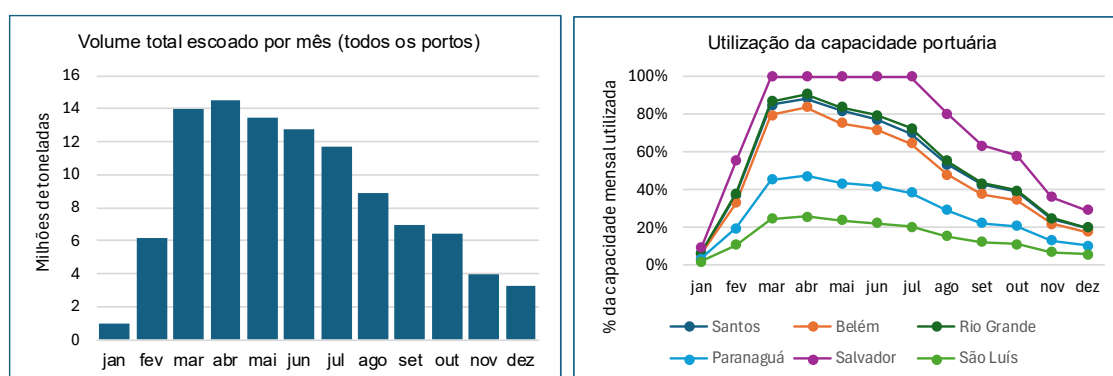


Figura 13 – Roda de Capricórnio - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico em torno de 14,5 milhões de toneladas em abril, período que concentra a

colheita das principais regiões produtoras, e depois recua gradualmente até dezembro. A taxa de utilização dos portos acompanha esse movimento, mas agora com Santos assumindo um papel de destaque mais acentuado. Entre março e julho, o porto opera consistentemente acima de 70% da capacidade, aproximando-se de Rio Grande como um dos terminais mais pressionados no pico da safra. Esse comportamento indica que, nesta configuração dos dados, Santos deixou de funcionar apenas como uma válvula de segurança do sistema, como observado em rodadas anteriores, e passou a operar com margem mais estreita nos meses de maior movimento, ainda que sem atingir níveis críticos de saturação.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos abaixo (Figura 14) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

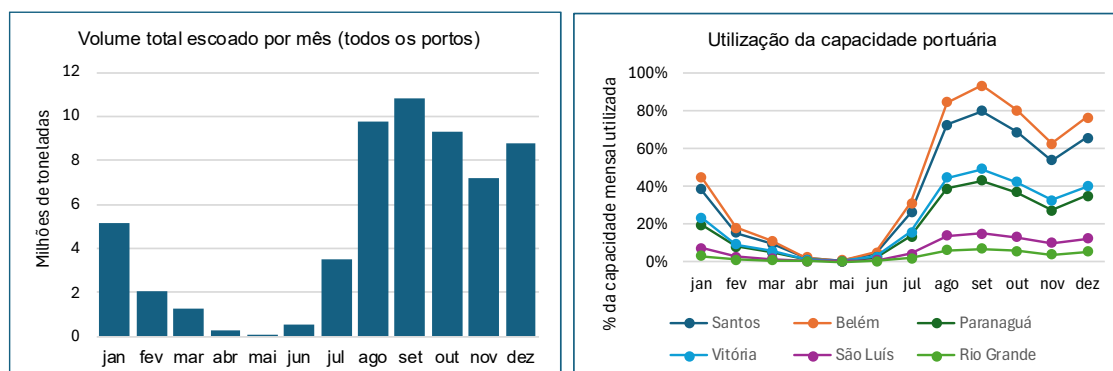


Figura 14 – Rota de Capricórnio - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Enquanto o escoamento da soja se concentra entre março e julho, o do milho tem seu período mais fraco exatamente nesses meses. Entre abril e junho, o volume movimentado é quase nulo, e se intensifica fortemente entre agosto e dezembro, com pico em setembro. Esse comportamento é o reflexo direto do calendário da safrinha. Plantada em sucessão à soja no início do ano e colhida entre junho e agosto, sua disponibilidade para exportação só se materializa no segundo semestre. Como consequência, a pressão sobre a infraestrutura portuária dos dois grãos ocorre em janelas praticamente complementares ao longo do ano, o que ajuda a explicar por que os mesmos portos (como Santos e Belém) conseguem atender às duas culturas sem que os picos se sobreponham

totalmente, ainda que exista alguma sobreposição parcial entre o fim do ciclo da soja e o início do pico do milho.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A metodologia consistiu em cruzar o código de cada porto entre as três bases para padronizar os nomes, calcular a taxa de utilização mensal da capacidade de cada porto (razão entre volume movimentado e capacidade disponível no mês) e agregar os volumes por porto, por mês e por unidade federativa de origem, a partir do código de município (IBGE) informado em cada rota. Nessa checagem, reencontrou-se o mesmo corredor não catalogado identificado em rodadas anteriores, que se estende do sul do Rio Grande do Sul até as proximidades de Montevidéu, no Uruguai, sem estar associado a nenhum porto. Vale registrar, ainda, que a distância percorrida associada às rotas de exportação reflete o percurso logístico completo até o mercado de destino, incluindo o trecho rodoviário até o porto e o trecho marítimo internacional subsequente.

A metodologia seguiu o mesmo procedimento aplicado às análises anteriores: cruzamento do código de cada porto entre as três bases, cálculo da taxa de utilização mensal da capacidade (razão entre volume movimentado e capacidade disponível no mês) e agregação dos volumes por porto, por mês e por unidade federativa de origem, a partir do código de município (IBGE) de cada rota. Como de costume, a base inclui quatro portos catalogados fora do Brasil: Cartagena (Colômbia), Callao (Peru), San Antonio (Chile) e Bahía Blanca (Argentina). Nesta rodada, a inspeção detalhada da malha geoespacial não revelou corredores órfãos adicionais além dos trechos internacionais já

previstos na base tabular, o que reforça a consistência entre o traçado geográfico e os registros de capacidade utilizados no restante do relatório.

Nenhum dos dois corredores aparece na malha do outro produto, reforçando que o destino final — Uruguai para a soja, Chile para o milho — depende da origem geográfica de cada carga.

6. Impactos Socioambientais

6.1 Soja

A forma como a soja é transportada até os portos tem implicações ambientais relevantes, que merecem ser observadas junto com a análise logística. A malha viária que conecta as regiões produtoras do Centro-Oeste aos portos do Sul e Sudeste é majoritariamente rodoviária, um modal que consome mais combustível e emite mais gases de efeito estufa por tonelada transportada do que alternativas ferroviárias ou hidroviárias. A maior concentração de fluxo em Santos nesta rodada reforça a relevância de se monitorar a infraestrutura de acesso ao porto, rodovias, terminais e áreas de armazenagem na Baixada Santista, uma região estuarina ecologicamente sensível, que tende a receber pressão ambiental crescente à medida que sua participação na exportação aumenta. O corredor identificado em direção ao Uruguai mantém a leitura das rodadas anteriores: para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, escoar a produção por um porto uruguaio próximo pode representar uma distância percorrida menor do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul, com potencial ganho de eficiência logística e ambiental.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho também tem reflexos ambientais e sociais nas cidades portuárias. O aumento expressivo do tráfego de caminhões nesse período eleva a emissão de poluentes locais e intensifica o desgaste da malha viária urbana, especialmente em Santos, que nesta rodada recebe uma fatia ainda maior do fluxo total. A redução da participação de Paranaguá, por outro lado, sugere um potencial alívio da pressão ambiental e operacional sobre esse terminal e sua região estuarina, a Baía de Paranaguá. De forma geral, o cenário retratado pelos dados sugere que ganhos de eficiência ambiental na cadeia da soja tendem a vir menos da expansão pura da capacidade portuária e mais da diversificação modal e da distribuição mais equilibrada dos fluxos entre os terminais disponíveis.

6.2 Milho

Assim como no caso da soja, o transporte do milho até os portos depende fortemente de rodovias em trechos muito longos entre o Centro-Oeste e o litoral, o que se traduz em maior consumo de combustível e maiores emissões de gases de efeito estufa por tonelada transportada, quando comparado a alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O papel de destaque do porto de Belém no escoamento do milho reforça a relevância do Arco Norte como rota que combina trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial pelos rios amazônicos, reduzindo a distância total percorrida por caminhão a partir das lavouras do norte do Mato Grosso e do Pará, com potencial ganho ambiental relevante frente às rotas tradicionais até o Sul e o Sudeste.

A concentração do escoamento entre agosto e dezembro tende a gerar, nesse período, aumento expressivo do tráfego de caminhões nas rodovias de acesso aos portos e maior pressão sobre a operação portuária em cidades como Belém e Santos, com reflexos na emissão de poluentes locais e no desgaste da infraestrutura urbana. A existência de rotas internacionais consolidadas até portos do Pacífico e da Argentina sinaliza uma diversificação de corredores logísticos que, se ampliada, pode contribuir para distribuir melhor a pressão ambiental e operacional entre diferentes regiões, em vez de concentrá-la exclusivamente nos portos brasileiros tradicionais. De forma geral, assim como observado para a soja, os ganhos ambientais mais consistentes tendem a vir da diversificação modal e da distribuição mais equilibrada dos fluxos ao longo do ano, e não apenas da ampliação da capacidade instalada dos portos.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. a dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo

o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Rota Porto Alegre – Coquimbo

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 14 portos mapeados. Já o milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,3 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 18 portos de sua malha.

Mato Grosso é a origem dominante em ambos os produtos, com cerca de 38 milhões de toneladas de soja e 37 milhões de toneladas de milho, o que faz do estado o ponto de partida mais crítico da rede continental.

A soja percorre, em média, 15.735,49 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.142,63 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,76 ante R\$ 757,73), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 11).

Tabela 11 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	18
UF de origem líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distância média ponderada	15.735,49 km	12.142,63 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,76/t	R\$ 757,73/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si, por isso cada produto é apresentado em seu próprio mapa.

2.1 Soja

Na Figura 15 é possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande. Já os fluxos em direção a Belém e São Luís, no chamado Arco Norte, aparecem como corredores mais longos e menos ramificados.

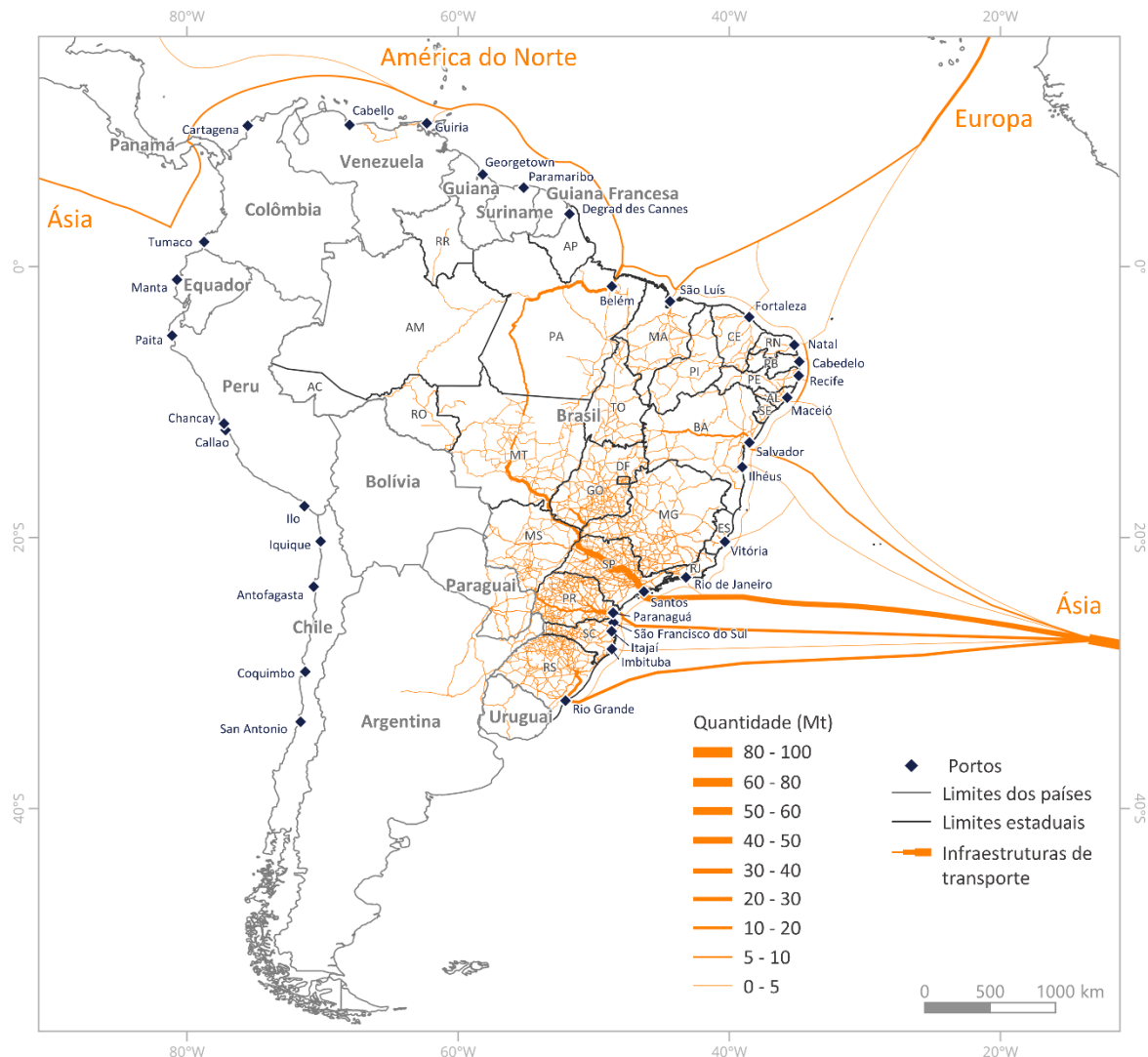


Figura 15 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A figura a seguir (Figura 16) foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte do milho. Observa-se uma malha densa no Centro-Sul convergindo para Santos e Paranaguá, e um corredor mais longo em direção a Belém, no Arco Norte. Também aparecem rotas que se estendem para além das fronteiras do Brasil, alcançando portos no Pacífico (Callao, no Peru, e

San Antonio, no Chile), no Caribe colombiano (Cartagena) e no litoral argentino (Bahía Blanca).

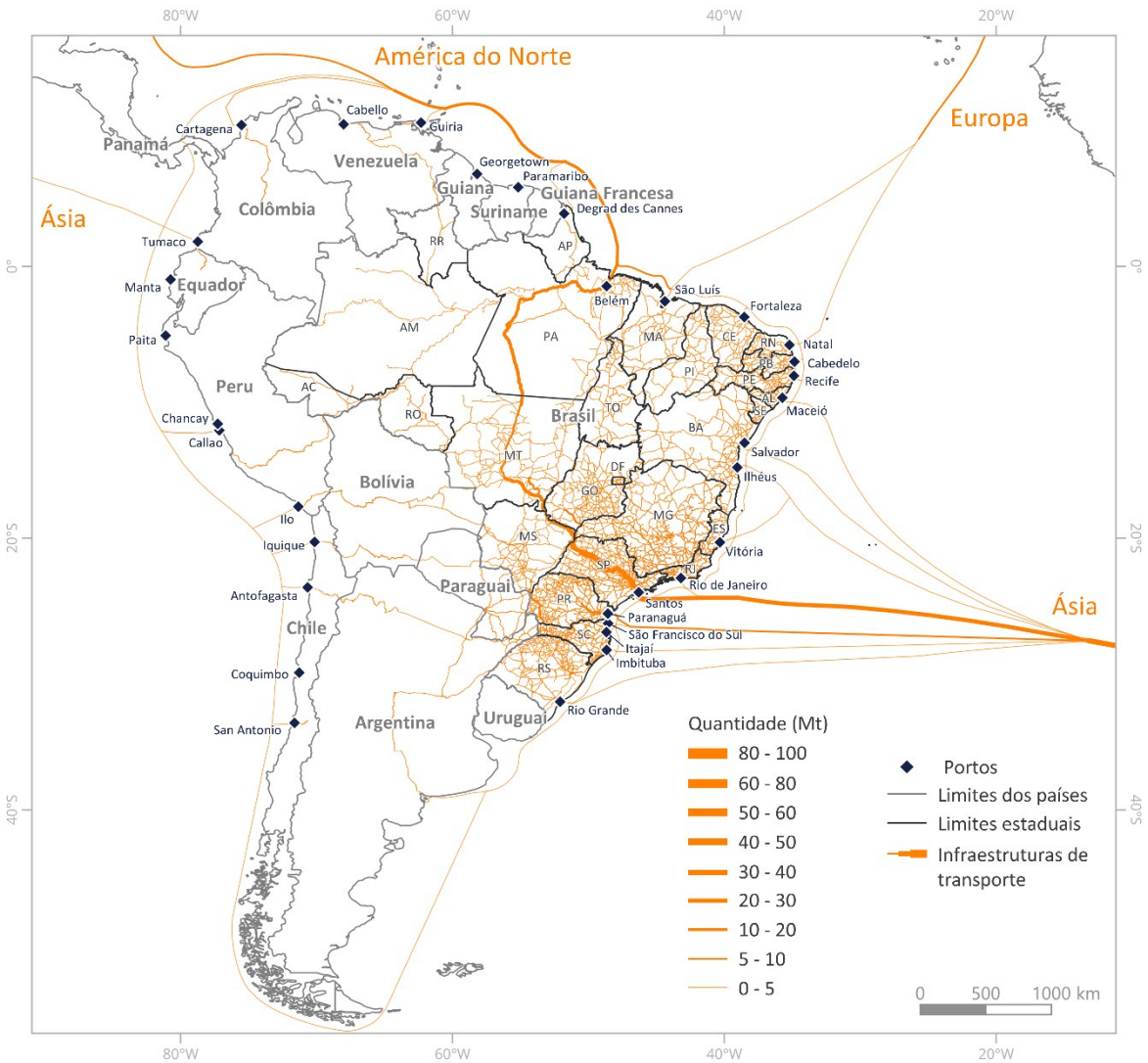


Figura 16 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 12) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na

tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 12 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	41,1	39,9%	496	30,7	52,7%	613
Belém	16,8	16,3%	861	15,0	25,7%	629
Rio Grande	15,7	15,3%	946	0,9	1,5%	813
Paranaguá	13,5	13,1%	837	7,0	12,0%	711
Salvador	6,2	6,0%	602	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	736	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	653	1,9	3,3%	428
Portos internacionais	—	—	—	0,15	0,3%	483 a 805
Demais portos	2,1	2,0%	424 a 1.131	0,7	1,2%	88 a 930

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,9% da soja e 52,7% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto os portos internacionais aparecem apenas na malha do milho.

Nesta rodada, a distribuição de volumes entre os grandes portos volta ao padrão observado nas primeiras análises: Santos concentra cerca de 40% do total exportado, e Paranaguá retoma uma participação em torno de 13%, bem acima dos 9% observados na rodada anterior. Essa oscilação entre versões diferentes da base, ora com Santos dominando ainda mais fortemente, ora com uma divisão mais equilibrada entre Santos e Paranaguá, sugere que os dados podem representar cenários ou parametrizações distintas do mesmo sistema logístico, e não uma tendência única e linear de concentração.

Santos e Belém concentram, juntos, cerca de 78% de todo o milho escoado por porto, mantendo o padrão observado nas rodadas anteriores. Bahía Blanca, na Argentina, chama atenção por movimentar nesta rodada apenas cerca de 30 mil toneladas, bem menos do que os valores em torno de 80 a 105 mil toneladas registrados em análises anteriores, o que indica alguma variação na atratividade desse porto argentino de uma rodada para outra, sem que isso comprometa sua posição marginal no conjunto da malha.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 13).

Tabela 13 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	48,0%	81,6%	35,9%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	67,1%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	53,4%	90,6%	3,0%	6,6%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	36,0%	61,0%	11,1%	32,6%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla: atinge 83,9% da capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho, o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o quadro confirma o retorno ao padrão mais equilibrado entre Santos e Paranaguá. Santos opera com utilização média de 48%, patamar intermediário entre os valores observados nas duas rodadas anteriores (entre 47,7% e 52,1%), enquanto Paranaguá recupera uma utilização média de 39,4%, muito próxima da primeira análise realizada. Rio Grande mantém o padrão de operação mais apertada entre os grandes portos, ultrapassando 90% da capacidade no pico da safra, e Salvador segue atingindo 100% da capacidade em determinados meses. Esses resultados, tomados em conjunto com as rodadas anteriores, sugerem que a rede possui uma folga estrutural em Paranaguá que pode ser mobilizada com relativa flexibilidade, dependendo das condições de roteamento adotadas em cada cenário.

No milho, a utilização média da capacidade permanece bem mais baixa do que a registrada na soja para praticamente todos os portos, reflexo direto da concentração do escoamento em uma janela mais curta do ano. No pico da temporada, Belém segue como o porto mais pressionado, operando a quase 94% da sua capacidade mensal, o nível mais alto entre os grandes terminais. Santos, apesar do volume absoluto maior, atinge um pico de utilização mais moderado (79%), sustentado por sua capacidade instalada consideravelmente maior. Imbituba aparece com utilização média mais baixa do que em rodadas anteriores (11% ante valores próximos de 16-17%), reforçando que a distribuição fina de volumes entre portos de menor porte pode variar de uma rodada para outra sem alterar o quadro geral da rede.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 17) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

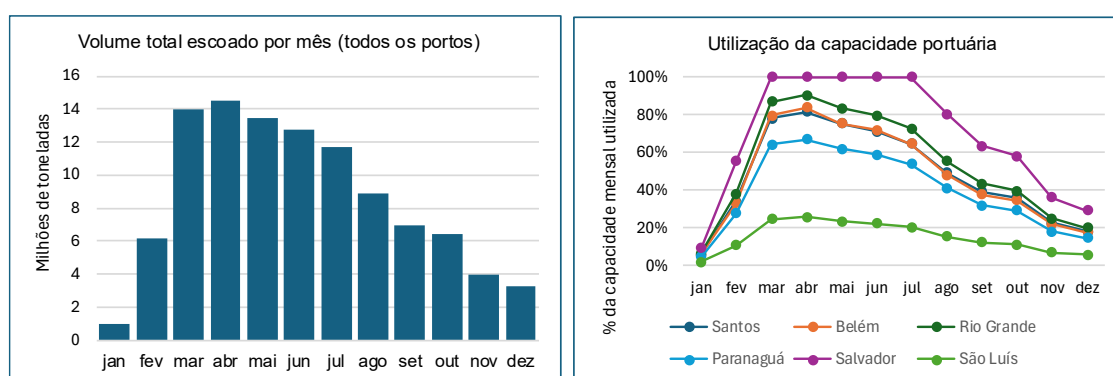


Figura 17 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico em torno de 14,5 milhões de toneladas em abril, período que concentra a colheita das principais regiões produtoras, e depois recua gradualmente até

dezembro. A taxa de utilização dos portos acompanha esse movimento, com Salvador, Rio Grande e Belém entre os terminais mais pressionados no pico da safra. Santos, com sua ampla capacidade instalada, volta a funcionar como uma espécie de válvula de segurança do sistema nesta rodada, absorvendo parte relevante da pressão sazonal sem se aproximar tanto do seu teto operacional quanto ocorreu na versão anterior da base.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos abaixo (Figura 18) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

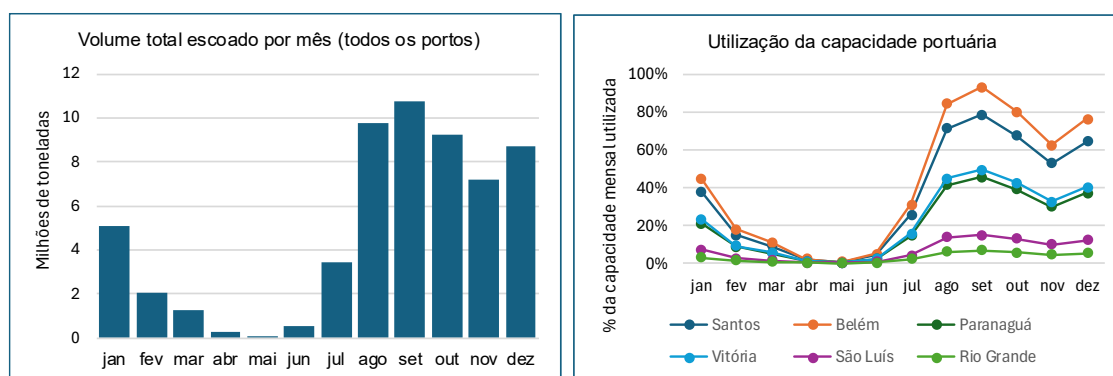


Figura 18 – Rota Porto Alegre-Coquimbo - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Enquanto o escoamento da soja se concentra entre março e julho, o do milho tem seu período mais fraco exatamente nesses meses. Entre abril e junho, o volume movimentado é quase nulo, e se intensifica fortemente entre agosto e dezembro, com pico em setembro. Esse comportamento é o reflexo direto do calendário da safrinha. Plantada em sucessão à soja no início do ano e colhida entre junho e agosto, sua disponibilidade para exportação só se materializa no segundo semestre. Como consequência, a pressão sobre a infraestrutura portuária dos dois grãos ocorre em janelas praticamente complementares ao longo do ano, o que ajuda a explicar por que os mesmos portos (como Santos e Belém) conseguem atender às duas culturas sem que os picos se sobreponham totalmente.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se

acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Em relação à rodada imediatamente anterior, esta versão dos dados mostra um retorno a uma distribuição mais equilibrada entre Santos e Paranaguá, enquanto Rio Grande e Belém mantêm papéis estáveis como grandes terminais complementares em todas as versões analisadas até aqui. A forte sazonalidade da colheita continua a se traduzir em picos de ocupação portuária e a recorrência do corredor órfão em direção ao Uruguai, agora observada pela terceira vez, com traçado e magnitude praticamente idênticos, reforça a relevância de se considerar essa rota como parte efetiva da malha logística regional, ao lado de estratégias já conhecidas de diversificação como o Arco Norte.

A metodologia seguiu o mesmo procedimento aplicado às análises anteriores: cruzamento do código de cada porto entre as três bases, cálculo da taxa de utilização mensal da capacidade (razão entre volume movimentado e capacidade disponível no mês) e agregação dos volumes por porto, por mês e por unidade federativa de origem, a partir do código de município (IBGE) de cada rota. A base inclui os quatro portos internacionais já observados em rodadas anteriores, Cartagena (Colômbia), Callao (Peru), San Antonio (Chile) e Bahía Blanca (Argentina). Nessa checagem, reencontrou-se também o corredor órfão terrestre que atravessa o Centro-Oeste brasileiro, o Paraguai e o norte da Argentina até a costa chilena próxima a Antofagasta, com traçado e volume praticamente idênticos aos identificados em rodada anterior, achado consistente com o Corredor Rodoviário Bioceânico.

6. Impactos Socioambientais

Cada produto foi avaliado separadamente quanto aos seus impactos socioambientais nos relatórios de origem. As sínteses abaixo preservam esse detalhamento por cultura, já que os trechos, os meses de pico e os portos mais sensíveis diferem entre soja e milho.

6.1 Soja

A forma como a soja é transportada até os portos tem implicações ambientais relevantes, que merecem ser observadas junto com a análise logística. A malha viária que conecta as regiões produtoras do Centro-Oeste aos portos do Sul e Sudeste é majoritariamente rodoviária, um modal que consome mais combustível e emite mais gases de efeito estufa por tonelada transportada do que alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O retorno de Paranaguá a uma participação mais equilibrada em relação a Santos, nesta rodada, sugere uma distribuição de pressão ambiental e operacional mais balanceada entre os dois grandes terminais do Sul e Sudeste, o que tende a ser positivo do ponto de vista da resiliência do sistema como um todo. A reconfirmação do corredor identificado em direção ao Uruguai, agora pela terceira vez com o mesmo traçado e volume, reforça a leitura de que esse corredor representa uma alternativa real de escoamento para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, potencialmente mais curta e eficiente do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho também tem reflexos ambientais e sociais nas cidades portuárias: o aumento expressivo do tráfego de caminhões nesse período eleva a emissão de poluentes locais e intensifica o desgaste da malha viária urbana, especialmente nos terminais que se aproximam de sua capacidade máxima, como Rio Grande e Salvador. De forma geral, o cenário retratado pelos dados sugere que ganhos de eficiência ambiental na cadeia da soja tendem a vir menos da expansão pura da capacidade portuária e mais da diversificação modal e da distribuição mais equilibrada dos fluxos entre os terminais disponíveis, distribuição que, nesta rodada, parece mais próxima do observado nas primeiras análises realizadas.

6.2 Milho

Assim como no caso da soja, o transporte do milho até os portos depende fortemente de rodovias em trechos muito longos entre o Centro-Oeste e o litoral, o que se traduz em maior consumo de combustível e maiores emissões de

gases de efeito estufa por tonelada transportada, quando comparado a alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O papel de destaque do porto de Belém no escoamento do milho reforça a relevância do Arco Norte como rota que combina trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial pelos rios amazônicos, reduzindo a distância total percorrida por caminhão a partir das lavouras do norte do Mato Grosso e do Pará. A reconfirmação do corredor bioceânico até Antofagasta, com traçado praticamente idêntico ao de rodadas anteriores, reforça a leitura de que esse corredor representa uma alternativa real e potencialmente crescente para reduzir a distância de transporte entre o Centro-Oeste brasileiro e os mercados do Pacífico, com ganhos ambientais associados à redução da distância total percorrida.

A concentração do escoamento entre agosto e dezembro tende a gerar, nesse período, aumento expressivo do tráfego de caminhões nas rodovias de acesso aos portos e maior pressão sobre a operação portuária em cidades como Belém e Santos, com reflexos na emissão de poluentes locais e no desgaste da infraestrutura urbana. A existência de rotas internacionais consolidadas, somada à reconfirmação do corredor bioceânico, sinaliza uma tendência de diversificação de corredores logísticos que, se ampliada, pode contribuir para distribuir melhor a pressão ambiental e operacional entre diferentes regiões e países, em vez de concentrá-la exclusivamente nos portos brasileiros tradicionais.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. A dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos

indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Rota da Ilha das Guianas

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 14 portos mapeados. Já o milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,3 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 18 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.738,11 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.144,06 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,51 ante R\$ 756,93), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 14).

Tabela 14 – Rota das Guianas - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	18
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.738,11 km	12.144,06 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,51/t	R\$ 756,93/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si, por isso cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

A Figura 19 foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte da soja, com a espessura das linhas representando a intensidade de fluxo de cada trecho. É possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as

áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande. Já os fluxos em direção a Belém e São Luís, no chamado Arco Norte, aparecem como corredores mais longos e menos ramificados.

Neste cenário, reaparece o corredor identificado em rodadas anteriores, que parte do extremo sul do Rio Grande do Sul e segue até as proximidades de Montevideú, já em território uruguaio, somando cerca de 45 mil toneladas de fluxo acumulado no ano, o mesmo volume e o mesmo traçado observados em todas as versões anteriores da base de soja analisadas. É a quarta vez que esse corredor é identificado de forma idêntica, o que praticamente elimina a hipótese de se tratar de uma inconsistência pontual dos dados. Vale destacar também que o corredor bioceânico até Antofagasta e o corredor até a Guiana Francesa, ambos identificados nas análises de milho, não aparecem em nenhuma das versões da base de soja verificadas até aqui. Essa consistência cruzada entre as duas culturas sugere que cada corredor alternativo está associado a uma cultura específica: o Uruguai para a soja do extremo sul do Rio Grande do Sul, e o Pacífico chileno e a Guiana Francesa para o milho do Centro-Oeste e do Amapá.

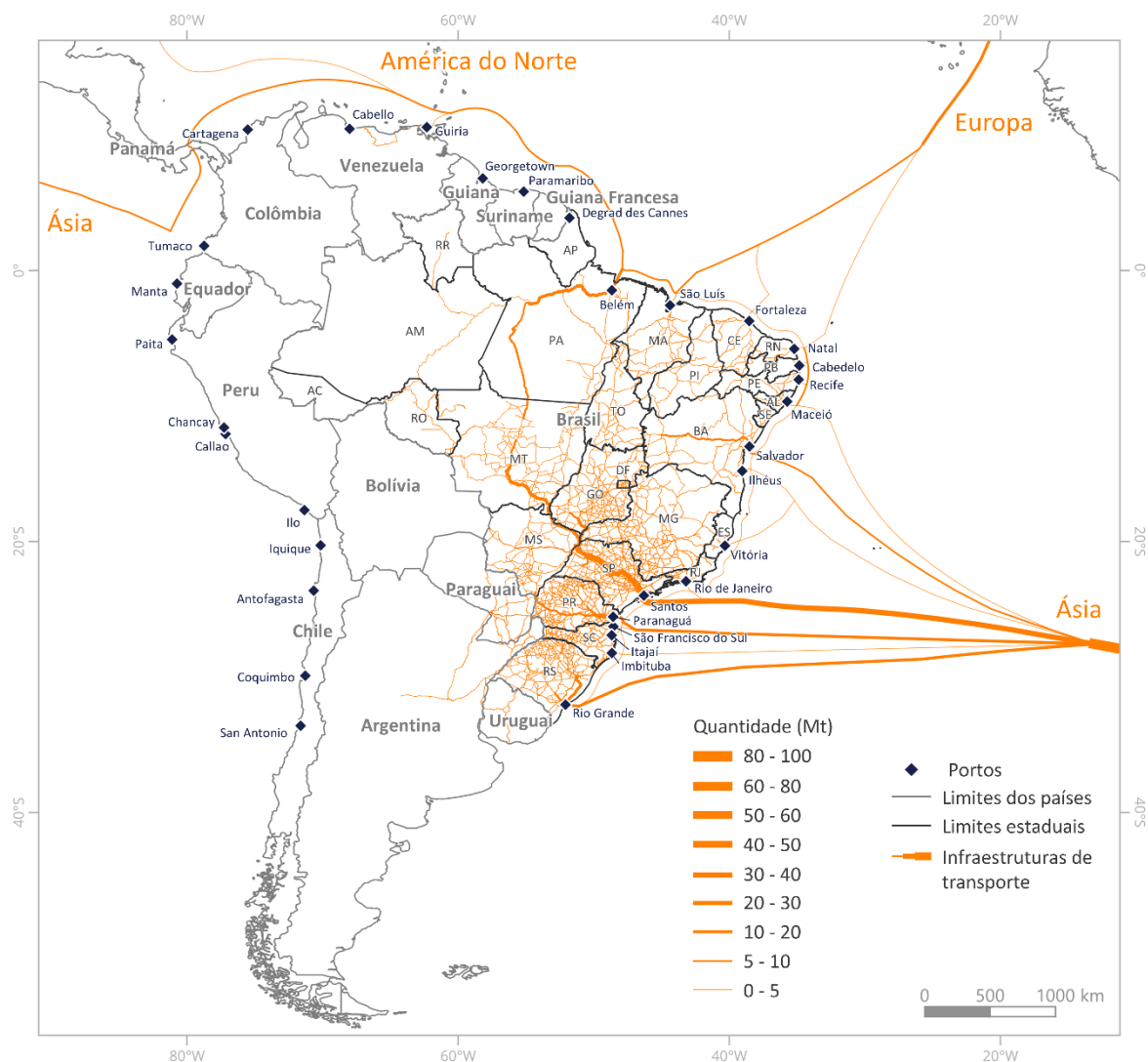


Figura 19 – Rota das Guianas - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A Figura 20 foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte do milho. Observa-se uma malha densa no Centro-Sul convergindo para Santos e Paranaguá, e um corredor mais longo em direção a Belém, no Arco Norte. Também aparecem rotas que se estendem para além das fronteiras do Brasil, alcançando portos no Pacífico (Callao, no Peru, e San Antonio, no Chile), no Caribe colombiano (Cartagena) e no litoral argentino (Bahía Blanca).

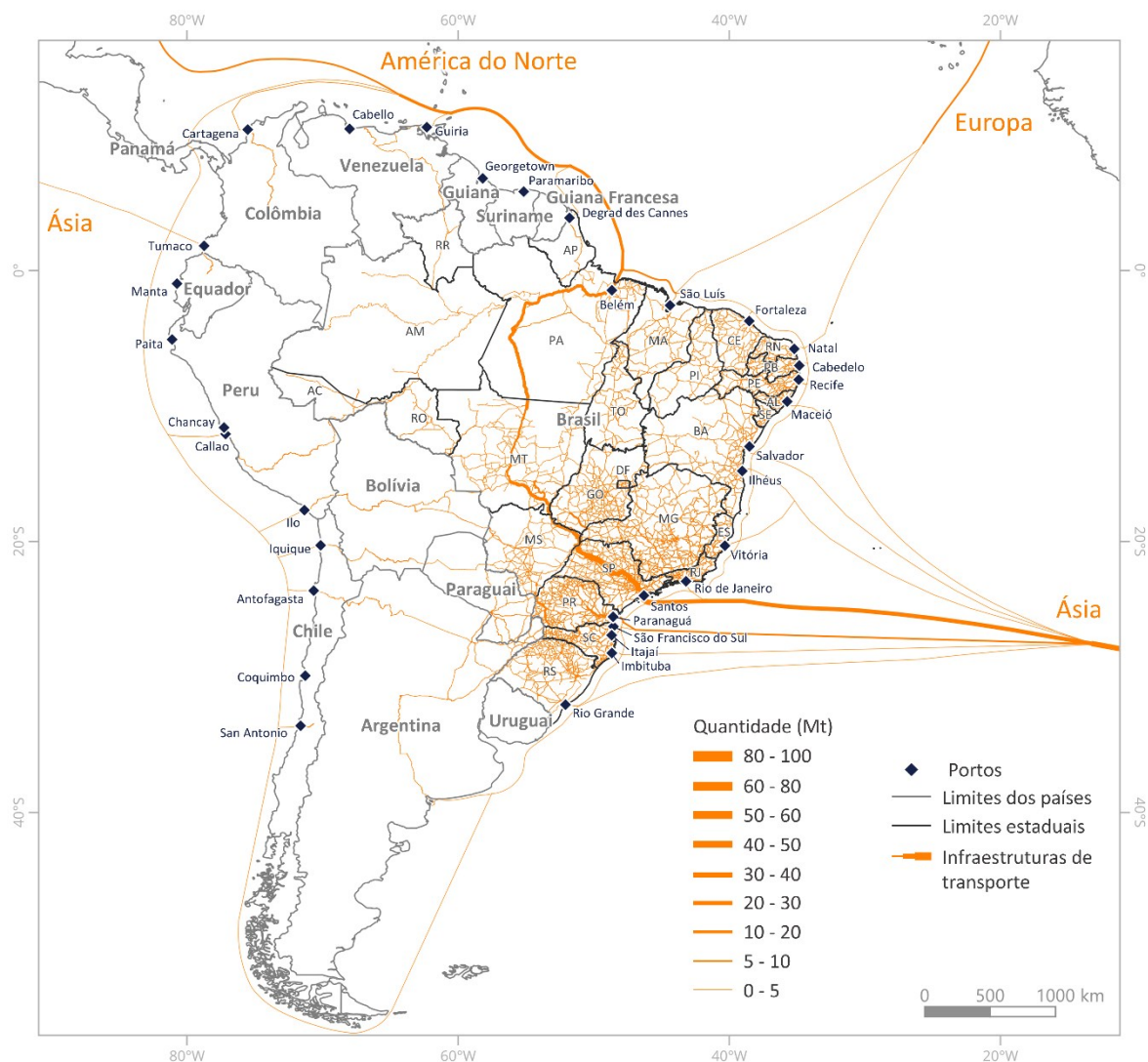


Figura 20 – Rota da Guianas - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 15) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 15 – Rota das Guianas - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,7	39,5%	577	30,6	52,5%	631
Belém	17,0	16,5%	861	15,0	25,7%	629

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	696	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,5	13,1%	850	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	706	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	734	1,7	3,0%	393
Vitória	3,7	3,6%	655	1,9	3,3%	428
Portos internacionais	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 805
Demais portos	2,0	2,0%	424 a 1.172	0,7	1,2%	88 a 949

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,5% da soja e 52,5% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto os portos internacionais aparecem apenas na malha do milho.

A distribuição de volumes entre os portos retorna, nesta rodada, ao padrão observado nas primeiras análises realizadas: Santos com cerca de 39,5% de participação e Paranaguá em torno de 13%, uma relação bem mais equilibrada do que a registrada na rodada em que Santos chegou a concentrar mais de 50% do fluxo. Isso reforça a leitura de que diferentes versões da base representam cenários ou parametrizações distintas do mesmo sistema logístico, sem uma tendência única de concentração crescente em um único porto.

Santos e Belém concentram, juntos, cerca de 78% de todo o milho escoado por porto, mantendo o padrão observado nas rodadas anteriores. A distribuição entre os demais portos também permanece estável, reforçando que a estrutura básica da malha portuária do milho é consistente entre as diferentes versões da base analisadas até aqui.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o

teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 16).

Tabela 16 – Rota das Guianas - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	47,5%	80,8%	35,8%	78,8%
Belém	2.928	48,4%	84,9%	42,6%	93,9%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,5%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,3%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,7%	82,9%	16,1%	36,2%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla: atinge 84,9% da capacidade no pico da soja e 93,9% no pico do milho, o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o quadro confirma o retorno a uma rede com folga mais equilibrada entre os grandes portos. Santos opera com utilização média de 47,5%, muito próxima dos valores das primeiras análises realizadas. Rio Grande mantém o padrão de operação mais apertada entre os grandes portos, ultrapassando 92% da capacidade no pico da safra, e Salvador segue atingindo 100% da capacidade em determinados meses, assim como os pequenos portos de Itajaí, Rio de Janeiro e Recife, cuja capacidade reduzida os torna tecnicamente saturados com volumes marginais.

No milho, a utilização média da capacidade permanece bem mais baixa do que a registrada na soja, para praticamente todos os portos, reflexo direto da concentração do escoamento em uma janela mais curta do ano. No pico da temporada, Belém segue como o porto mais pressionado, operando a quase 94% da sua capacidade mensal, o nível mais alto entre os grandes terminais. Santos, apesar do volume absoluto maior, atinge um pico de utilização mais

moderado (79%), sustentado por sua capacidade instalada consideravelmente maior.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 21) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

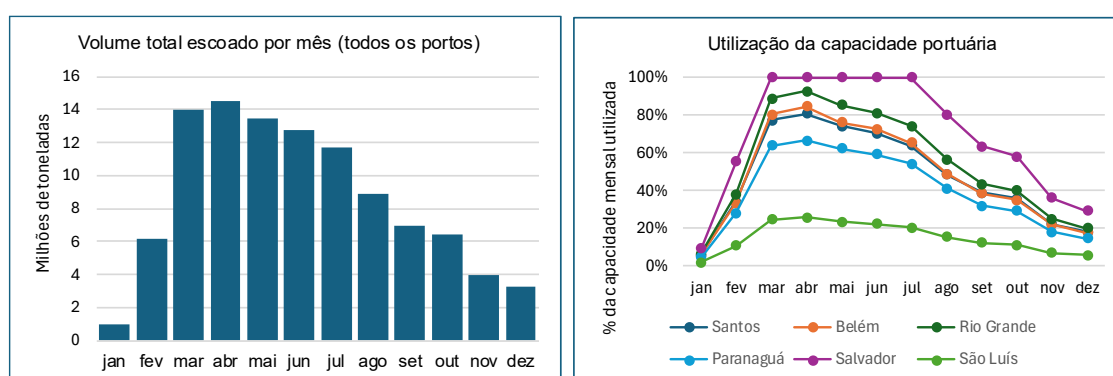


Figura 21 – Rota das Guianas - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico em torno de 14,5 milhões de toneladas em abril, período que concentra a colheita das principais regiões produtoras, e depois recua gradualmente até dezembro. A taxa de utilização dos portos acompanha esse movimento, com Salvador, Rio Grande e Belém entre os terminais mais pressionados no pico da safra, enquanto Santos, com sua ampla capacidade instalada, volta a funcionar como uma válvula de segurança do sistema, absorvendo parte relevante da pressão sazonal sem se aproximar do seu teto operacional.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos abaixo (Figura 22) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês

em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

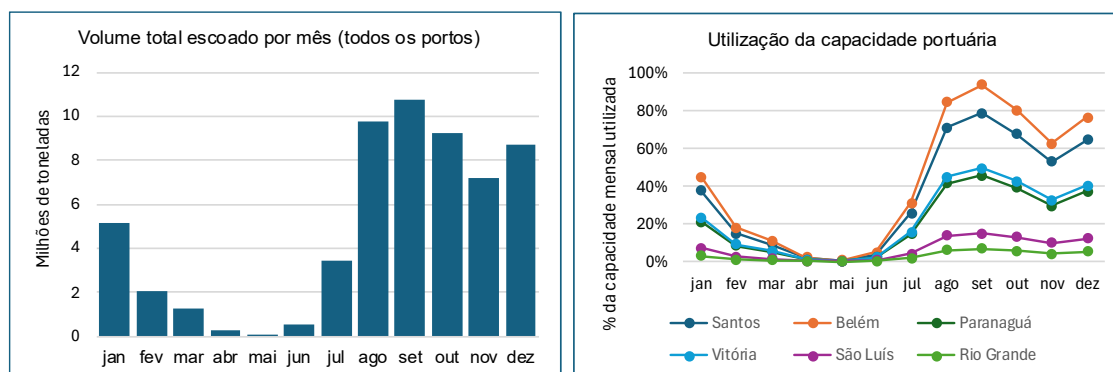


Figura 22 – Rota das Guianas - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Enquanto o escoamento da soja se concentra entre março e julho, o do milho tem seu período mais fraco exatamente nesses meses. Entre abril e junho, o volume movimentado é quase nulo, e se intensifica fortemente entre agosto e dezembro, com pico em setembro. Esse comportamento é o reflexo direto do calendário da safrinha. Plantada em sucessão à soja no início do ano e colhida entre junho e agosto, sua disponibilidade para exportação só se materializa no segundo semestre.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Esta rodada confirma um retorno à distribuição mais equilibrada entre Santos e Paranaguá observada nas primeiras análises, e a quarta reconfirmação consecutiva do corredor órfão em direção ao Uruguai

reforça fortemente a hipótese de que se trata de uma rota real e estável na malha logística regional. A ausência cruzada dos corredores exclusivos do milho, Antofagasta e Guiana Francesa, nos dados de soja reforça a leitura de que diferentes culturas agrícolas tendem a acessar corredores alternativos distintos, de acordo com a localização das regiões produtoras e a proximidade relativa a cada fronteira internacional.

Destacado em azul, reaparece o corredor terrestre, já identificado em rodada anterior, que atravessa o Centro-Oeste brasileiro, o Paraguai e o norte da Argentina até a costa chilena próxima a Antofagasta, com o mesmo volume de cerca de 450 toneladas, reforçando a leitura de que corresponde a uma infraestrutura real, coerente com o Corredor Rodoviário Bioceânico. Aparece um segundo corredor não catalogado, este observado pela primeira vez: um trecho que parte do Amapá, no extremo norte do Brasil, e segue por terra até as proximidades da fronteira com a Guiana Francesa, com fluxo acumulado da ordem de algumas centenas de toneladas no ano. Esse traçado é compatível com um escoamento voltado ao porto de Degrad des Cannes, na Guiana Francesa. A combinação desses dois achados sugere que a malha geoespacial contém, de forma recorrente, corredores internacionais em estágio inicial que ainda não foram plenamente incorporados ao sistema de acompanhamento de capacidade.

Nenhum dos dois corredores aparece na malha do outro produto, reforçando que o destino final — Uruguai para a soja, Chile para o milho — depende da origem geográfica de cada carga.

6. Impactos Socioambientais

Cada produto foi avaliado separadamente quanto aos seus impactos socioambientais nos relatórios de origem. As sínteses abaixo preservam esse detalhamento por cultura, já que os trechos, os meses de pico e os portos mais sensíveis diferem entre soja e milho.

6.1 Soja

A forma como a soja é transportada até os portos tem implicações ambientais relevantes, que merecem ser observadas junto com a análise logística. A malha viária que conecta as regiões produtoras do Centro-Oeste aos portos do Sul e Sudeste é majoritariamente rodoviária, um modal que consome mais combustível e emite mais gases de efeito estufa por tonelada transportada do

que alternativas ferroviárias ou hidroviárias. A quarta reconfirmação consecutiva do corredor em direção ao Uruguai reforça a leitura de que essa rota representa uma alternativa real e estável de escoamento para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, potencialmente mais curta e eficiente do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul, com o correspondente benefício de menor emissão de gases de efeito estufa por tonelada transportada.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho também tem reflexos ambientais e sociais nas cidades portuárias: o aumento expressivo do tráfego de caminhões nesse período eleva a emissão de poluentes locais e intensifica o desgaste da malha viária urbana, especialmente em Santos, Paranaguá e Belém, regiões estuarinas ecologicamente sensíveis. De forma geral, o cenário retratado pelos dados sugere que ganhos de eficiência ambiental na cadeia da soja tendem a vir menos da expansão pura da capacidade portuária e mais da diversificação modal e da distribuição mais equilibrada dos fluxos entre os terminais disponíveis, incluindo rotas alternativas como a identificada em direção ao Uruguai.

6.2 Milho

Assim como no caso da soja, o transporte do milho até os portos depende fortemente de rodovias em trechos muito longos entre o Centro-Oeste e o litoral, o que se traduz em maior consumo de combustível e maiores emissões de gases de efeito estufa por tonelada transportada, quando comparado a alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O papel de destaque do porto de Belém no escoamento do milho reforça a relevância do Arco Norte como rota que combina trechos rodoviários mais curtos com transporte fluvial pelos rios amazônicos. A reconfirmação do corredor bioceânico até Antofagasta reforça o potencial de redução de distância até os mercados do Pacífico. Já o corredor identificado em direção à Guiana Francesa acrescenta uma nova dimensão a essa discussão. Por atravessar uma região de floresta amazônica preservada e territórios indígenas no extremo norte do Amapá, qualquer expansão futura desse corredor merecerá atenção redobrada quanto aos impactos sobre a cobertura florestal e as populações locais, dado o histórico de pressão de desmatamento associado à abertura de novas rotas rodoviárias na Amazônia.

A concentração do escoamento entre agosto e dezembro tende a gerar, nesse período, aumento expressivo do tráfego de caminhões nas rodovias de acesso

aos portos e maior pressão sobre a operação portuária em cidades como Belém e Santos. A existência de múltiplos corredores internacionais, alguns já consolidados, como Cartagena, Callao, San Antonio e Bahía Blanca, e outros ainda em estágio inicial, como os identificados até Antofagasta e até a Guiana Francesa, sinaliza uma tendência de diversificação de rotas que, se conduzida com o devido cuidado ambiental, pode contribuir para distribuir melhor a pressão logística entre diferentes regiões e países.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. A dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Rota Quadrante Rondon

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 14 portos mapeados. Já o milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,4 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 18 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.739,33 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.140,78 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 905,04 ante R\$ 750,04), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 17).

Tabela 17 – Rota Quadrante Rondon - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58,4 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	14	18
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.739,33 km	12.140,78 km
Custo médio ponderado	R\$ 905,04/t	R\$ 750,04/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

2.1 Soja

A Figura 23 foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte da soja, com a espessura das linhas representando a intensidade de fluxo de cada trecho. É possível observar uma malha extremamente densa no Centro-Sul do país, refletindo a proximidade entre as áreas produtoras, as rodovias e os portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande.

Destacado em azul na figura, reaparece o corredor identificado em rodadas anteriores, que parte do extremo sul do Rio Grande do Sul e segue até as proximidades de Montevidéu, já em território uruguaio, somando cerca de 45 mil toneladas de fluxo acumulado no ano, o mesmo volume e o mesmo traçado observados em todas as rodadas anteriores da base de soja. É a quinta vez consecutiva que esse corredor é identificado de forma idêntica, tornando praticamente certa a hipótese de que se trata de uma infraestrutura real e estável na malha logística regional.

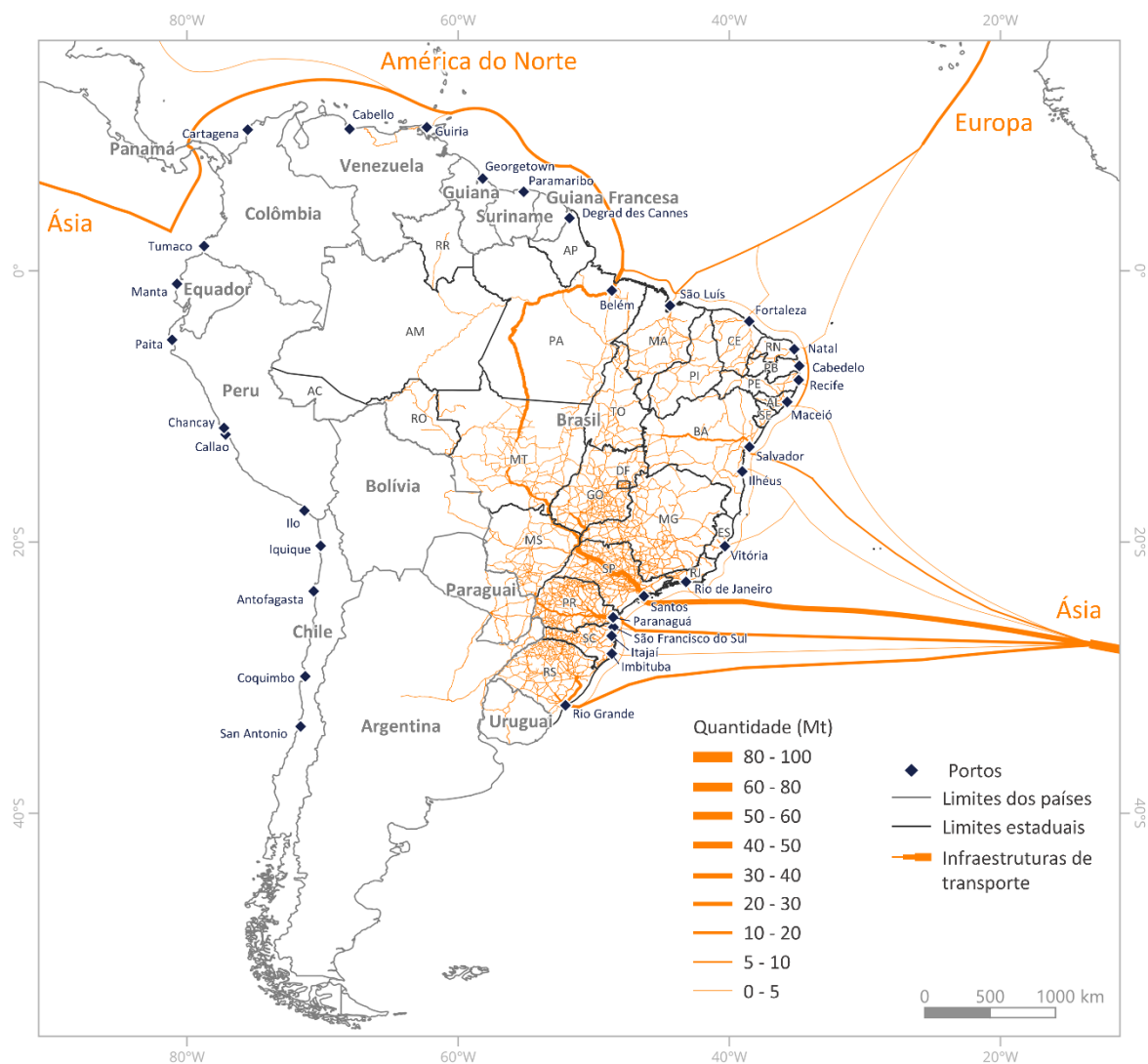


Figura 23 – Rota Quadrante Rondon - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A Figura 24 foi construída a partir da base geoespacial e mostra o desenho da malha de transporte do milho. Observa-se uma malha densa no Centro-Sul convergindo para Santos e Paranaguá, e um corredor mais longo em direção a Belém, no Arco Norte, além de rotas já conhecidas até portos internacionais como Cartagena, Callao, San Antonio e Bahía Blanca.

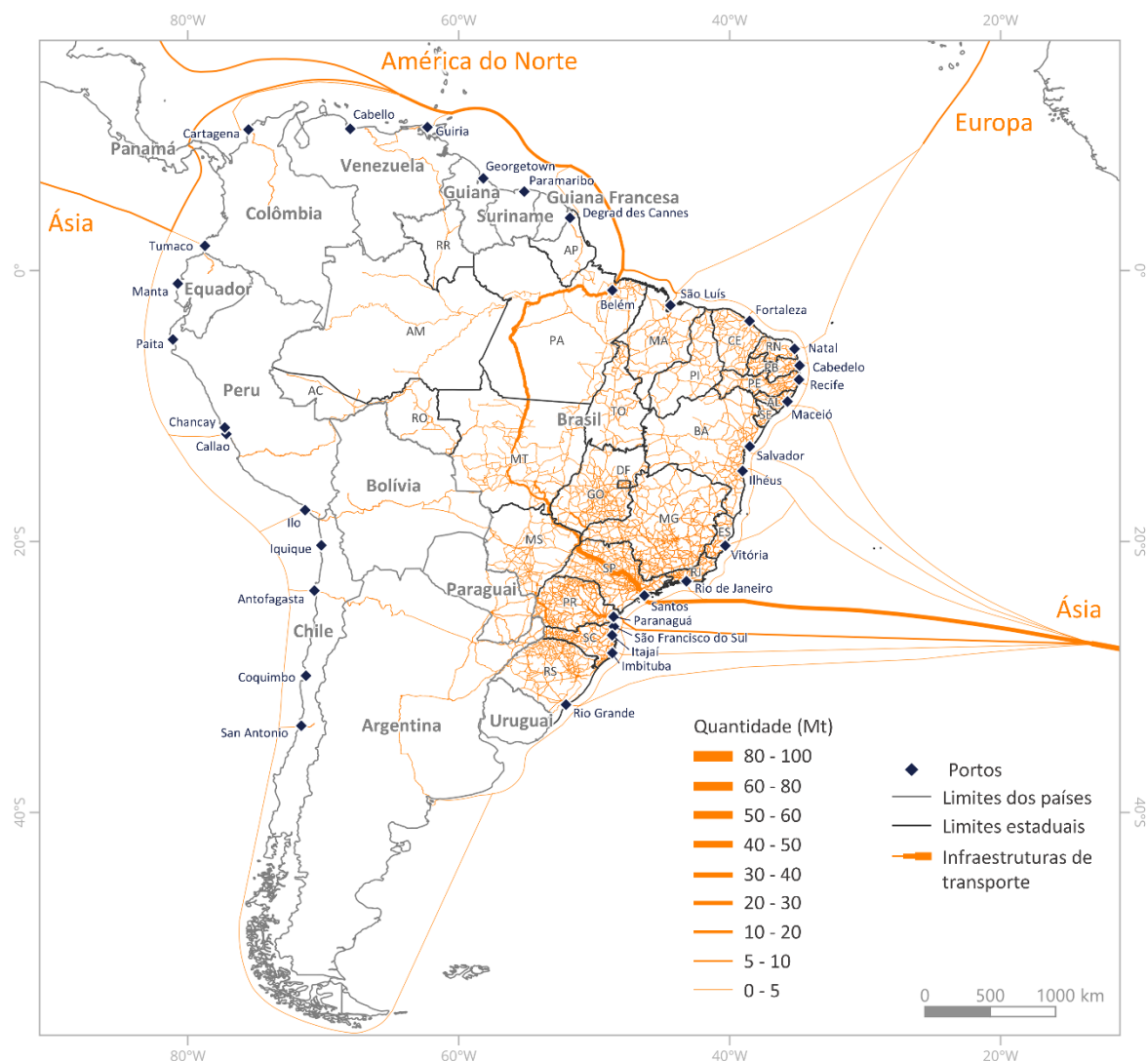


Figura 24 – Rota Quadrante Rondon - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 18) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 18 – Rota Quadrante Rondon - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	36,1	35,1%	570	27,3	46,7%	638
Belém	21,4	20,8%	869	18,2	31,2%	621

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	697	0,9	1,5%	872
Paranaguá	13,4	13,1%	850	7,0	12,0%	731
Salvador	6,2	6,0%	703	—	—	—
São Luís	4,0	3,9%	738	1,7	2,8%	392
Vitória	3,7	3,6%	654	1,9	3,3%	430
Cartagena	—	—	—	0,21	0,4%	798
Demais portos	2,0	2,0%	424 a 1.184	0,9	1,9%	88 a 949

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 35,1% da soja e 46,7% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena aparece apenas na malha do milho.

Assim como observado na análise de milho equivalente a esta rodada, Belém salta para 20,8% de participação no escoamento da soja (21,4 Mt), o maior valor já registrado nas análises realizadas até aqui, superando os 16–16,5% típicos das rodadas anteriores. Santos, em contrapartida, recua para 35,1%, a menor participação já observada para esse porto na série de análises de soja. Essa coincidência entre os padrões de soja e milho nesta mesma rodada, ambos com deslocamento de fluxo em direção a Belém, sugere fortemente que a base de dados representa, desta vez, um cenário específico de maior utilização do Arco Norte para as duas culturas simultaneamente, e não uma variação aleatória entre versões.

Nesta rodada, a distribuição de volumes entre Santos e Belém muda de forma expressiva. Belém salta para 31,2% de participação (18,2 Mt), o maior valor já observado nas análises de milho realizadas até aqui, enquanto Santos recua para 46,7%. Cartagena também chama atenção, com volume aproximadamente o dobro do observado em rodadas anteriores (207,6 mil toneladas, ante valores em torno de 105 mil toneladas). Esse deslocamento de fluxo em direção ao Arco Norte e a Cartagena sugere um cenário em que a malha logística direciona proporcionalmente mais milho para os corredores do Norte, possivelmente refletindo diferentes premissas de custo ou de disponibilidade de capacidade nesta versão dos dados.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o

teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 19).

Tabela 19 – Rota Quadrante Rondon - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	42,2%	73,1%	31,9%	76,1%
Belém	2.928	61,0%	100%	51,8%	100%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,4%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,3%	92,7%	3,0%	6,7%
São Luís	2.157	15,5%	30,6%	6,4%	15,6%
Salvador	747	69,4%	100%	5,2%	12,0%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,7%	82,7%	17,7%	36,2%

Belém é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla: atinge 100% da capacidade no pico da soja e 100% no pico do milho, o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Salvador funciona, na prática, como um porto dedicado a um único produto: chega a 100% de utilização no pico da soja e mal ultrapassa 12% no milho. Santos e Paranaguá, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o destaque desta rodada é Belém, que atinge 100% da capacidade instalada em seu mês de pico, o primeiro caso de saturação plena registrado para esse porto nas análises de soja realizadas até aqui, com utilização média de 61% ao longo do ano, muito acima dos 47–48% típicos das rodadas anteriores. Esse resultado é diretamente consistente com o observado na análise de milho desta mesma rodada, na qual Belém também atinge 100% da capacidade no pico da safrinha. Santos, por sua vez, passa a operar com margem mais folgada do que o usual, com pico de apenas 73,1% da capacidade, o valor mais baixo já registrado para esse porto na série de análises. Rio Grande mantém o padrão de operação mais apertada entre os portos do Sul, ultrapassando 92% da capacidade no pico da safra.

No milho, o destaque desta rodada é Belém, que atinge 100% da capacidade instalada em seu mês de pico, o primeiro caso de saturação plena registrado para um grande porto nas análises de milho realizadas até aqui, superando os

93-94% observados em rodadas anteriores. Com utilização média de 51,8% ao longo do ano, Belém passa a operar com uma margem consideravelmente mais apertada do que Santos, cuja utilização média cai para 31,9% nesta versão dos dados. Essa inversão de papéis, com o Arco Norte mais pressionado do que o corredor tradicional do Sudeste, é uma configuração inédita entre as rodadas de milho analisadas e merece atenção como possível sinal de um cenário de maior dependência da infraestrutura portuária do Norte.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue um padrão sazonal muito marcado, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 25) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

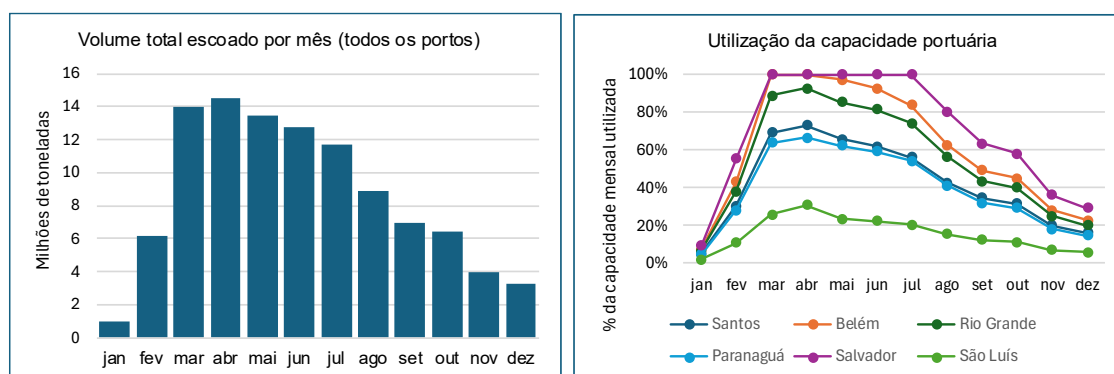


Figura 25 – Rota Quadrante Rondon - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O volume total salta de cerca de 1 milhão de toneladas em janeiro para um pico em torno de 14,5 milhões de toneladas em abril, e depois recua gradualmente até dezembro. Nesta rodada, porém, a pressão sobre Belém no pico da safra é sensivelmente maior do que a observada em versões anteriores, com o porto se aproximando ou atingindo sua capacidade máxima exatamente no período de maior movimento, uma inversão do padrão usual, em que Santos costuma concentrar a maior pressão relativa entre os grandes portos.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos da Figura 26 mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano.

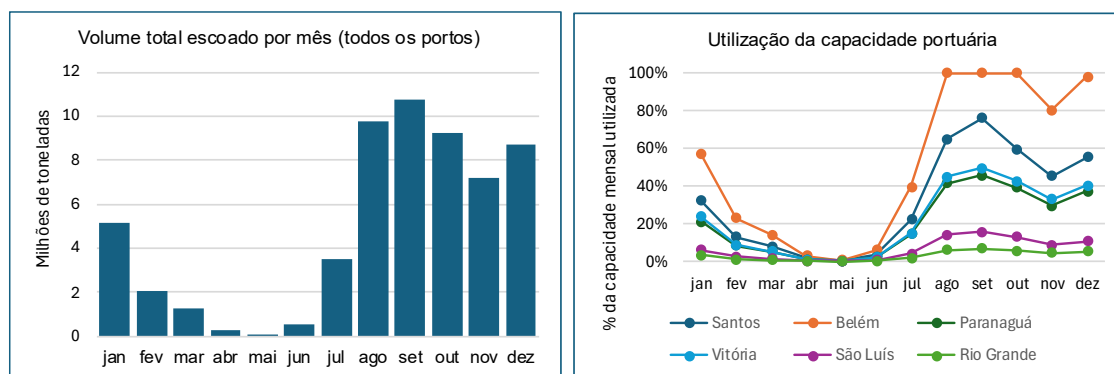


Figura 26 – Rota Quadrante Rondon - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

O escoamento do milho segue concentrado entre agosto e dezembro, com pico em setembro, refletindo o calendário da safrinha, cultivada em sucessão à soja e colhida entre junho e agosto. Nesta rodada, porém, a pressão sobre Belém no pico da safra é sensivelmente maior do que a observada em versões anteriores, com o porto atingindo sua capacidade máxima exatamente no período de maior movimento, um sinal de que, caso esse cenário de maior concentração no Arco Norte se confirme, a infraestrutura de Belém passaria a operar sem margem de segurança nos meses críticos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

A maior concentração de fluxo em Belém nesta rodada, tanto para soja quanto para milho, reforça um sinal de atenção ambiental já apontado na análise de milho equivalente. A operação de um porto amazônico próximo do limite de sua capacidade tende a intensificar o tráfego de caminhões e embarcações na região, com potencial pressão sobre a infraestrutura urbana de Belém e sobre os ecossistemas estuarinos do entorno. A reconfirmação, pela quinta vez

consecutiva, do corredor órfão em direção ao Uruguai mantém a leitura já registrada em rodadas anteriores. Para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, essa rota pode representar uma distância percorrida menor do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul, com potencial ganho de eficiência logística e ambiental.

O corredor bioceânico até Antofagasta, no Chile, atravessando o Centro-Oeste brasileiro, o Paraguai e o norte da Argentina, reconfirmado com o mesmo volume de cerca de 450 toneladas já observado em rodada anterior. O corredor até a Guiana Francesa, partindo do Amapá, também reconfirmado com o mesmo traçado. Um terceiro corredor, identificado pela primeira vez nesta rodada, um trecho que atravessa o interior da Bolívia, passando por uma região próxima a Cochabamba, e chega até as proximidades do porto de Ilo, no litoral sul do Peru, somando quase 12 mil toneladas de fluxo acumulado no ano. Esse traçado é compatível com o Corredor Rodoviário Interoceânico Sul, projeto de integração que liga o oeste do Brasil (incluindo Rondônia, sugerida pelo nome do arquivo) à costa peruana do Pacífico através do território boliviano. É o corredor órfão de maior volume identificado até agora nas análises realizadas, superando com folga tanto Antofagasta quanto a Guiana Francesa.

6. Impactos Socioambientais

Cada produto foi avaliado separadamente quanto aos seus impactos socioambientais nos relatórios de origem, as sínteses abaixo preservam esse detalhamento por cultura, já que os trechos, os meses de pico e os portos mais sensíveis diferem entre soja e milho.

6.1 Soja

A maior concentração de fluxo em Belém nesta rodada, tanto para soja quanto para milho, reforça um sinal de atenção ambiental já apontado na análise de milho equivalente. A operação de um porto amazônico próximo do limite de sua capacidade tende a intensificar o tráfego de caminhões e embarcações na região, com potencial pressão sobre a infraestrutura urbana de Belém e sobre os ecossistemas estuarinos do entorno. A reconfirmação, pela quinta vez consecutiva, do corredor não catalogado em direção ao Uruguai mantém a leitura já registrada em rodadas anteriores: para os produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, essa rota pode representar uma distância percorrida

menor do que o trajeto até os terminais brasileiros do Sul, com potencial ganho de eficiência logística e ambiental.

A concentração sazonal do escoamento entre março e julho continua a gerar, nesse período, aumento expressivo do tráfego de caminhões nas rodovias de acesso aos portos. Nesta rodada, esse efeito se soma a uma pressão adicional sobre Belém, que se torna o porto operacionalmente mais crítico da malha tanto para soja quanto para milho, um padrão que, se persistente, recomendaria atenção redobrada ao planejamento de infraestrutura e mitigação ambiental na região do Arco Norte.

6.2 Milho

A maior concentração de fluxo em Belém nesta rodada reforça a relevância do Arco Norte como corredor logístico, mas também acende um sinal de atenção ambiental. A operação de um porto amazônico próximo do limite de sua capacidade tende a intensificar o tráfego de caminhões e embarcações na região, com potencial pressão sobre a infraestrutura urbana de Belém e sobre os ecossistemas estuarinos do entorno. O corredor identificado através da Bolívia até o porto de Ilo acrescenta uma nova rota potencial de escoamento para os mercados do Pacífico, mas seu traçado atravessa território boliviano e áreas de transição entre o Cerrado e a Amazônia, regiões que exigem atenção redobrada quanto aos impactos de eventual expansão da infraestrutura rodoviária sobre a cobertura vegetal e as comunidades locais, tanto no lado brasileiro quanto no boliviano.

A reconfirmação dos corredores até Antofagasta e até a Guiana Francesa, somada à identificação do novo corredor via Bolívia, reforça um padrão recorrente nas análises realizadas. A malha geoespacial documenta, de forma consistente, múltiplas rotas internacionais em estágios variados de maturidade, distintas dos quatro portos internacionais já consolidados na base tabular. Do ponto de vista ambiental, a diversificação de corredores pode ser positiva se conduzida de forma planejada, distribuindo a pressão logística entre diferentes regiões, mas também pode ampliar a fronteira de impacto se a expansão dessas rotas não vier acompanhada de salvaguardas ambientais adequadas, especialmente nas porções amazônica e andina dos corredores identificados.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. A dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão

ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 16 portos mapeados. Já o milho movimentou 87,4 milhões de toneladas, das quais 58,3 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 19 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 12.093,63 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.140,78 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 756,91 ante R\$ 750,04), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 20).

Tabela 20 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	16	19
UF de origem líder	N/D	N/D

Indicador	Soja	Milho
Distância média ponderada	12.093,63 km	12.140,78 km
Custo médio ponderado	R\$ 756,91/t	R\$ 750,04/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

A Figura 27 mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

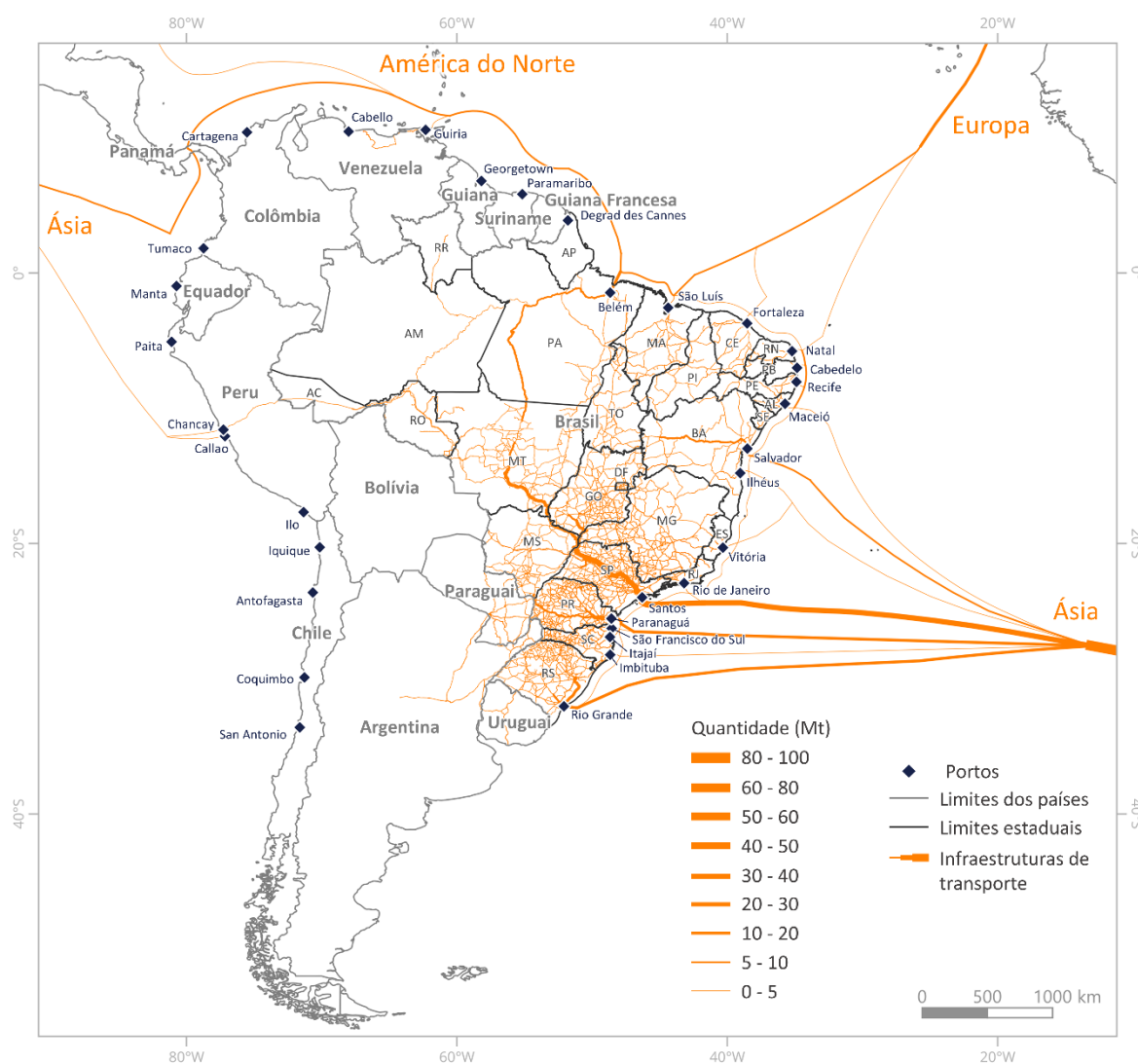


Figura 27 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A Figura 28 mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

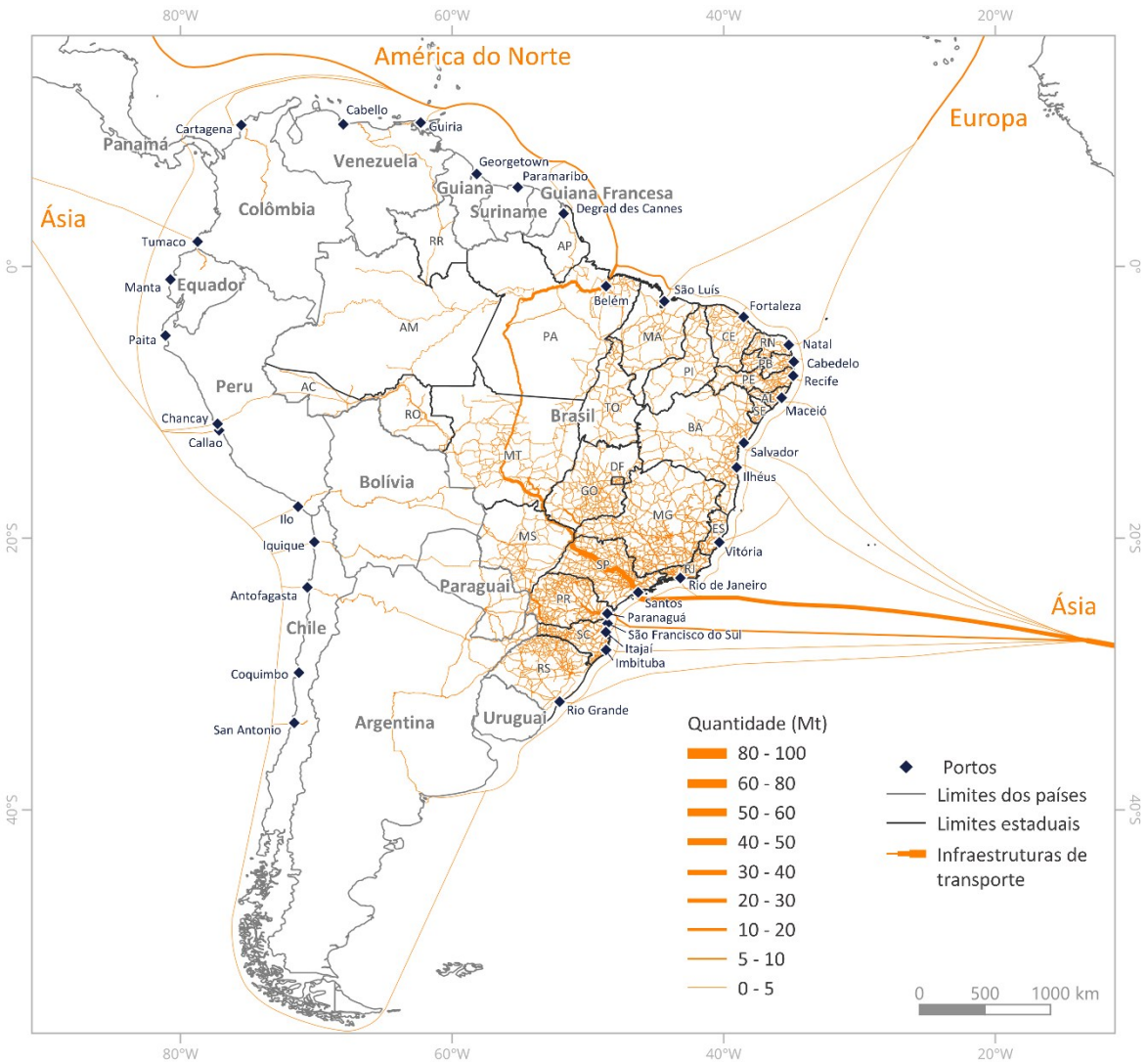


Figura 28 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 21) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na

tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 21 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	39,9	38,7%	670	30,4	52,2%	649
Rio Grande	16,1	15,6%	602	0,9	1,5%	849
Belém	16,1	15,6%	827	13,7	23,5%	603
Paranaguá	13,5	13,1%	818	7,0	12,0%	729
Salvador	6,2	6,0%	698	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	728	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	652	1,9	3,3%	430
Callao (PE)	1,2	1,2%	1.382	0,97	1,7%	1.279
Chancay (PE)	0,28	0,3%	1.366	0,26	0,4%	1.388
Demais portos	2,1	2,0%	424 a 1.172	1,3	2,3%	88 a 804

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 38,7% da soja e 52,2% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja.

Assim como observado na análise de milho equivalente a esta rodada, os portos peruanos entram com volumes ainda pequenos frente aos grandes terminais brasileiros, mas já representam uma fatia mensurável do escoamento. Juntos, Callao e Chancay somam cerca de 1,5 milhão de toneladas de soja, com custo médio de transporte muito acima da média, com mais de R\$ 1.300 por tonelada, reflexo da distância percorrida até o litoral do Pacífico. Entre os portos tradicionais, a distribuição permanece próxima da observada nas primeiras rodadas de soja, com Santos concentrando cerca de 39% do total e Rio Grande e Belém dividindo a segunda posição.

O dado mais marcante desta tabela é o salto no volume de Callao, que passa de valores marginais em torno de 12 mil toneladas nas rodadas anteriores para quase 1 milhão de toneladas, um crescimento de quase 80 vezes. Chancay, mesmo operando com volume ainda modesto (260 mil toneladas), já aparece como um porto relevante logo em sua estreia na base de dados. Ambos os portos peruanos apresentam custo médio de transporte muito acima da média, com mais de R\$ 1.200 por tonelada, o que é esperado, dado que atendem

origens muito distantes, cruzando praticamente todo o território sul-americano até o litoral do Pacífico.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 22).

Tabela 22 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Santos	7.137	46,6%	80,5%	35,5%	78,8%
Belém	2.928	45,7%	80,9%	39,0%	88,8%
Paranaguá	2.843	39,6%	66,1%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,6%	92,8%	—	—
Chancay (PE)	23	100%	100%	93,9%	100%
Callao (PE)	124	83,9%	100%	65,3%	100%
Salvador	747	69,4%	100%	—	—
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Cartagena (CO)	34	—	—	58,7%	100%
São Luís	2.157	—	—	6,7%	15,0%

Chancay (PE) é o caso mais evidente de porto sob pressão dupla: atinge 100% da capacidade no pico da soja e 100% no pico do milho, o terminal mais crítico da rede em ambas as culturas, ainda que em janelas distintas do ano. Santos e Belém, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

Na soja, o resultado mais expressivo desta tabela é Chancay, operando a 100% da sua capacidade em todos os doze meses do ano — uma saturação plena e contínua, sem qualquer folga sazonal, diferentemente do padrão observado em todos os outros portos analisados até aqui. Callao acompanha essa pressão com utilização média de 83,9%, também atingindo o teto da capacidade em diversos meses. Esse comportamento é ainda mais extremo do que o observado na análise de milho da mesma rodada, na qual Chancay operava a 93,9% em média. Aqui a soja, aparentemente, ocupa de forma integral a capacidade do

porto, sugerindo que, nesta versão dos dados, o corredor do Pacífico peruano já está no seu limite absoluto de operação para ambas as culturas.

No milho, o quadro revela uma situação incomum. Os pequenos portos peruanos operam sob pressão extrema, muito acima do observado em qualquer terminal brasileiro. Chancay atinge utilização média de 93,9% ao longo do ano inteiro, praticamente sempre no limite da sua capacidade de apenas 23 mil toneladas mensais. Callao, com capacidade um pouco maior, opera, em média, a 65,3% da capacidade, mas atinge 100% em diversos meses do ano. Esse padrão sugere que, nesta versão dos dados, o corredor do Pacífico peruano já opera no limite de sua infraestrutura atual, mesmo com volumes absolutos ainda pequenos frente aos grandes portos brasileiros, um indício de que qualquer expansão futura do fluxo por essa rota dependeria de investimento adicional em capacidade portuária.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

O volume total movimentado pela malha portuária segue o padrão sazonal já conhecido, associado ao calendário da colheita da soja. Os gráficos abaixo (Figura 29) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade em Santos, Rio Grande, Belém e nos dois portos peruanos.

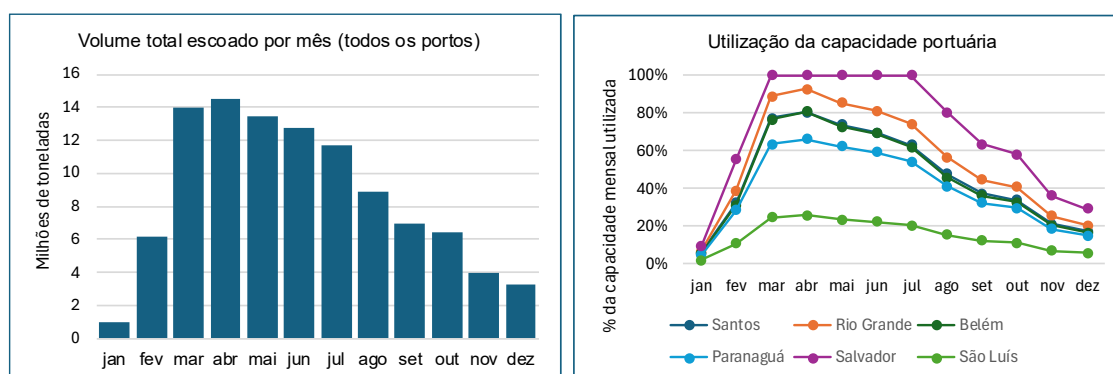


Figura 29 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

O gráfico à direita mostra Chancay como uma linha constante no topo do gráfico, colada em 100% durante todo o ano, um comportamento que não acompanha a sazonalidade da colheita, o que sugere que o porto já opera no limite de sua capacidade independentemente do volume disponível para exportação em cada mês. Callao segue um padrão semelhante, mas com uma leve folga em alguns meses. Isso contrasta fortemente com os grandes portos brasileiros, cuja utilização acompanha de perto o ciclo sazonal da safra, com picos entre março e julho e vales acentuados no restante do ano.

4.2 Milho

O padrão sazonal do milho é marcadamente diferente do observado na soja. Os gráficos abaixo (Figura 30) mostram, à esquerda, o volume total escoado por mês em todos os portos e, à direita, a evolução da taxa de utilização da capacidade em Santos, Belém, Paranaguá e nos dois portos peruanos.

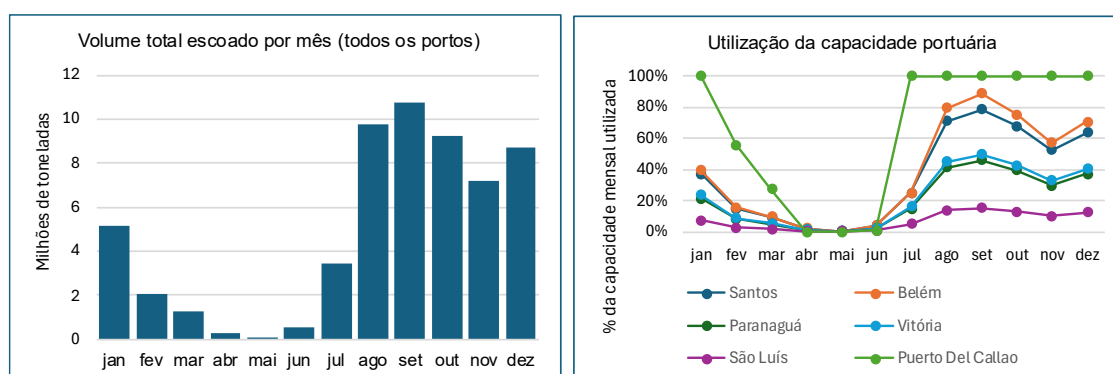


Figura 30 – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

O gráfico à direita evidencia o comportamento atípico dos portos peruanos. Chancay opera em, ou muito perto de, 100% da capacidade durante praticamente todos os meses do ano – com uma única queda relevante em maio, mesmo padrão de baixa observado nos demais portos durante o vale sazonal do milho. Callao acompanha uma dinâmica semelhante, mas com uma curva ligeiramente mais suave, chegando a 100% da capacidade em janeiro, fevereiro e no período de pico entre julho e dezembro. Isso contrasta com Santos e Belém, que, apesar de movimentarem volumes muito maiores em termos absolutos, operam com folga relativa de capacidade ao longo do ano.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se

acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

Esta rodada confirma, para a soja, a mesma mudança estrutural observada na análise de milho equivalente: a incorporação de Chancay e Callao à malha logística monitorada, com ambos os portos peruanos operando sob pressão de capacidade muito superior à observada nos terminais brasileiros. Chancay, em particular, permanece saturado durante os doze meses do ano. A quinta reconfirmação consecutiva do corredor não catalogado em direção ao Uruguai reforça a estabilidade dessa rota como uma característica específica da malha logística da soja, distinta dos corredores exclusivos do milho identificados em rodadas anteriores. Em conjunto, esses achados sugerem uma malha logística internacional mais diversificada e dinâmica do que a capturada pelos portos tradicionalmente monitorados, com o corredor do Pacífico peruano emergindo como um ponto de atenção prioritário para futuros investimentos em capacidade.

Esta rodada traz a mudança mais estrutural observada até aqui nas análises de milho. A incorporação de Chancay, o novo megaporto peruano de investimento chinês, à malha logística monitorada, acompanhada de um salto expressivo no volume do vizinho porto de Callao. Ambos os portos operam sob pressão de capacidade muito superior à observada nos terminais brasileiros, sinalizando que o corredor do Pacífico peruano, embora ainda represente uma fração pequena do escoamento total, já opera no limite de sua infraestrutura atual. A reconfirmação, com intensidade variável, dos corredores órfãos até Antofagasta, até a Guiana Francesa e através da Bolívia até Ilo, reforça a existência de uma malha logística internacional mais rica e dinâmica do que a capturada pelos portos tradicionalmente monitorados, com implicações crescentes para o planejamento de infraestrutura e para a análise dos impactos ambientais associados a essas rotas emergentes.

Nenhum dos dois corredores aparece na malha do outro produto, reforçando que o destino final — Uruguai para a soja, Peru para o milho — depende da origem geográfica de cada carga.

6. Impactos Socioambientais

Cada produto foi avaliado separadamente quanto aos seus impactos socioambientais nos relatórios de origem. As sínteses abaixo preservam esse detalhamento por cultura, já que os trechos, os meses de pico e os portos mais sensíveis diferem entre soja e milho.

6.1 Soja

A saturação plena e constante de Chancay ao longo de todo o ano, tanto para soja quanto para milho, é um sinal relevante para o planejamento logístico. Mesmo com volumes absolutos ainda pequenos frente aos grandes portos brasileiros, o porto já não possui margem operacional para absorver aumentos de demanda sem investimento adicional em capacidade. Do ponto de vista ambiental, o acesso a Chancay e Callao a partir das regiões produtoras do Centro-Oeste depende de rotas terrestres de longuíssima distância, o que eleva significativamente a pegada de carbono por tonelada transportada em comparação com os portos tradicionais do Sul e Sudeste, a menos que essas cargas sigam por corredores parcialmente hidroviários ou ferroviários ainda não plenamente mapeados nesta base de dados.

De forma geral, a diversificação de corredores, tanto os já consolidados quanto os emergentes, como o do Pacífico peruano, pode contribuir para distribuir a pressão logística e ambiental entre diferentes regiões, desde que acompanhada de investimento em infraestrutura adequada nos pontos que já operam no limite, como Chancay.

6.2 Milho

A entrada de Chancay na malha logística do agronegócio brasileiro merece atenção especial do ponto de vista ambiental e geopolítico. Como hub direto de comércio com a Ásia, o porto reduz a necessidade de escalas intermediárias e, em tese, pode diminuir a distância total percorrida pelas cargas destinadas a mercados asiáticos, com potencial ganho de eficiência energética por tonelada transportada. Por outro lado, o fato de o porto já operar próximo da saturação, mesmo com volumes ainda pequenos vindos do Brasil, sugere que uma

eventual expansão desse fluxo dependeria de novos investimentos em infraestrutura portuária no Peru, com os correspondentes impactos sobre a costa peruana. Do lado brasileiro, o acesso a Chancay e Callao a partir do Centro-Oeste depende de rotas terrestres de longuíssima distância atravessando o território boliviano, reforçando a relevância ambiental do corredor rodoviário identificado nesta e em rodadas anteriores através da Bolívia.

A reconfirmação dos corredores até Antofagasta e até a Guiana Francesa, com intensidades variáveis entre rodadas, reforça a leitura já registrada em análises anteriores. A malha geoespacial documenta, de forma recorrente, múltiplas rotas internacionais em estágios de maturidade distintos. A chegada de Chancay como porto plenamente catalogado ilustra como a infraestrutura logística sul-americana está em transformação, com potencial para redistribuir fluxos e, conseqüentemente, os padrões de pressão ambiental ao longo da cadeia de escoamento do milho brasileiro.

Em comum, os dois diagnósticos apontam para a mesma direção estratégica. A dependência rodoviária em trajetos longos é o principal fator de pressão ambiental da cadeia; o Arco Norte desponta como a alternativa de menor impacto relativo já disponível; e a concentração sazonal do escoamento, em janelas diferentes para cada produto, exige planejamento específico de tráfego e mitigação em cada pico, e não apenas investimento em capacidade portuária.

7. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Cenário 2035 – Portos

Este cenário pressupõe investimentos que elevam a capacidade de embarque de todos os portos a 15 milhões de toneladas mensais para cada produto ao Cenário Atual – Base.

Relatório Consolidado – Cenário 2035 – Base

1. Panorama Geral do escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.723,87 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.109,43 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,60 ante R\$ 757,32), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 23).

Tabela 23 – Cenário 2035 – Base - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.723,87 km	12.109,43 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,60/t	R\$ 757,32/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

A Figura 31 mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

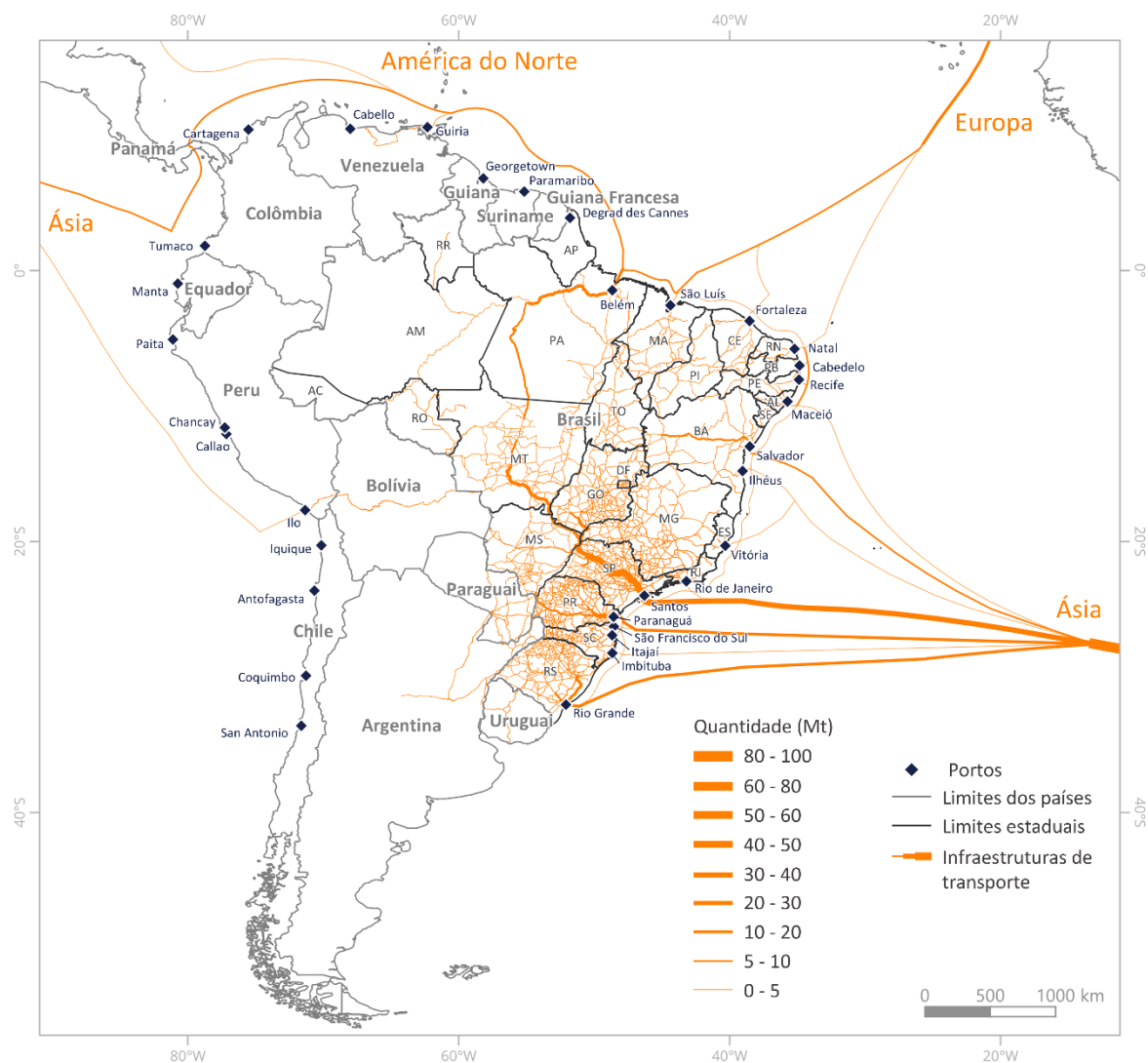


Figura 31 – Cenário 2035 – Base - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

A Figura 32 mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

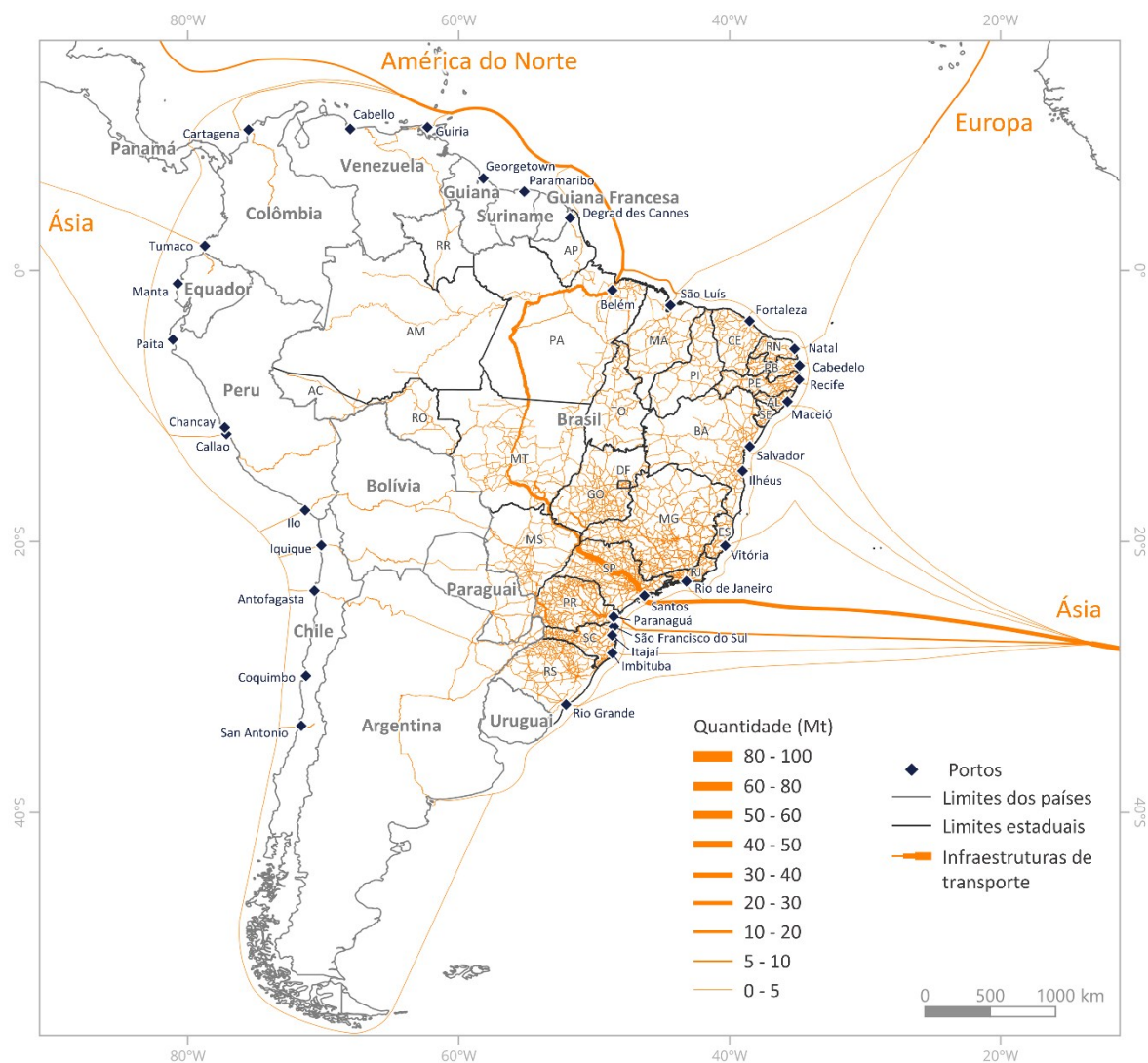


Figura 32 – Cenário 2035 – Base - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 24) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 24 – Cenário 2035 – Base - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,3	39,1%	683	29,9	51,3%	730
Belém	16,1	15,7%	860	13,6	23,3%	706

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	605	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	890	6,5	11,2%	818
Salvador	7,0	6,8%	656	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	523
Vitória	3,7	3,6%	694	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demais portos	3,3	3,2%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,1% da soja e 51,3% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena (CO) aparece apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 25).

Tabela 25 – Cenário 2035 – Base - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 33 e Figura 34) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

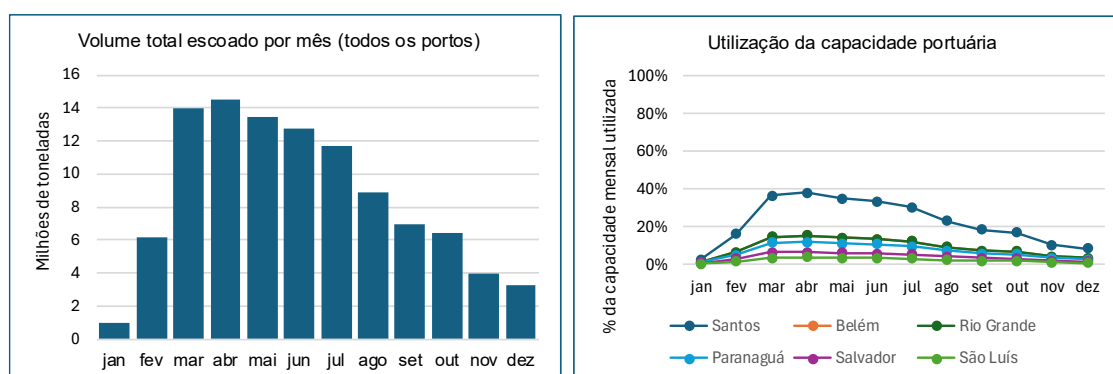


Figura 33 – Cenário 2035 – Base - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

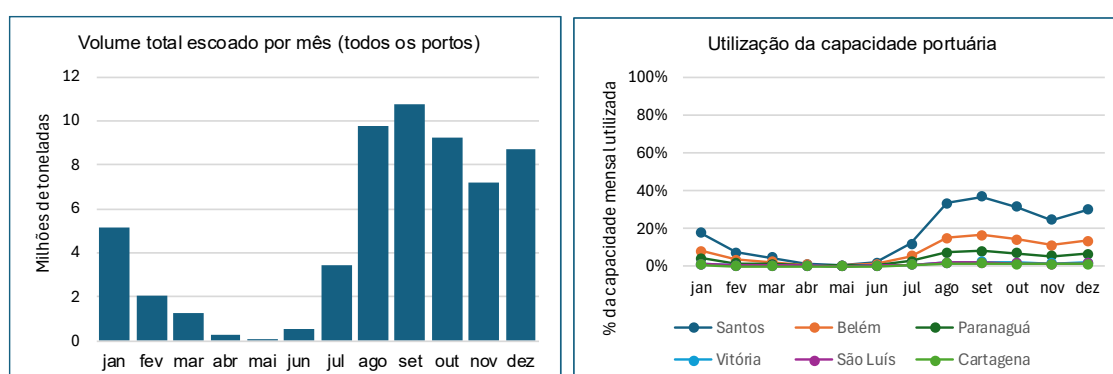


Figura 34 – Cenário 2035 - Base - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Amazônica

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.723,87 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.109,44 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,60 ante R\$ 757,32), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 26).

Tabela 26 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.723,87 km	12.109,44 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,60/t	R\$ 757,32/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 35) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

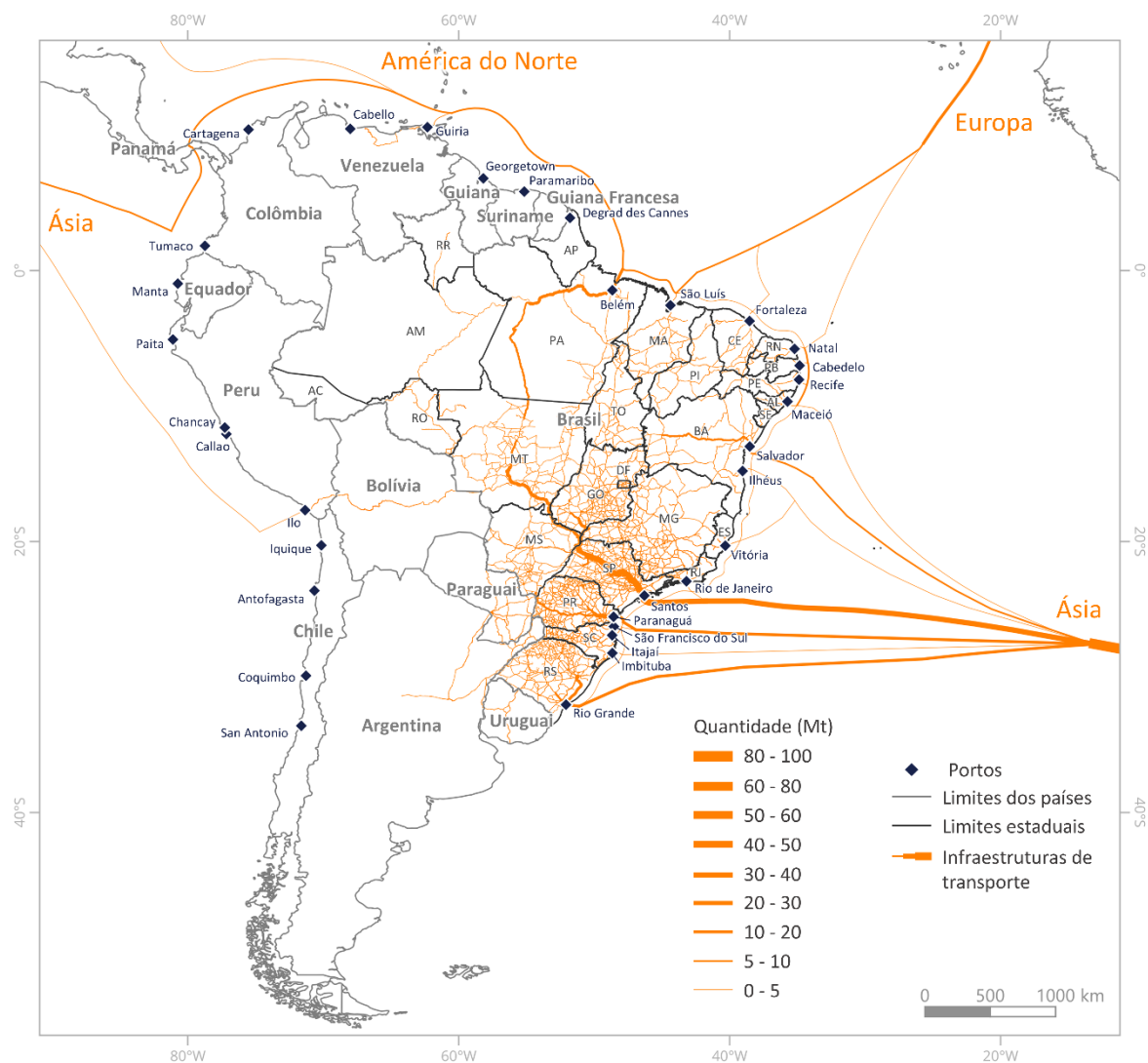


Figura 35 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 36) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

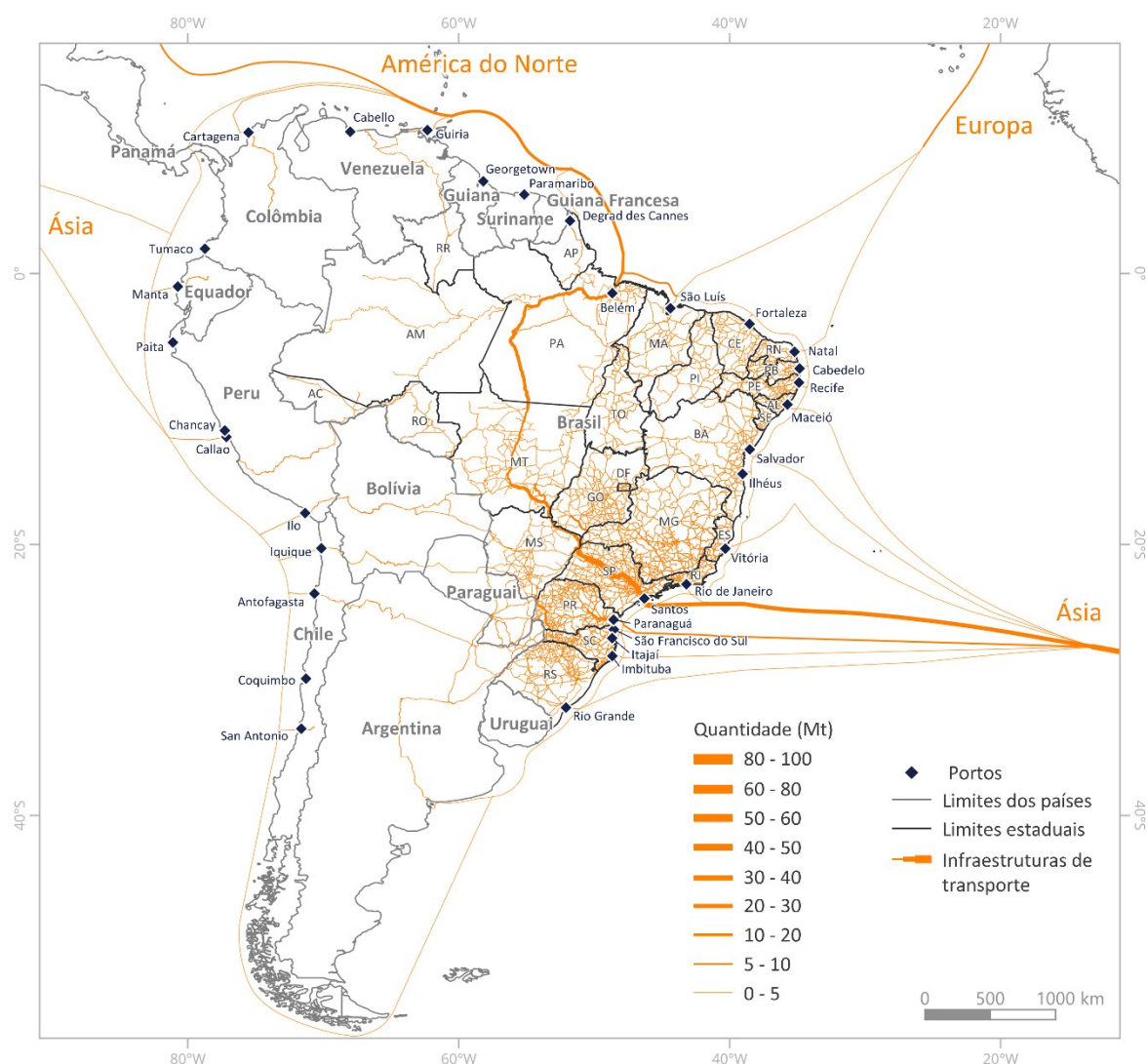


Figura 36 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 27) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 27 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,3	39,1%	683	29,9	51,3%	730
Belém	16,1	15,7%	860	13,6	23,3%	706

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	605	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	890	6,5	11,2%	818
Salvador	7,0	6,8%	656	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	523
Vitória	3,7	3,6%	694	1,7	3,0%	465
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demais portos	3,3	3,2%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,1% da soja e 51,3% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena (CO) aparece apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 28).

Tabela 28 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 37 e Figura 38) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

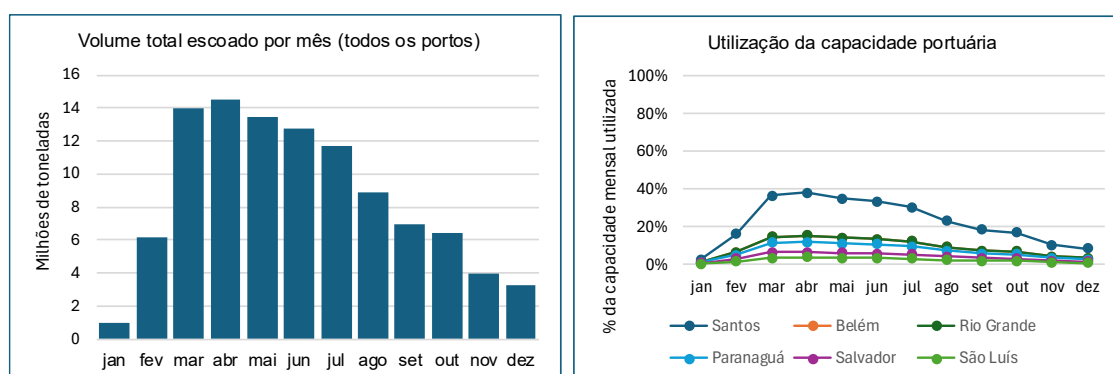


Figura 37 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

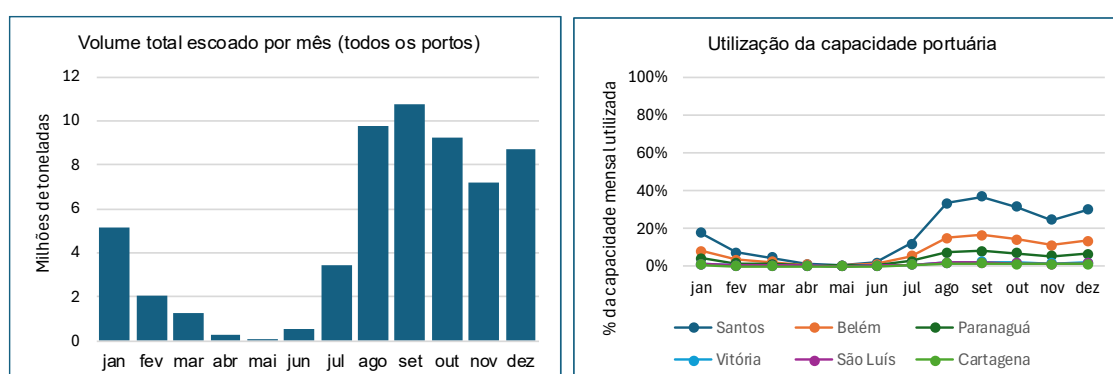


Figura 38 – 2035 Portos – Rota Amazônica - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 20 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.713,91 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.100,14 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 905,85 ante R\$ 754,97), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 29).

Tabela 29 - 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	20	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.713,91 km	12.100,14 km
Custo médio ponderado	R\$ 905,85/t	R\$ 754,97/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 39) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

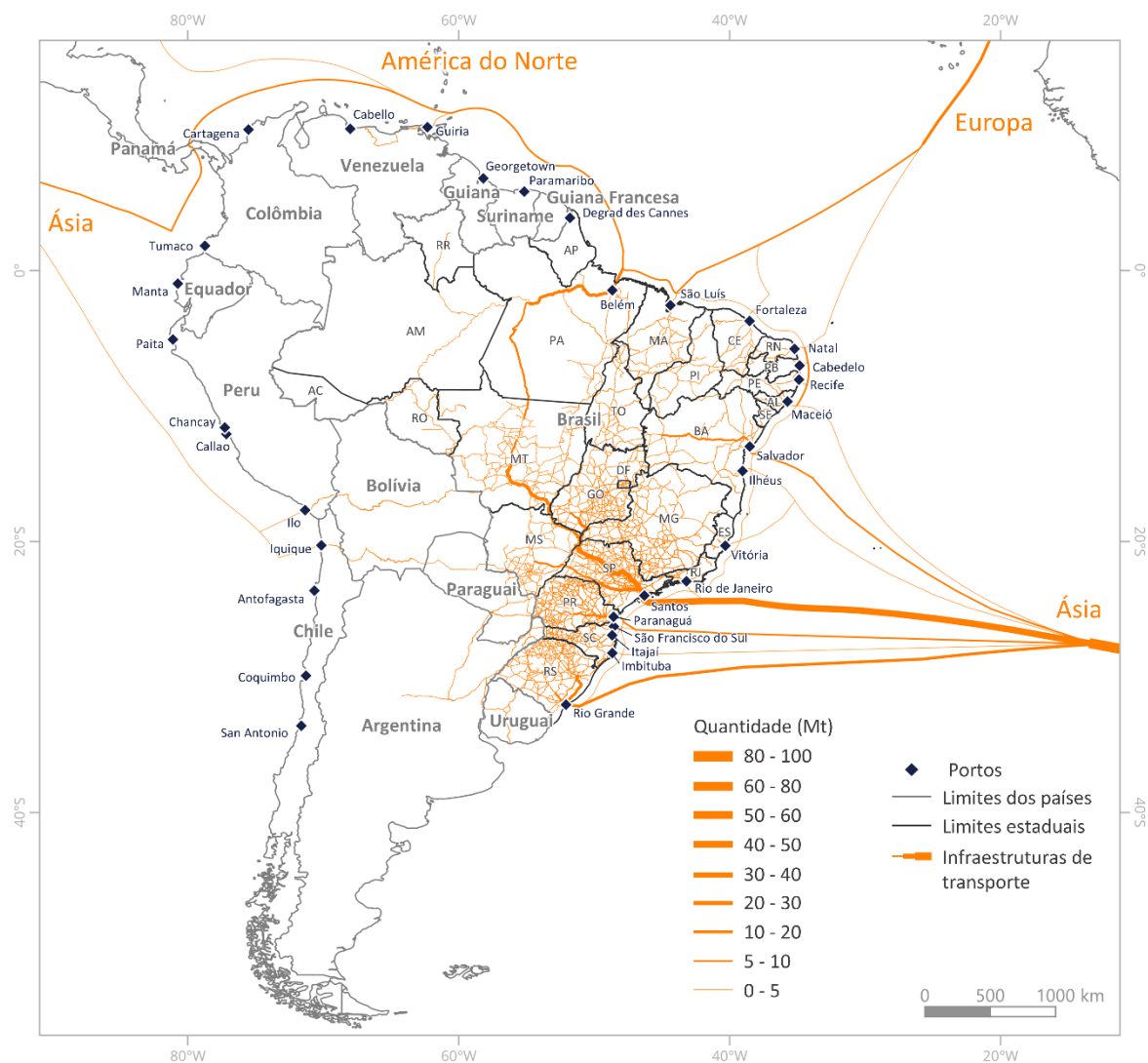


Figura 39 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 40) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

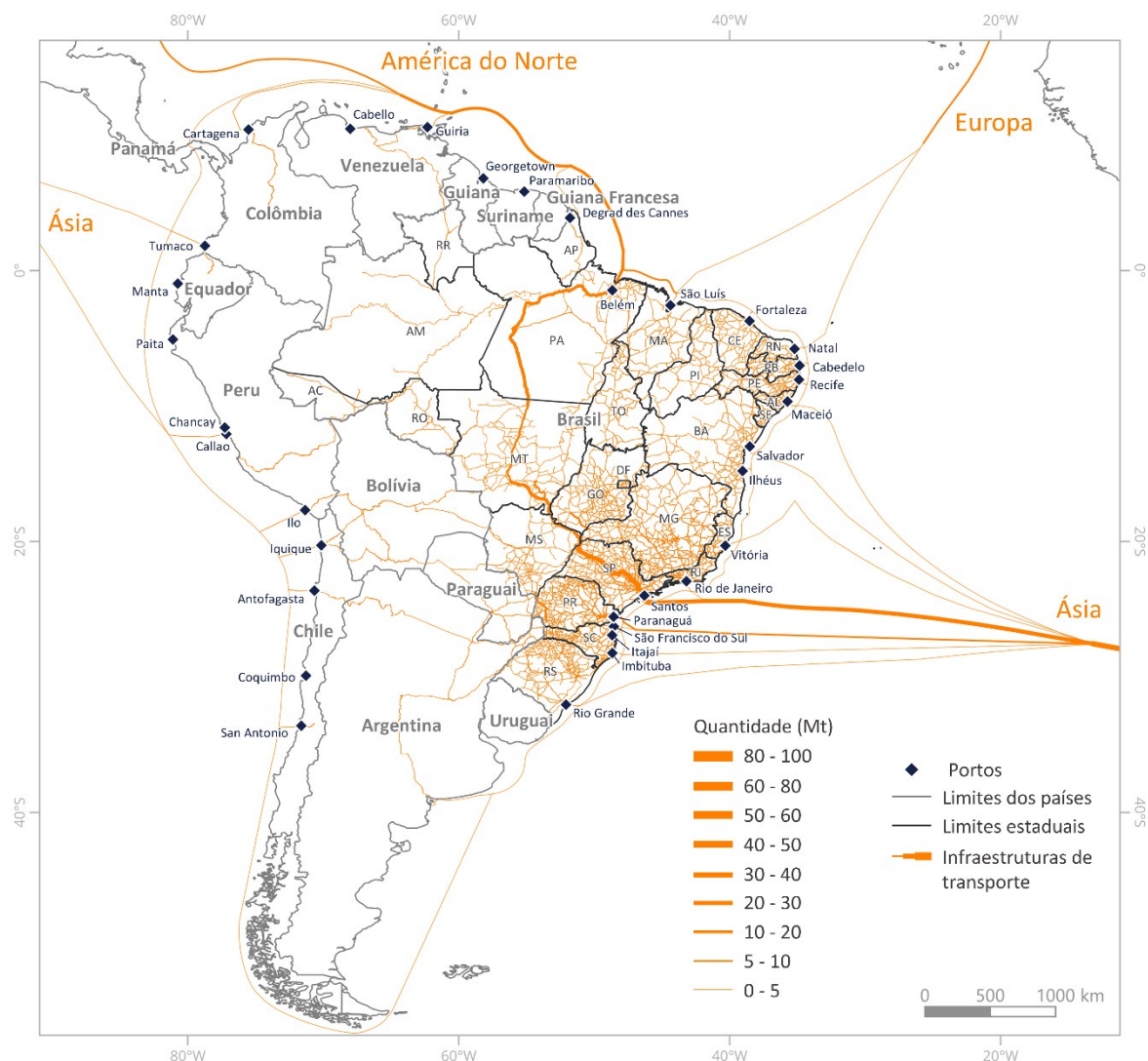


Figura 40 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 30) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 30 - 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	44,2	43,0%	554	30,5	52,1%	723
Belém	16,1	15,7%	853	13,6	23,2%	705

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	15,8	15,3%	822	0,9	1,5%	841
Paranaguá	8,8	8,5%	875	6,0	10,3%	788
Salvador	7,0	6,8%	636	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	770	1,4	2,4%	522
Vitória	3,7	3,6%	701	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demais portos	3,5	3,4%	—	3,4	5,7%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 43,0% da soja e 52,1% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena (CO) aparece apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 31).

Tabela 31 - 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,5%	0,9%	—	—
Iquique (CH)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,5%	0,8%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 41 e Figura 42) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

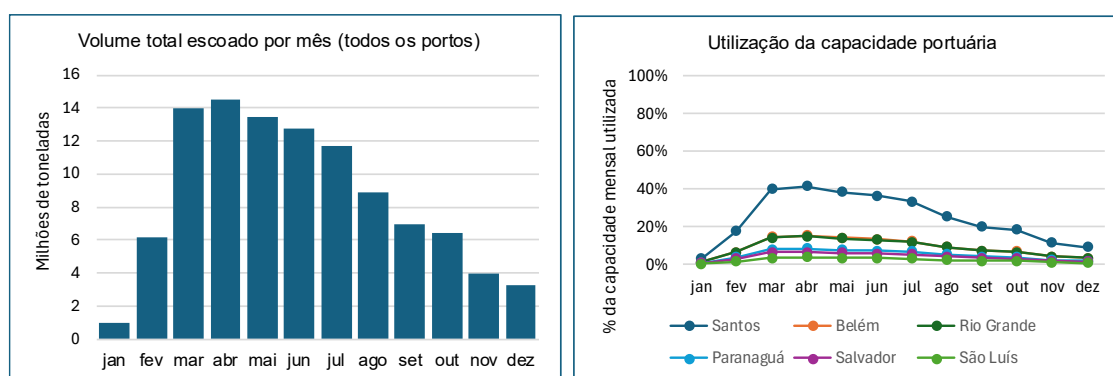


Figura 41 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

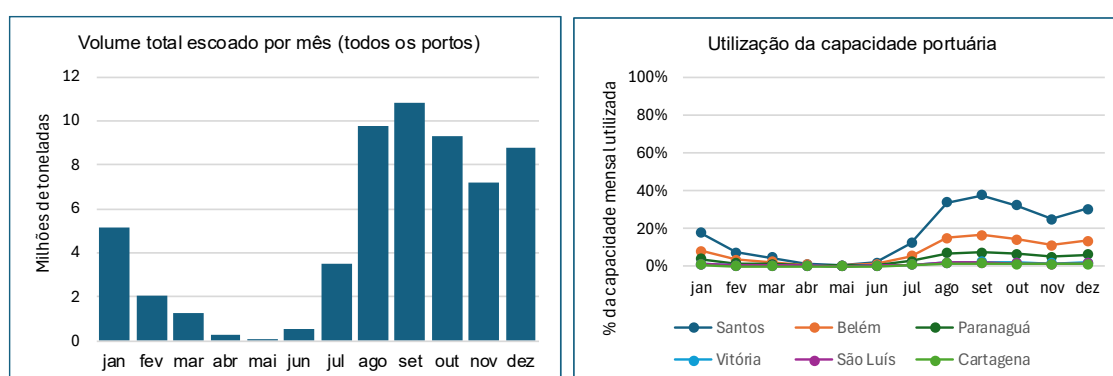


Figura 42 – 2035 – Portos – Rota de Capricórnio - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o

milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.712,54 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.107,41 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,34 ante R\$ 757,25), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 32).

Tabela 32 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo – Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.712,54 km	12.107,41 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,34/t	R\$ 757,25/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 43) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

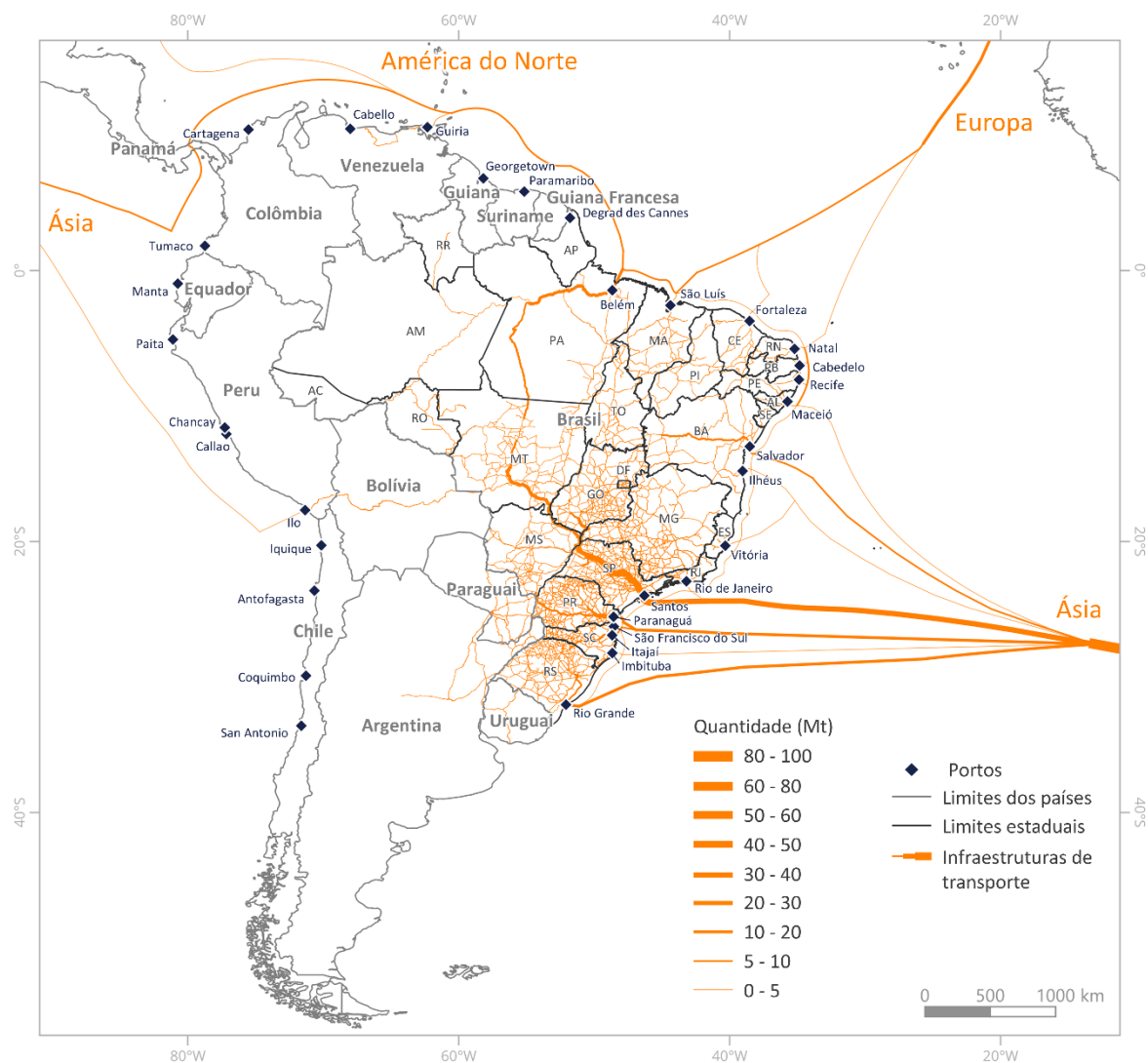


Figura 43 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 44) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

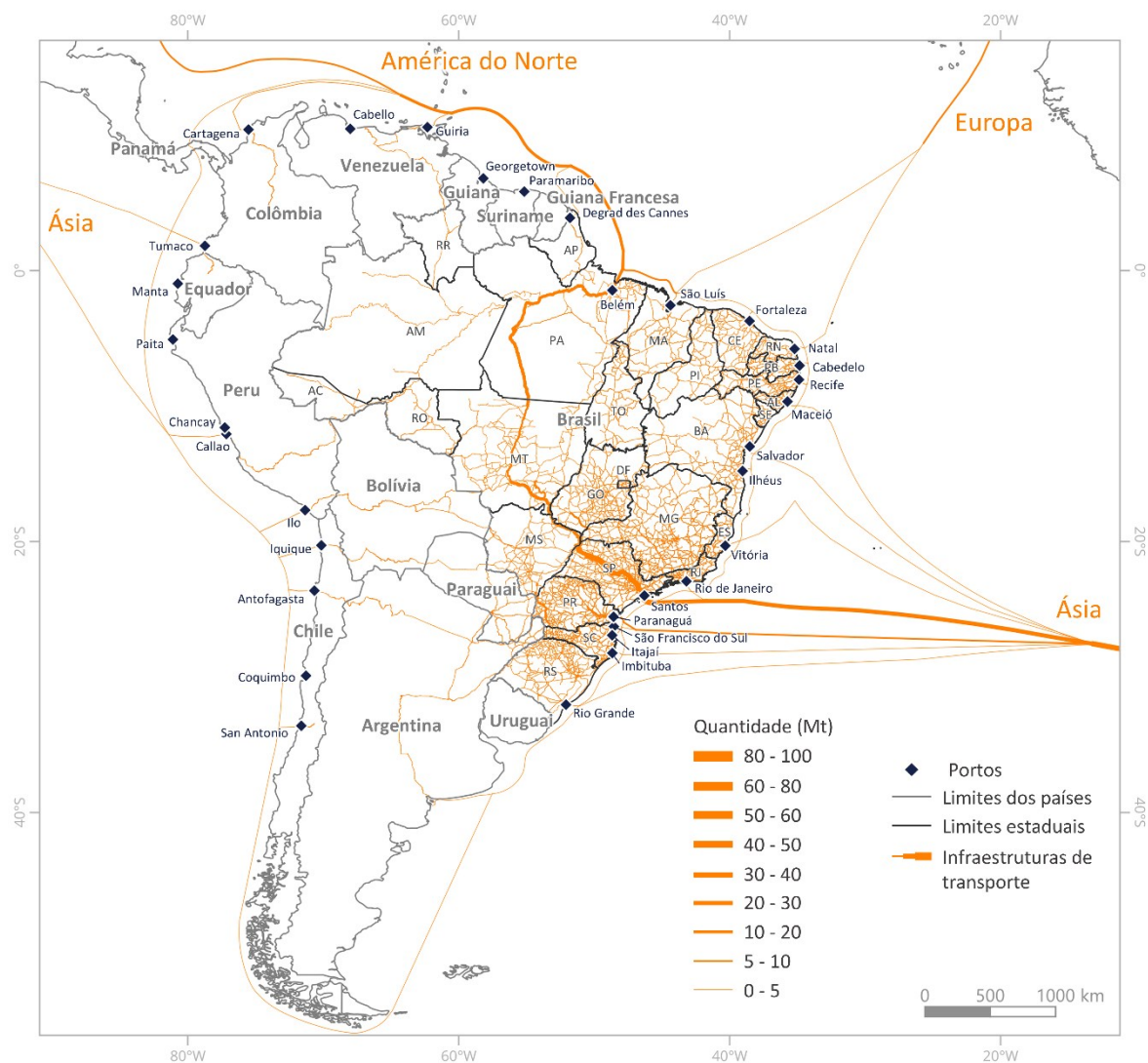


Figura 44 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 33) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 33 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,5	39,3%	547	29,9	51,3%	705

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Belém	16,1	15,7%	861	13,6	23,3%	707
Paranaguá	12,6	12,2%	894	6,5	11,2%	786
Rio Grande	11,1	10,8%	915	—	—	—
Salvador	7,0	6,8%	586	—	—	—
Itajaí	6,5	6,3%	548	0,9	1,5%	572
São Luís	3,8	3,7%	775	1,4	2,5%	525
Vitória	—	—	—	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demais portos	5,5	5,3%	—	3,1	5,4%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,3% da soja e 51,3% do milho. Rio Grande e Salvador aparecem apenas na malha da soja, enquanto Vitória e Cartagena (CO) aparecem apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 34).

Tabela 34 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,6%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Itajaí	15.000	3,6%	6,1%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 45 e Figura 46) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

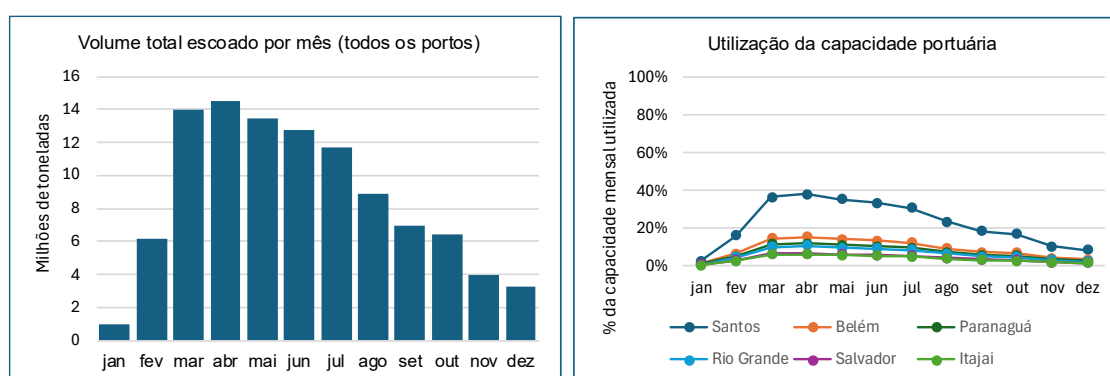


Figura 45 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

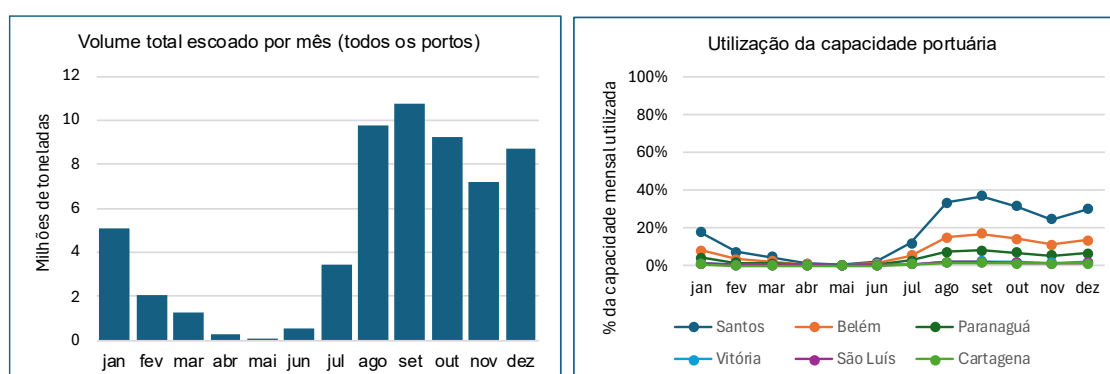


Figura 46 – 2035 – Portos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística do milho no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota da Ilha das Guianas

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.727,12 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.110,14 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 908,19 ante R\$ 756,49), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 35).

Tabela 35 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.727,12 km	12.110,14 km
Custo médio ponderado	R\$ 908,19/t	R\$ 756,49/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 47) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

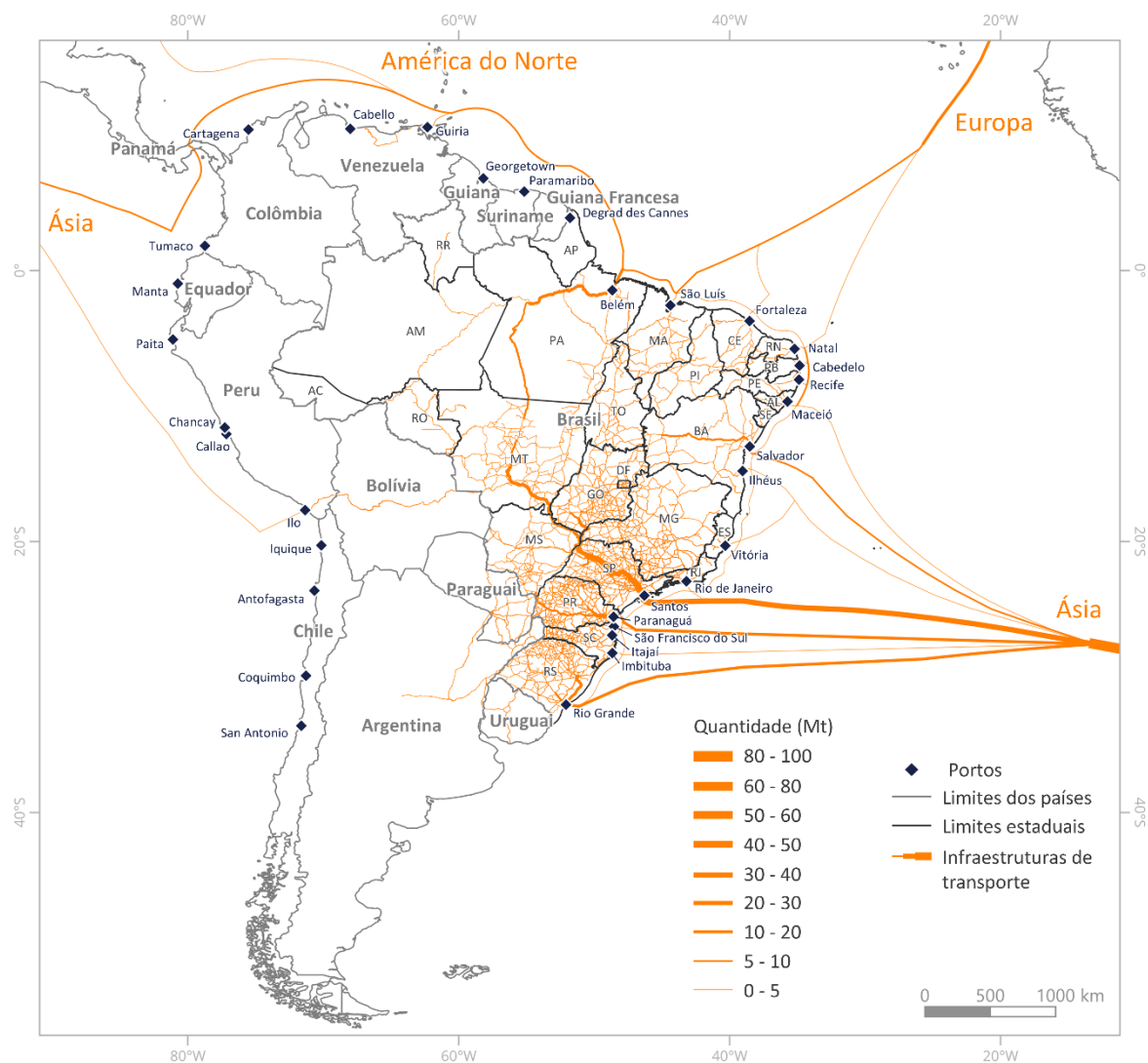


Figura 47 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 48) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

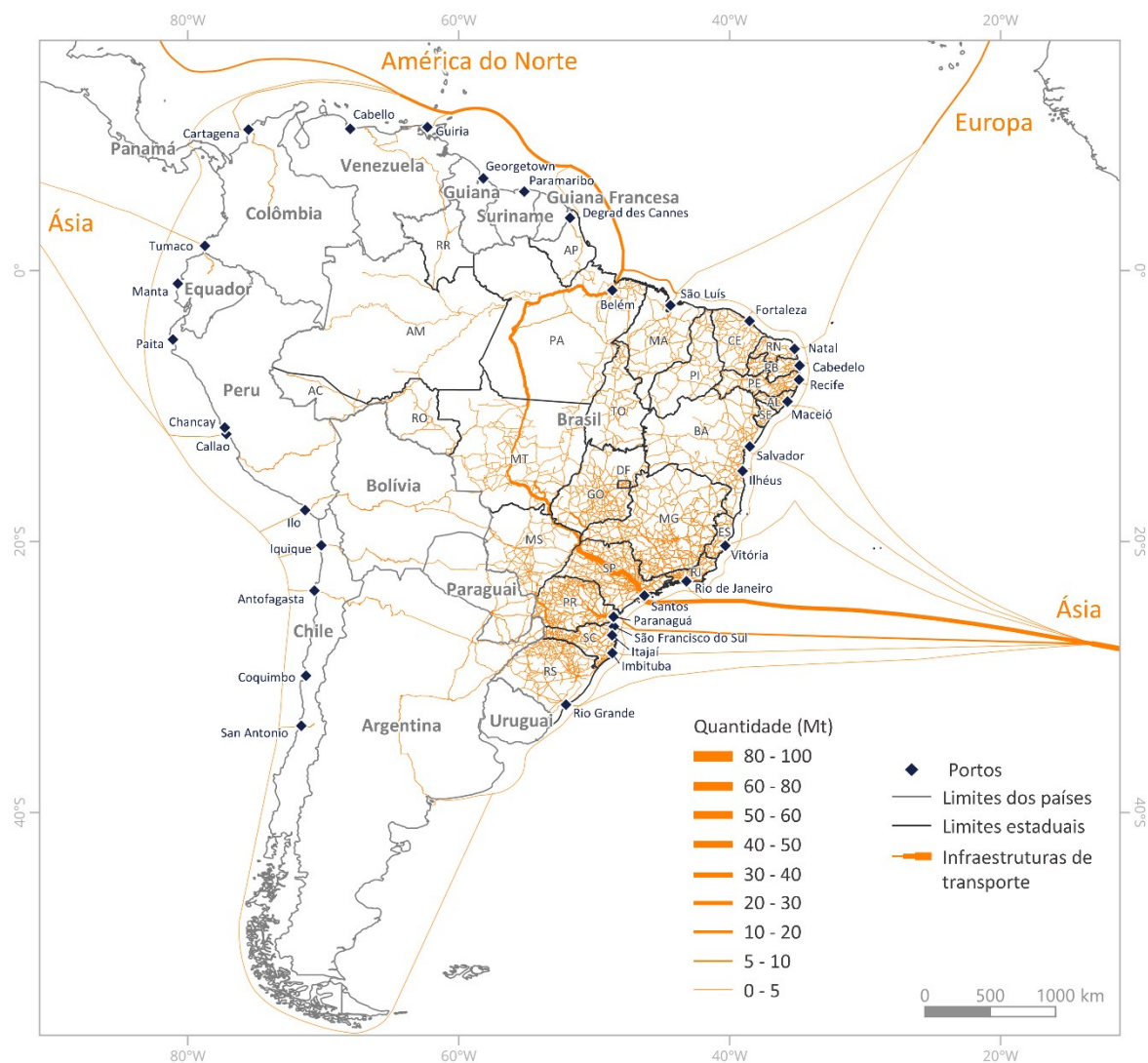


Figura 48 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 36) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 36 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,2	39,0%	685	29,9	51,3%	727
Belém	16,3	15,9%	855	13,6	23,3%	713

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	603	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	888	6,5	11,2%	817
Salvador	7,0	6,8%	651	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	521
Vitória	3,7	3,6%	697	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	805
Demais portos	3,2	3,1%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 39,0% da soja e 51,3% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena (CO) aparece apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 37).

Tabela 37 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	9,1%	15,4%	7,6%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 49 e Figura 50) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

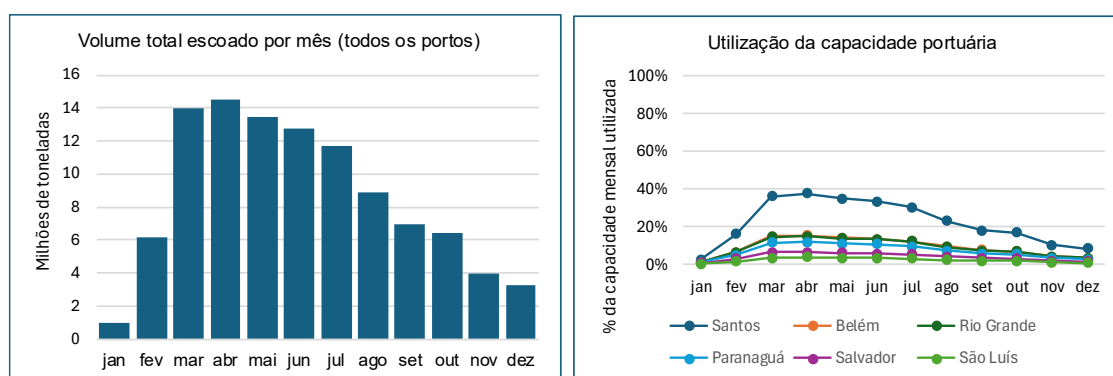


Figura 49 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

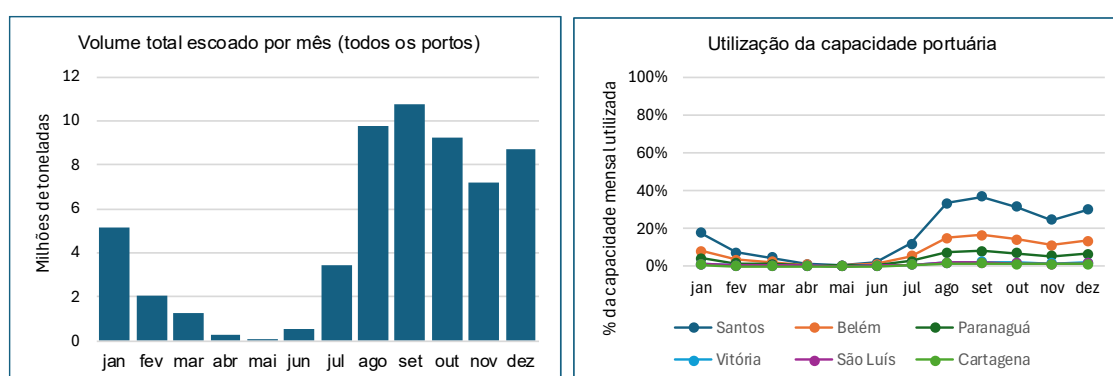


Figura 50 – 2035 – Portos – Rota das Guianas - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período – um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.636,25 km ponderados pela quantidade transportada, contra 11.969,00 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 903,61 ante R\$ 747,58), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 38).

Tabela 38 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.636,25 km	11.969,00 km
Custo médio ponderado	R\$ 903,61/t	R\$ 747,58/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 51) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

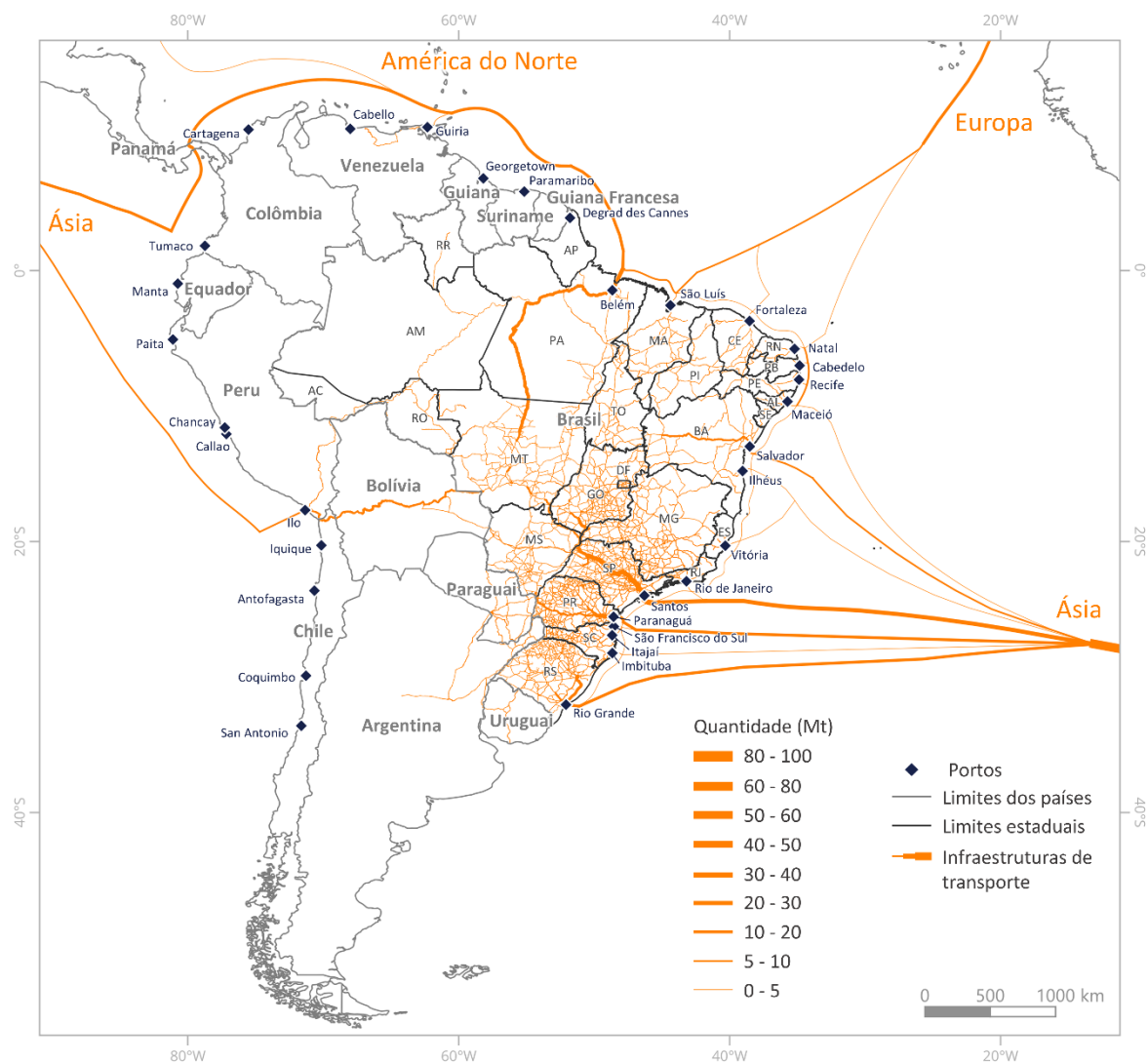


Figura 51 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 52) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

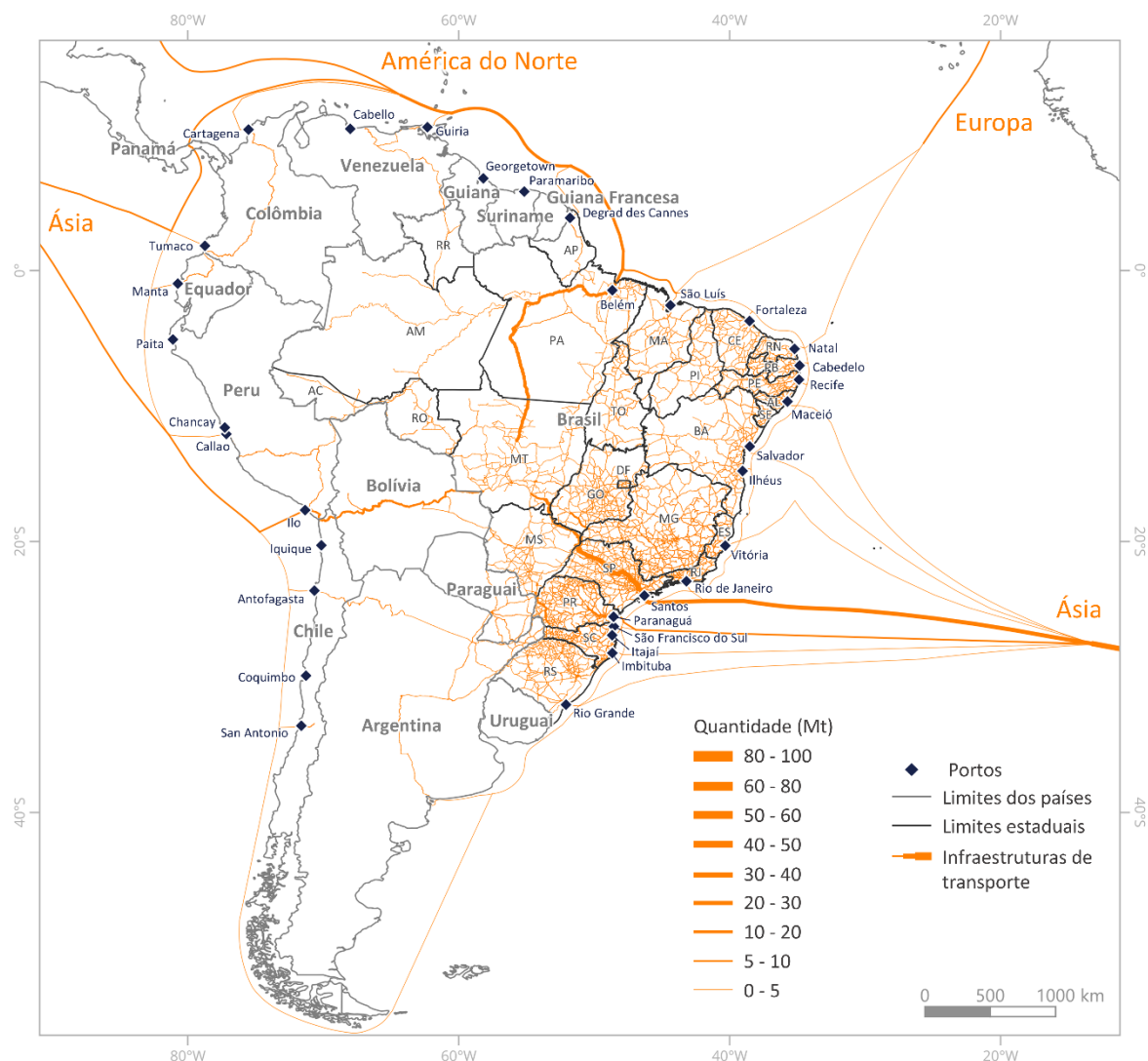


Figura 52 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 39) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 39 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	30,3	29,4%	652	22,3	38,3%	698

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Belém	20,6	20,0%	823	16,7	28,6%	685
Rio Grande	16,0	15,6%	612	—	—	—
Paranaguá	12,6	12,3%	889	6,4	11,0%	816
Salvador	7,0	6,8%	672	—	—	—
Ilo (PE)	5,8	5,6%	1.387	5,3	9,1%	1.331
São Luís	3,8	3,7%	785	1,4	2,5%	512
Vitória	—	—	—	1,7	2,8%	495
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	795
Demais portos	6,8	6,7%	—	3,5	6,0%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 29,4% da soja e 38,3% do milho. Rio Grande e Salvador aparecem apenas na malha da soja, enquanto Vitória e Cartagena (CO) aparecem apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 40).

Tabela 40 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	11,4%	19,4%	9,3%	20,5%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,1%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 53 e Figura 54) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

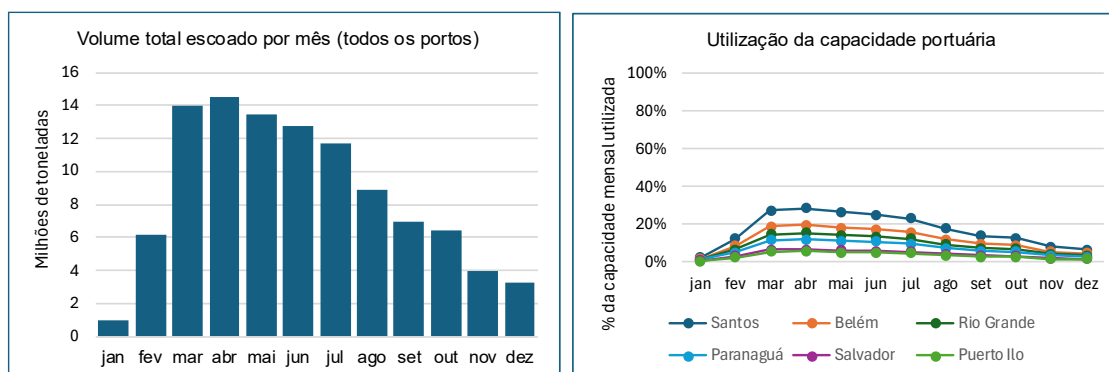


Figura 53 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

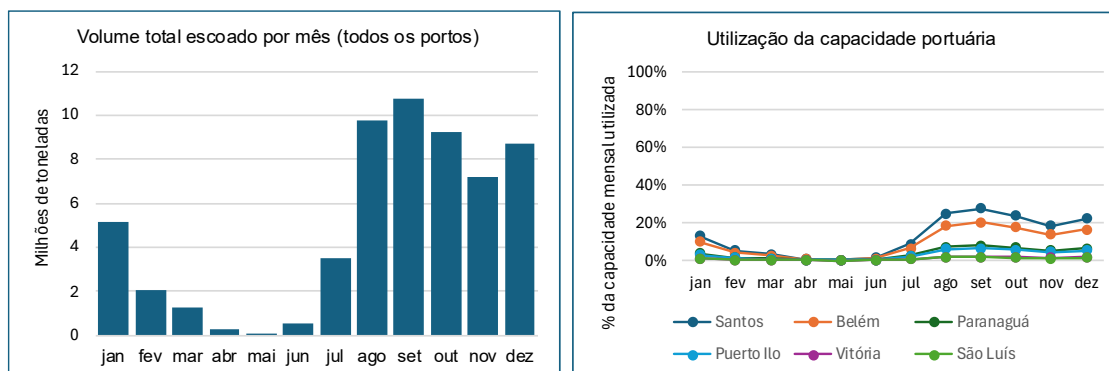


Figura 54 – 2035 – Portos – Rota Quadrante Rondon - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Relatório Consolidado – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 20 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 28 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.560,41 km ponderados pela quantidade transportada, contra 11.916,68 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 906,33 ante R\$ 755,03), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 41).

Tabela 41 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	20	28
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.560,41 km	11.916,68 km
Custo médio ponderado	R\$ 906,33/t	R\$ 755,03/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 55) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

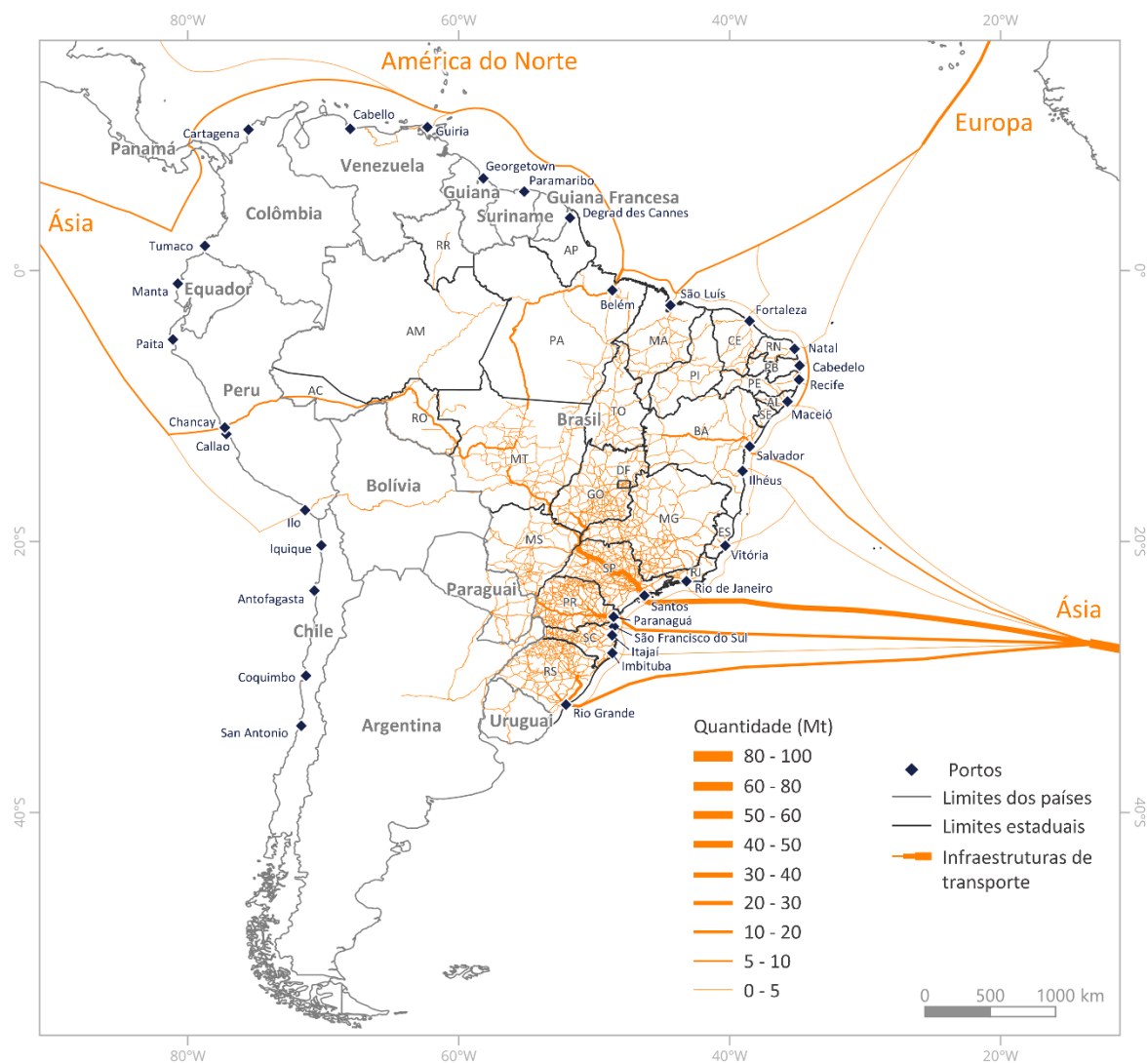


Figura 55 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 56) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

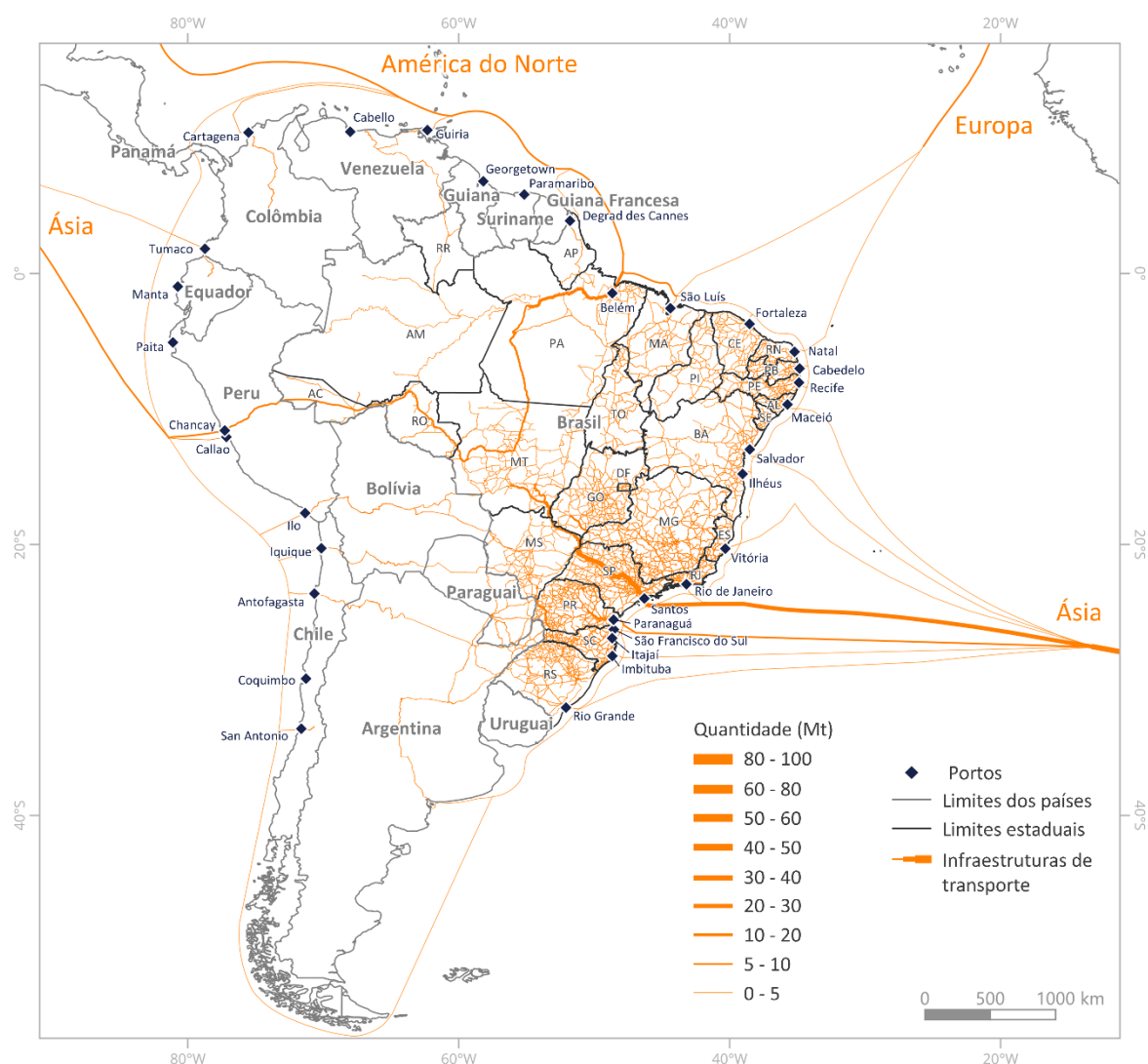


Figura 56 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 42) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 42 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	32,8	31,9%	663	25,9	44,4%	717

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	606	—	—	—
Belém	15,2	14,8%	820	11,6	19,9%	675
Paranaguá	12,7	12,3%	895	6,5	11,2%	814
Chancay (PE)	8,5	8,2%	1.393	6,4	10,9%	1.398
Salvador	7,0	6,8%	677	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	781	1,4	2,4%	523
Vitória	—	—	—	1,7	3,0%	465
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demais portos	6,9	6,7%	—	3,7	6,4%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles> concentra 31,9% da soja e 44,4% do milho. Rio Grande e Salvador aparecem apenas na malha da soja, enquanto Vitória e Cartagena (CO) aparecem apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 43).

Tabela 43 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	8,4%	14,3%	6,5%	14,2%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Chancay (PE)	15.000	4,7%	8,0%	3,5%	7,8%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,7%	1,2%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 57 e Figura 58) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

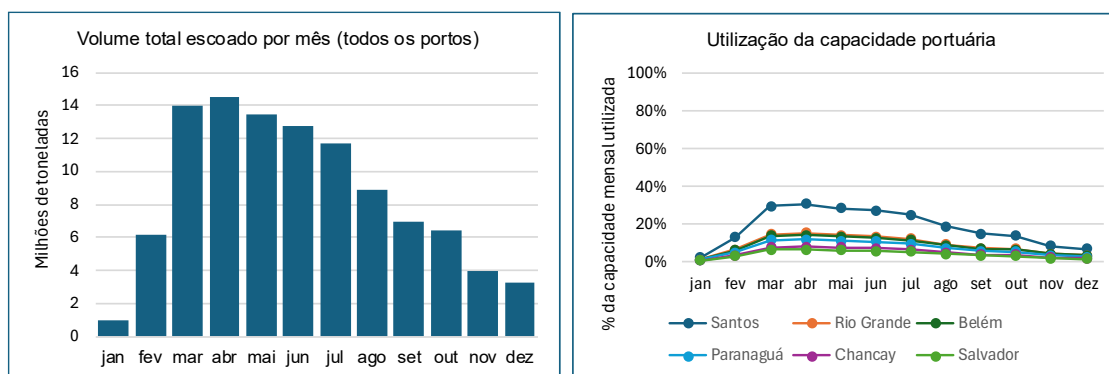


Figura 57 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

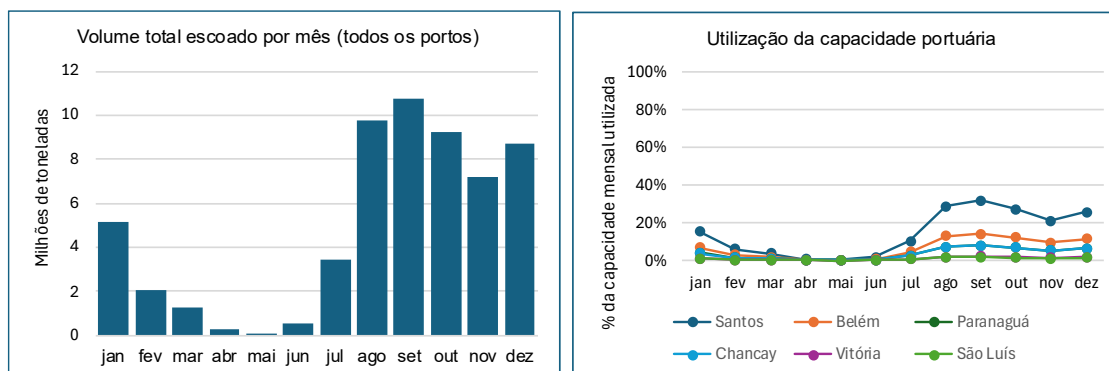


Figura 58 – 2035 – Portos – Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística do milho no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Cenário 2035 – Todos os investimentos

Este cenário pressupõe investimentos que elevam a capacidade de embarque de todos os portos a 15 milhões de toneladas mensais para cada produto além da implantação de todos os projetos ao Cenário Atual – Base.

Relatório Consolidado – Todos os investimentos implantados

1. Panorama Geral do escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 19 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 27 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.716,52 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.103,52 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 907,05 ante R\$ 753,32), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 44).

Tabela 44 - Todos os investimentos implantados - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	19	27
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.716,52 km	12.103,52 km
Custo médio ponderado	R\$ 907,05/t	R\$ 753,32/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 59) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

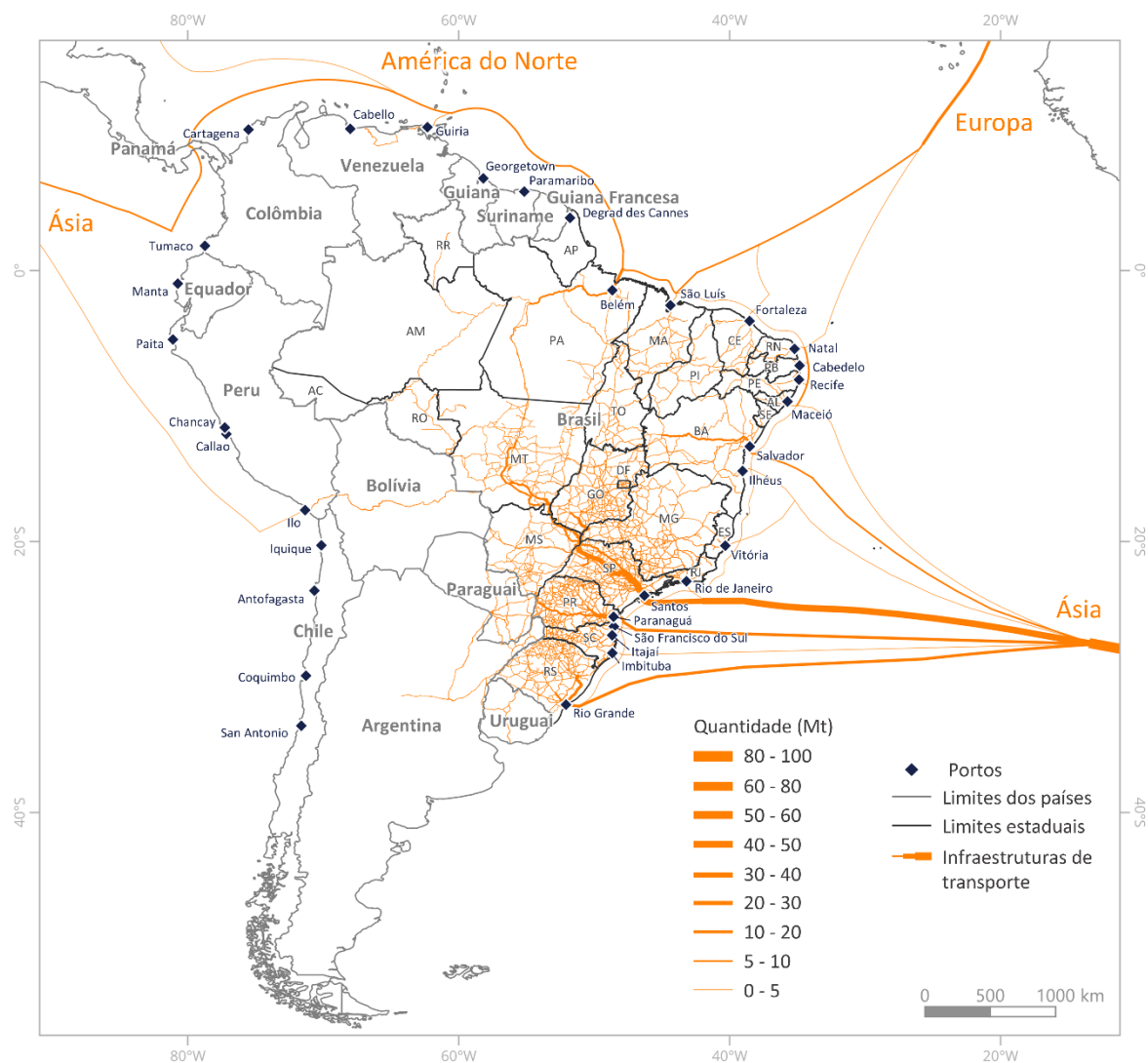


Figura 59 - Todos os investimentos implantados - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 60) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

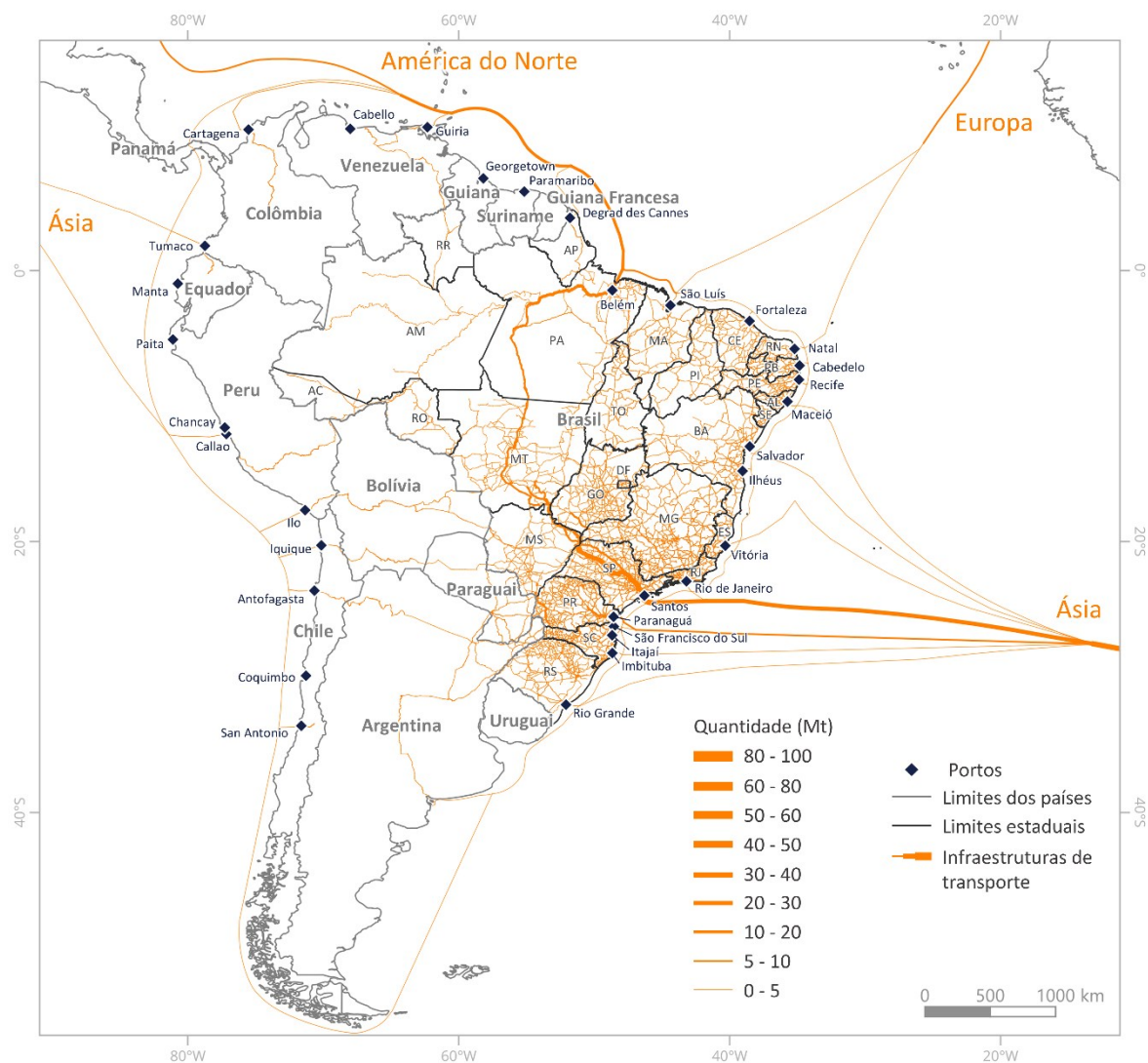


Figura 60 - Todos os investimentos implantados - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 45) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 45 - Todos os investimentos implantados - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	41,3	40,1%	681	30,6	52,4%	725
Rio Grande	16,0	15,6%	606	0,9	1,5%	843

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Belém	15,1	14,7%	847	13,1	22,5%	685
Paranaguá	12,8	12,4%	886	6,5	11,2%	815
Salvador	7,0	6,8%	649	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	769	1,4	2,5%	509
Vitória	3,7	3,6%	797	1,6	2,8%	521
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demais portos	3,3	3,2%	—	3,2	5,4%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 40,1% da soja e 52,4% do milho. Salvador aparece apenas na malha da soja, enquanto Cartagena (CO) aparece apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma, independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 46).

Tabela 46 - Todos os investimentos implantados - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	8,4%	14,2%	7,3%	16,0%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,7%	1,2%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 61 e Figura 62) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

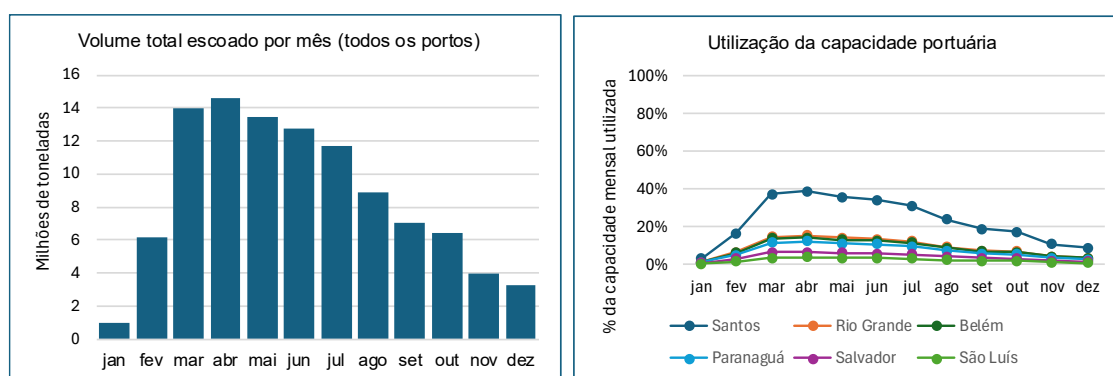


Figura 61 - Todos os investimentos implantados - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

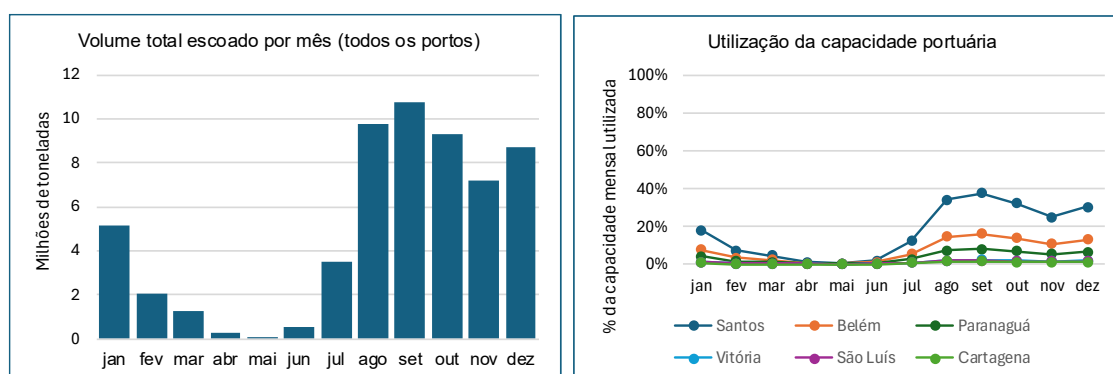


Figura 62 - Todos os investimentos implantados - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística da soja no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

Cenário 2035 – Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)

Este cenário pressupõe investimentos que elevam a capacidade de embarque de todos os portos a 15 milhões de toneladas mensais para cada produto além da implantação de todos os projetos, inclusive a Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) completa, ao Cenário Atual – Base.

Relatório Consolidado - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica)

1. Panorama Geral do Escoamento

A soja movimentou 142 milhões de toneladas no ciclo analisado, das quais 103 milhões de toneladas (73%) passaram por algum dos 20 portos mapeados. Já o milho movimentou 87 milhões de toneladas, das quais 58 milhões de toneladas (67%) seguiram por algum dos 28 portos de sua malha.

A soja percorre, em média, 15.656,31 km ponderados pela quantidade transportada, contra 12.010,24 km do milho, e custa proporcionalmente mais por tonelada (R\$ 905,65 ante R\$ 752,49), diferença que reflete o peso relativo de cada produto em rotas de exportação de longa distância (Tabela 47).

Tabela 47 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Painel geral comparativo entre soja e milho.

Indicador	Soja	Milho
Volume total transportado	142 Mt	87 Mt
Volume via portos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de portos mapeados	20	28
UF de origem líder	N/D	N/D
Distância média ponderada	15.656,31 km	12.010,24 km
Custo médio ponderado	R\$ 905,65/t	R\$ 752,49/t

2. Mapas das Rotas de Transporte

As malhas de soja e milho têm desenho, alcance geográfico e corredores órfãos distintos entre si. Por isso, cada produto é apresentado em seu próprio mapa, com a espessura das linhas indicando a intensidade de fluxo de cada trecho.

2.1 Soja

O mapa a seguir (Figura 63) mostra a malha de escoamento da soja, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

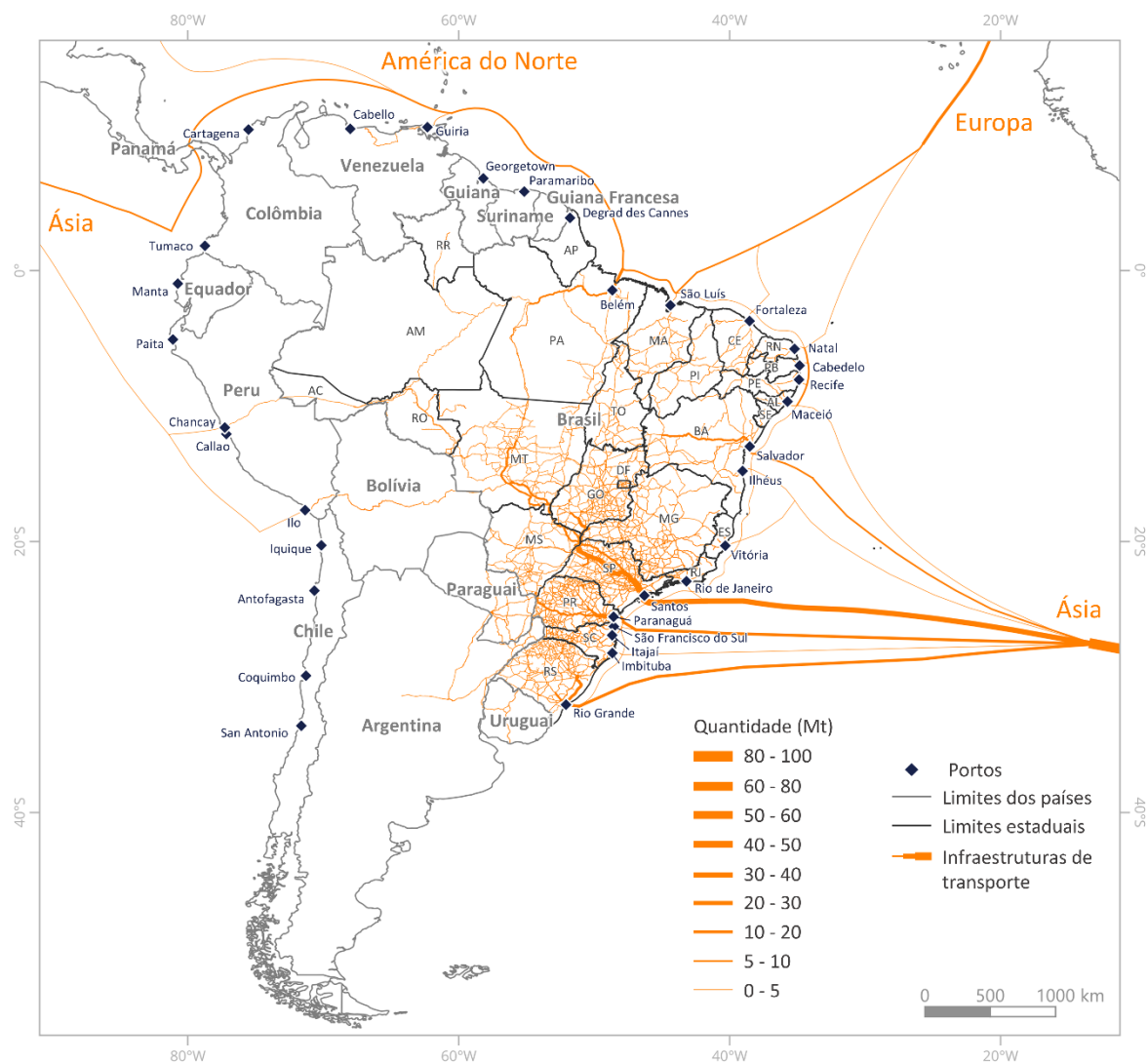


Figura 63 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de soja até os portos.

2.2 Milho

O mapa a seguir (Figura 64) mostra a malha de escoamento do milho, com a espessura das linhas proporcional à intensidade de fluxo de cada trecho.

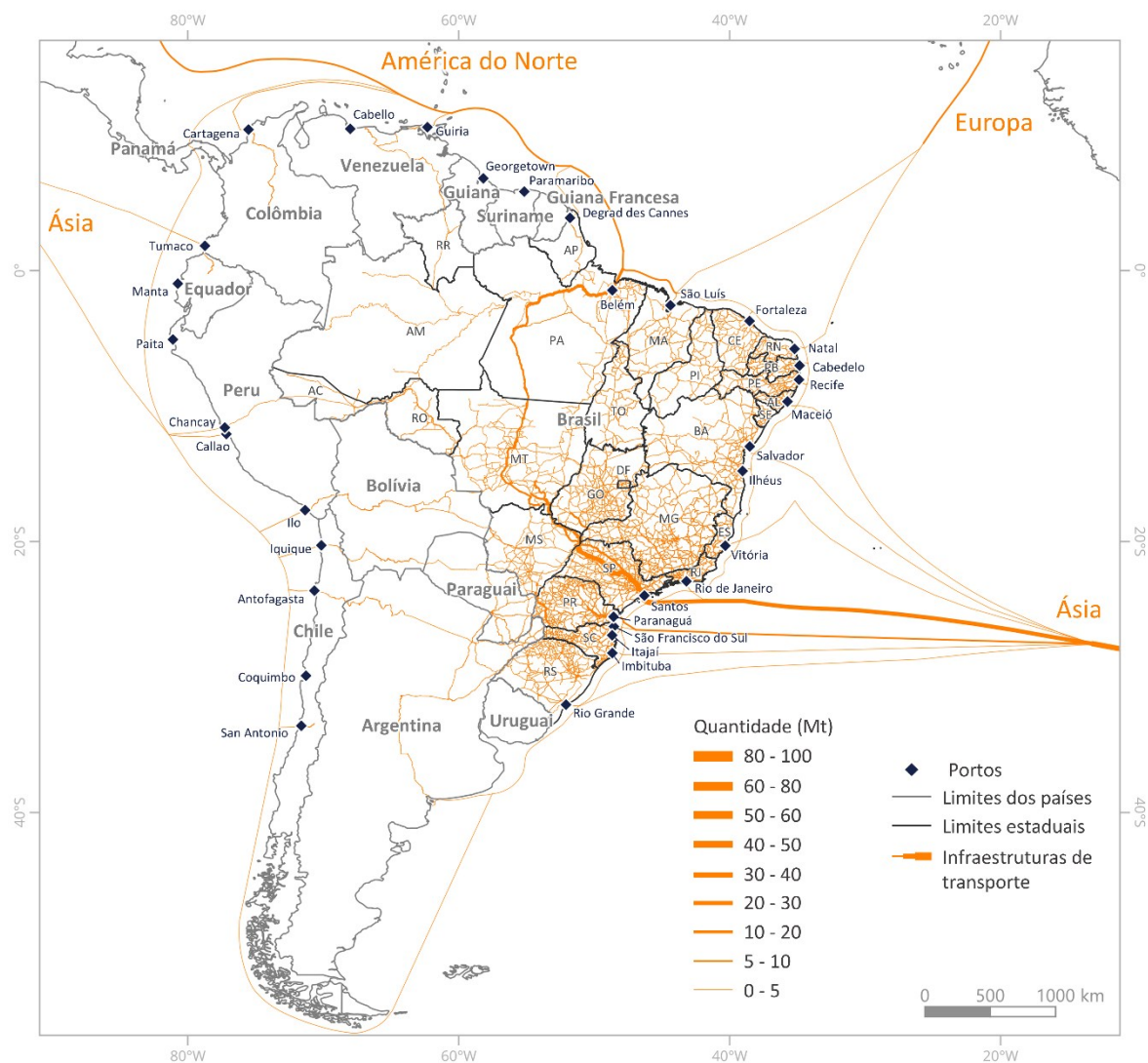


Figura 64 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Rotas de escoamento de milho até os portos.

2.3 Volume e custo por porto

A tabela a seguir (Tabela 48) reúne, para os principais portos de cada produto, o volume total movimentado no ano, a participação no total exportado pela malha portuária e o custo médio de transporte por tonelada, com soja e milho lado a lado. O símbolo “—” indica que o porto não aparece isoladamente na tabela de origem daquele produto, estando embutido no total de “Demais portos”.

Tabela 48 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume, participação e custo médio de transporte por porto, soja e milho.

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	39,9	38,7%	677	30,2	51,6%	716

Porto	Soja			Milho		
	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	602	—	—	—
Belém	14,2	13,7%	804	11,0	18,9%	660
Paranaguá	12,8	12,4%	887	6,6	11,2%	811
Salvador	7,0	6,7%	650	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,5%	509
Vitória	3,7	3,6%	792	1,6	2,8%	521
Chancay (PE)	—	—	—	2,7	4,6%	1.385
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demais portos	5,7	5,6%	—	3,8	6,6%	—

Santos lidera o escoamento dos dois produtos, mas com peso diferente entre eles: concentra 38,7% da soja e 51,6% do milho. Rio Grande e Salvador aparecem apenas na malha da soja, enquanto Chancay (PE) e Cartagena (CO) aparecem apenas na malha do milho.

3. Dinâmica Portuária e Capacidade de Embarque

A capacidade de embarque mensal de cada porto é, em geral, a mesma independentemente do produto. É a estrutura física do terminal que impõe o teto, não a cultura transportada. O que muda — e muda bastante — é a pressão que cada safra exerce sobre essa capacidade compartilhada (Tabela 49).

Tabela 49 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Capacidade instalada (compartilhada) e utilização mensal por porto e por produto.

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Belém	15.000	7,9%	13,3%	6,1%	13,5%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Chancay (PE)	15.000	1,4%	2,5%	1,5%	3,3%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%

Porto	Capacidade (mil t/mês)	Soja		Milho	
		Util. média	Util. máxima	Util. média	Util. máxima
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém e Cabedelo, dois dos maiores terminais em capacidade absoluta, mantêm folga relativa nos dois produtos e funcionam como válvulas de segurança do sistema.

4. Sazonalidade do Escoamento

Os gráficos abaixo (Figura 65 e Figura 66) mostram, para cada produto, o volume total escoado por mês em todos os portos (à esquerda) e a evolução da taxa de utilização da capacidade nos principais terminais ao longo do ano (à direita).

4.1 Soja

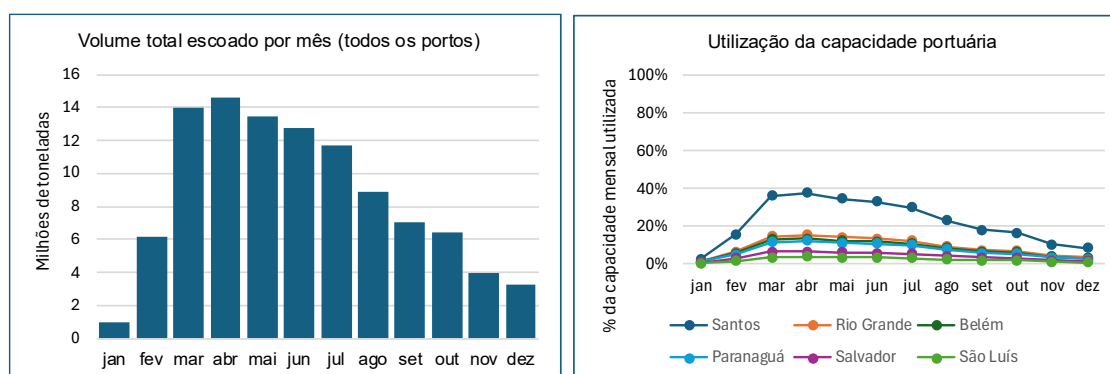


Figura 65 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de soja e utilização da capacidade dos principais portos.

4.2 Milho

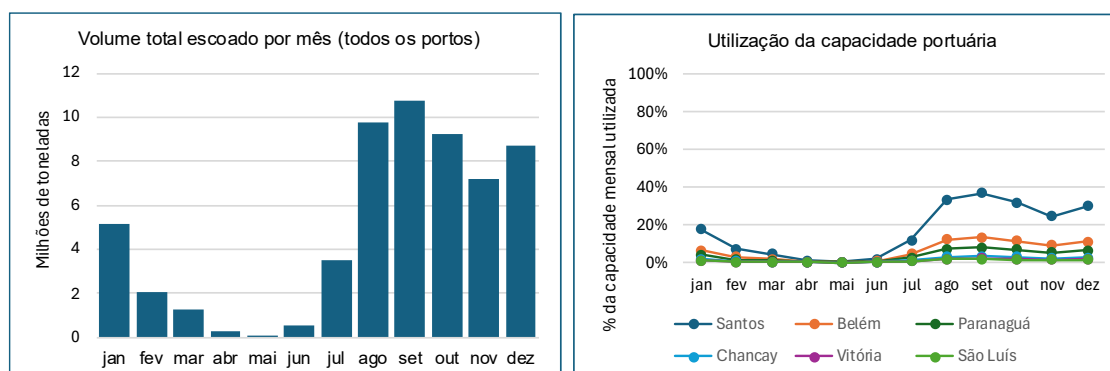


Figura 66 - Todos os investimentos e Ferrovia Transoceânica (Bioceânica) - Volume mensal total escoado de milho e utilização da capacidade dos principais portos.

Como os picos raramente coincidem entre os dois produtos, os mesmos portos costumam atender as duas culturas ao longo do ano sem que a pressão se acumule num único período — um dos maiores trunfos ocultos da infraestrutura atual, do ponto de vista de um planejador de rede.

5. Corredores Órfãos

Cada produto pode revelar, em sua malha, um corredor logístico que atravessa fronteiras internacionais sem estar associado a nenhum porto formalmente monitorado. Esses corredores diferem entre si, o que indica que a escolha de rotas alternativas responde à geografia específica de cada lavoura, não a um padrão único de escoamento.

A análise conjunta das rotas de transporte, do desenho geográfico da malha e da capacidade operacional dos portos permite uma leitura integrada da logística do milho no país. Os dados mostram uma cadeia concentrada em poucos grandes portos, com Santos exercendo papel central, e uma sazonalidade marcada que se traduz em picos de ocupação portuária ao longo do ano. A presença de corredores órfãos identificados na base geoespacial reforça a relevância de um monitoramento contínuo das rotas alternativas, tanto por seu potencial logístico quanto pelos impactos socioambientais associados à sua eventual expansão. Esse conjunto de observações pode servir de base para discussões futuras sobre investimento em infraestrutura multimodal e sobre o planejamento sazonal da operação portuária.

6. Considerações Finais

A leitura conjunta das tabelas e dos mapas de soja e milho permite identificar em que medida os dois produtos compartilham a mesma infraestrutura portuária e em que pontos cada um pressiona a rede de forma distinta. Portos que aparecem com alta utilização em ambos os produtos merecem prioridade de investimento por concentrarem risco operacional durante praticamente todo o ano. Já portos com utilização elevada em apenas um dos dois produtos indicam terminais mais dedicados a uma única safra, com folga relativa fora da respectiva janela de pico. Os corredores órfãos, quando presentes, merecem acompanhamento contínuo à medida que a infraestrutura regional avança, tanto pelo potencial de aliviar os terminais tradicionais quanto pelos impactos socioambientais que sua eventual consolidação pode trazer.

8 Síntese comparativa dos cenários

Foram preparados três relatórios consolidados, comparando os cenários. Este é um estudo preliminar, ainda em andamento, que acompanha as mudanças no sistema logístico continental.

8.1 Comparação dos oito cenários sobre a base atual

Análise consolidada de oito cenários de infraestrutura logística. Os sete cenários alternativos são avaliados em relação ao cenário Atual, tomado como linha de base, com ênfase na redução de distância e de custo médio ponderado por tonelada transportada.

Sumário Executivo

Este relatório avalia oito cenários de infraestrutura logística para o escoamento de soja e milho do Brasil: Atual, Amazônica, Antofagasta, Capricórnio, Coquimbo, Guianas, Rondon e Transoceânica. O cenário Atual corresponde à fotografia da infraestrutura hoje implantada e funciona como referência contra a qual todos os demais cenários são medidos. Os outros sete representam alternativas propostas com o objetivo de ampliar a rede de escoamento, aliviar a carga sobre os portos mais congestionados e, idealmente, reduzir a distância e o custo médio de transporte por tonelada.

O indicador central de avaliação é o custo médio ponderado por tonelada, que incorpora tanto o percurso terrestre até o porto quanto a distância marítima até o mercado de destino. A distância média ponderada segue a mesma lógica: quanto mais longa a rota total, maior o custo de frete e maior a emissão de gases de efeito estufa por tonelada embarcada. Reduzir esses dois indicadores é o teste definitivo de qualquer proposta de melhoria logística.

A conclusão central da análise é direta e indica que seis dos sete cenários alternativos não produzem nenhuma melhora mensurável em distância ou custo em relação ao Atual. As variações observadas são inferiores a 0,5%, dentro da margem de flutuação natural dos dados de roteamento, e não representam ganhos reais de eficiência logística.

O cenário Rondon apresenta uma melhora modesta no custo do milho (-1,0%), porém ao preço de saturar completamente o porto de Belém, em razão da presença da ferrovia Ferrogrão no projeto. O único cenário que produz um ganho

expressivo e estrutural é o Transoceânica, que reduz a distância média da soja em 23% e o custo em 17%, mas depende de infraestrutura ferroviária ainda não implantada.

Os cenários intermediários têm valor analítico distinto. A cartografia progressiva de corredores logísticos alternativos ainda não monitorados formalmente, como o corredor uruguaio da soja, o corredor bioceânico até Antofagasta, o acesso à Guiana Francesa e o Interoceânico Sul, via Bolívia, até o porto peruano de Ilo, revela que a malha logística continental é mais densa e mais diversificada do que os dados oficiais capturam. Esses corredores ainda não alteram os indicadores médios, mas apontam as direções onde o crescimento de fluxo poderá ocorrer à medida que a infraestrutura regional avança.

O cenário Atual como linha de base

No cenário Atual, a soja percorre, em média, 15.734 km desde a origem até o porto de destino, a um custo médio ponderado de R\$ 908,93 por tonelada. O milho percorre 12.143 km a R\$ 757,79/t — distância e custo menores porque o cereal, colhido como safrinha no segundo semestre, utiliza uma janela de embarque em que as rotas mais curtas ficam mais acessíveis e os portos do Arco Norte operam com maior folga relativa.

Santos é o terminal dominante, concentra 39,7% da soja e 52,5% do milho escoados por porto. Belém, o segundo maior terminal, responde por 16,3% da soja e 25,6% do milho, e já opera a 83,9% da capacidade no pico da soja e a 93,7% no pico do milho, valores que colocam o porto permanentemente na zona de risco operacional. Rio Grande completa o quadro de portos pressionados, atingindo 92,8% de utilização no pico da soja. Salvador chega a 100% em determinados meses, mas seu volume absoluto é pequeno e seu papel na rede é marginal. Nenhum corredor logístico internacional além dos terminais formalmente catalogados é identificado.

Esse quadro (Tabela 50) define o problema central que os cenários alternativos tentam resolver. Belém e Rio Grande operam próximos do limite, a dependência de Santos cria fragilidade sistêmica, e não há rotas alternativas identificadas capazes de redistribuir o fluxo e reduzir o custo médio de transporte. Os sete cenários a seguir são avaliados à luz desse ponto de partida.

Tabela 50 - Painel comparativo consolidado: 8 cenários × indicadores-chave.

INDICADOR	Atual	Amazônica	Antofagasta	Capricórnio	Coquimbo	Guianas	Rondon	Transoceânica
PANORAMA GERAL — DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO								
Cenário	Infra. atual (base)	Atual + portos internac. milho	Atual + Ligação Antofagasta	Atual — maior conc. Santos	Atual — distrib. equilibrada	Atual + corredor Guiana Francesa	Arco Norte ampliado	Ferrovia Transoceânica
Dist. média — Soja (km)	15.734	15.734	15.734	15.726	15.735	15.738	15.739	12.094
Dist. média — Milho (km)	12.143	12.143	12.143	12.137	12.143	12.144	12.141	12.141
Custo médio — Soja (R\$/t)	908,93	908,93	908,93	906,15	908,76	908,51	905,04	756,91
Custo médio — Milho (R\$/t)	757,79	757,79	757,79	755,43	757,73	756,93	750,04	750,04
Nº portos — Soja	14	14	14	14	14	14	14	16
Nº portos — Milho	N/D	18	18	18	18	18	18	19
PORTO DE SANTOS								
Participação — Soja	39,7%	39,7%	39,7%	43,4%	39,9%	39,5%	35,1%	38,7%
Custo médio — Soja (R\$/t)	577	577	577	530	496	577	570	670
Util. máxima — Soja	81,3%	81,2%	81,4%	88,7%	81,6%	80,8%	73,1%	80,5%
Participação — Milho	52,5%	52,5%	52,5%	53,3%	52,7%	52,5%	46,7%	52,2%
Custo médio — Milho (R\$/t)	631	631	631	627	613	631	638	649
Util. máxima — Milho	78,9%	78,9%	78,9%	80,3%	78,9%	78,8%	76,1%	78,8%
PORTO DE BELÉM (ARCO NORTE)								
Participação — Soja	16,3%	16,3%	16,3%	16,3%	16,3%	16,5%	20,8%	15,6%
Custo médio — Soja (R\$/t)	860	861	862	855	861	861	869	827
Util. máxima — Soja	83,9%	83,9%	83,9%	83,9%	83,9%	84,9%	100%	80,9%
Participação — Milho	25,6%	25,6%	25,6%	25,6%	25,7%	25,7%	31,2%	23,5%
Custo médio — Milho (R\$/t)	631	631	631	629	629	629	621	603
Util. máxima — Milho	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,9%	100%	88,8%
RIO GRANDE E PARANAGUÁ								
Rio Grande — util. máx. soja	92,8%	92,8%	92,5%	90,8%	90,6%	92,8%	92,7%	92,8%
Paranaguá — participação soja	13,0%	13,1%	13,0%	9,2%	13,1%	13,1%	13,1%	13,1%
CORREDORES ÓRFÃOS E PORTO MAIS CRÍTICO								
Corredor não catalogado — Soja	—	Uruguai ~45 mil t (1ª id.)	—	Uruguai ~45 mil t (2ª)	Uruguai ~45 mil t (3ª)	Uruguai ~45 mil t (4ª)	Uruguai ~45 mil t (5ª)	Uruguai ~45 mil t (5ª)
Corredor não catalogado — Milho	—	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~1.200 t	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~450 t + Guiana Francesa	Antofagasta + Guiana + Bolívia → Ilo ~12 mil t	Antofagasta + Guiana + Bolívia; Callao ~970 mil t; Chancay ~260 mil t

INDICADOR	Atual	Amazônica	Antofagasta	Capricórnio	Coquimbo	Guianas	Rondon	Transoceânica
PANORAMA GERAL – DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO								
Porto(s) mais crítico(s)	Belém 93,7% milho	Belém 93,7% milho	Belém 93,7% milho	Belém 93,7% milho Santos 88,7% soja	Belém 93,7% milho	Belém 93,9% milho	Belém 100% soja e milho	Chancay 100% soja e milho

Comparação dos Cenários com o Atual

Esta seção avalia cada um dos sete cenários alternativos em relação ao Atual, utilizado como linha de base. Para cada cenário, são examinados os efeitos sobre a distância e o custo médio ponderado de transporte, os dois indicadores centrais de eficiência logística, a redistribuição de fluxo entre os terminais, a pressão sobre a capacidade instalada e os corredores alternativos identificados. A análise registra com objetividade quando um cenário não apresenta melhoras, quando produz ganhos marginais e quando representa uma mudança estrutural real.

Cenário Amazônica — Ampliação do mapeamento sem ganho de eficiência

O cenário Amazônica mantém os mesmos indicadores de distância e custo do cenário Atual: a soja percorre 15.734 km a R\$ 908,93/t e o milho percorre 12.143 km a R\$ 757,79/t. A diferença para zero é, na prática, nula: não há nenhuma melhora nos dois indicadores centrais que motivam a busca por cenários alternativos. A distribuição de fluxo entre os portos é igualmente idêntica: Santos com 39,7% da soja e 52,5% do milho, Belém com 16,3% e 25,6% e Paranaguá com 13,1%. Os níveis de utilização dos terminais também não se alteram: Belém continua a atingir 83,9% no pico da soja e 93,7% no pico do milho.

O que o cenário Amazônica acrescenta não está nos indicadores de eficiência, mas na completude do mapeamento. Ele é a primeira versão a incorporar formalmente os quatro terminais internacionais que já recebem milho brasileiro: Cartagena, na Colômbia, Callao, no Peru, San Antonio, no Chile e Bahía Blanca, na Argentina. Esses quatro portos respondem, juntos, por apenas 0,4% do volume de milho escoado por porto, volume marginal demais para alterar os indicadores médios, mas sua presença confirma que a malha logística do milho já atravessa fronteiras internacionais de forma regular. Além disso, o cenário identifica, pela primeira vez, dois corredores órfãos: o corredor de soja que parte do extremo sul do Rio Grande do Sul em direção a portos uruguaios, com aproximadamente 45 mil toneladas anuais, e o corredor terrestre de milho que atravessa o Paraguai e o norte da Argentina até a costa chilena próxima a Antofagasta, com cerca de 450 toneladas. Esses achados têm valor informacional relevante para o planejamento de longo prazo, mas não produzem nenhum alívio sobre os portos congestionados nem reduzem o custo de escoamento no curto prazo.

A conclusão sobre o cenário Amazônica é que ele representa um avanço no conhecimento da rede logística continental, mas não um avanço na eficiência logística propriamente dita. Para o objetivo de aliviar Belém, Rio Grande e Santos, o cenário não oferece nenhuma resposta prática.

Cenário Capricórnio — Melhora marginal de custo com perda de resiliência

O cenário Capricórnio é o primeiro da série a apresentar uma variação mensurável nos indicadores de custo e distância em relação ao Atual, ainda que modesta. A distância média da soja recua de 15.734 km para 15.726 km, uma redução de apenas 8,6 km ou 0,05%. O custo médio ponderado da soja cai de R\$ 908,93/t para R\$ 906,15/t, redução de R\$ 2,78/t ou 0,31%. Para o milho, os movimentos são similares: a distância cai 6 km (0,05%) e o custo recua R\$ 2,36/t (0,31%). Esses ganhos existem, mas são tão pequenos que não representam nenhuma mudança prática para os produtores ou para os operadores logísticos.

A origem dessa pequena melhora é importante para entender o mecanismo subjacente. O cenário Capricórnio direciona mais carga para Santos, que tem o menor custo unitário entre os grandes terminais. A participação de Santos na soja sobe de 39,7% para 43,4%, o maior valor de toda a série. Como consequência aritmética, o custo médio ponderado cai marginalmente, pois um porto de menor custo unitário passa a responder por uma fatia maior do total. O custo médio de transporte via Santos para a soja recua de R\$ 577/t para R\$ 530/t, o menor valor registrado para esse porto em toda a série, o que amplifica o efeito da concentração sobre a média.

O problema é que esse ganho de custo médio vem acompanhado de uma perda significativa de resiliência operacional. Paranaguá, o segundo maior terminal do país em capacidade, recua de 13,0% para apenas 9,2% de participação na soja, menos da metade do que historicamente concentra. Esse esvaziamento de Paranaguá, sem que haja qualquer melhora de eficiência que o justifique tecnicamente, torna a rede mais dependente de um único terminal. Santos, por sua vez, passa a operar com utilização máxima de 88,7% na soja, o maior valor registrado para esse porto, o que começa a comprometer sua função tradicional de válvula de segurança do sistema. Em suma, o cenário Capricórnio melhora o custo médio em 0,31% ao custo de concentrar mais a rede em torno de um único

porto já operando próximo do limite, o que aumenta o risco sistêmico. A troca não compensa o ganho.

Cenário Coquimbo — Distribuição equilibrada, mas sem redução real de custo

O cenário Coquimbo produz, na prática, nenhuma melhora em relação ao Atual nos dois indicadores centrais. A distância média da soja de 15.735 km é marginalmente superior à do Atual (15.734 km), diferença de 0,63 km que não tem qualquer significado operacional. O custo médio da soja de R\$ 908,76/t representa uma redução de apenas R\$ 0,17/t em relação ao Atual (R\$ 908,93/t), ou seja, menos de dois centavos. Para o milho, a distância cai 0,71 km e o custo recua R\$ 0,06/t. Essas variações estão inteiramente dentro da margem de flutuação estatística dos dados de roteamento e não representam nenhum avanço real de eficiência.

O que distingue positivamente o cenário Coquimbo é a distribuição mais equilibrada entre Santos e Paranaguá. O primeiro concentra 39,9% da soja (próximo ao padrão histórico de ~40%) e o segundo retoma sua participação habitual de 13,1%. Essa configuração mantém Santos com folga operacional (utilização máxima de 81,6% na soja) e preserva Paranaguá como alternativa efetiva de escoamento. Em termos de resiliência da rede, o cenário Coquimbo é preferível ao Capricórnio. O custo de transporte via Santos para o milho registra seu menor valor de toda a série neste cenário, R\$ 613/t, ante R\$ 631/t no Atual, redução de R\$ 18/t (2,9%). Esse ganho é pontual, porém, não é suficiente para alterar o custo médio geral, dado o peso relativo dos demais portos.

O cenário Coquimbo também confirma, pela terceira vez consecutiva, o corredor de soja para portos uruguaios, com o mesmo traçado e o mesmo volume de ~45 mil toneladas. A repetição em três versões independentes dos dados torna cada vez mais difícil atribuir esse corredor a uma inconsistência da base geoespacial. No entanto, esse achado não reduz o custo logístico da rede como um todo, pois o volume é demasiado pequeno para afetar as médias. A conclusão sobre o cenário Coquimbo é que ele representa o padrão mais equilibrado e resiliente, mas não resolve o problema central da ausência de redução de custo e distância.

Cenário Guianas — Descoberta de novos corredores sem melhora dos indicadores

O cenário Guianas produz variações de custo e distância que, além de pequenas, apresentam sinal misto. A distância da soja sobe ligeiramente de 15.734 km para 15.738 km (+3,25 km), indicando uma leve piora, enquanto o custo recua de R\$ 908,93/t para R\$ 908,51/t (-R\$ 0,42/t, -0,05%). Para o milho, a distância cresce 0,72 km e o custo cai R\$ 0,86/t (-0,11%). Em termos práticos, nenhuma dessas variações tem relevância econômica ou operacional. As diferenças são menores do que o ruído natural dos dados de roteamento e não representam nenhuma mudança de trajetória nos indicadores de custo e distância.

O cenário Guianas confirma, pela quarta vez consecutiva, o corredor de soja até portos uruguaios com exatamente o mesmo traçado e volume de ~45 mil toneladas. A quarta reconfirmação em versões independentes da base geoespacial praticamente elimina a hipótese de que se trate de uma inconsistência dos dados. Esse corredor muito provavelmente representa um fluxo real e estável de exportação de produtores do extremo sul gaúcho por terminais como Montevideu ou Nueva Palmira. Apesar da consistência da evidência, o volume ainda é pequeno demais para alterar os indicadores agregados da rede.

Para o milho, o cenário Guianas traz o achado mais relevante. A identificação de um corredor que parte do Amapá em direção à Guiana Francesa, compatível com o porto de Degrad des Cannes. Esse corredor, observado pela primeira vez nesta análise, movimentava algumas centenas de toneladas e atravessa áreas de floresta amazônica preservada e territórios indígenas. O traçado abre uma dimensão nova na compreensão da logística do milho do Norte brasileiro. Nenhum desses corredores altera a realidade dos portos congestionados ou reduz o custo de escoamento da rede como um todo.

Cenário Rondon — O maior alívio do Arco Norte, com saturação plena de Belém

O cenário Rondon é o mais diferenciado dentro do bloco e merece análise mais detalhada. Em termos de custo médio ponderado, apresenta a melhor marca para o milho, R\$ 750,04/t, ante R\$ 757,79/t no Atual com redução de R\$ 7,75/t, equivalente a 1,02%. Para a soja, o custo recua de R\$ 908,93/t para R\$ 905,04/t (-R\$ 3,89/t, -0,43%), a menor marca também para esse produto. Em termos de distância, porém, não há ganho: a soja registra 15.739 km (4,47 km acima do Atual) e o milho 12.141 km (2,56 km abaixo). A redução de custo ocorre sem redução de distância, o

que indica uma mudança na composição do fluxo, mais carga passa a usar portos com menor custo unitário, principalmente Belém, ainda que a rota total percorrida seja ligeiramente mais longa.

O mecanismo é claro na distribuição portuária. Belém salta de 16,3% para 20,8% na soja (+4,5 pontos percentuais) e de 25,6% para 31,2% no milho (+5,6 pp). Santos recua de 39,7% para 35,1% na soja e de 52,5% para 46,7% no milho. O custo médio de Belém para o milho é de R\$ 621/t, menor do que nos outros cenários, o que faz com que o deslocamento de carga em direção ao Arco Norte puxe a média geral para baixo. Esse é o mecanismo que produz a única redução de custo com alguma expressão: não uma rota mais curta ou uma infraestrutura mais eficiente, mas uma redistribuição de fluxo em direção a um terminal de custo unitário ligeiramente menor.

O preço dessa redistribuição, porém, é crítico. Belém atinge 100% de utilização da capacidade instalada tanto no pico da soja quanto no pico do milho, o único caso de saturação plena entre os terminais brasileiros de grande porte em toda a série. Com 2.928 mil toneladas de capacidade mensal, Belém já opera no limite absoluto neste cenário. Isso significa que qualquer crescimento adicional de produção ou de demanda de exportação não encontraria espaço no terminal, resultando em filas de navios, congestionamento nas vias de acesso e perda de competitividade das cargas brasileiras nos mercados internacionais. Santos, por sua vez, opera com a maior folga da série com utilização máxima de apenas 73,1% na soja, bem abaixo do usual. O maior terminal do país estaria, neste cenário, subaproveitado enquanto o segundo maior estaria no limite.

O cenário Rondon identifica ainda o corredor não catalogado de maior volume da série: cerca de 12 mil toneladas de milho percorrendo o Corredor Interoceânico Sul, que atravessa o interior da Bolívia até o porto de Ilo, no litoral sul do Peru.

Em síntese, o cenário Rondon demonstra que redistribuir carga para o Arco Norte, dentro da infraestrutura atual, produz ganho de custo do milho de 1%, o melhor resultado, mas apenas ao custo de saturar completamente Belém. É um paradoxo logístico relevante. A única alternativa que alivia os portos do Sul, ao mesmo tempo, exaure o principal porto do Norte. O diagnóstico que o cenário oferece é mais valioso do que a solução que propõe. Ele indica com precisão que a expansão

da capacidade de Belém é o investimento de maior retorno sistêmico disponível na infraestrutura atual.

Cenário Transoceânica — A única ruptura estrutural da série

O cenário Transoceânica (Ferrovia Transoceânica-FICO-FIOL-Acre-Chancay) é o único da série que produz uma mudança estrutural nos indicadores centrais. A distância média da soja cai de 15.734 km para 12.094 km, redução de 3.640 km, equivalente a 23,1%. O custo médio ponderado da soja recua de R\$ 908,93/t para R\$ 756,91/t, redução de R\$ 152,02/t, ou 16,7%. Esses não são ganhos marginais: são mudanças de patamar que colocam a soja, neste cenário, em nível de custo equivalente ao que o milho já alcança na rede atual. Em termos econômicos, considerando o volume de 142 Mt de soja transportadas anualmente, uma redução de R\$ 152/t representa um benefício potencial da ordem de R\$ 21,6 bilhões por ano, se a ferrovia estiver operacional e o custo estimado se confirmar na prática.

O mecanismo que explica essa queda é a abertura de uma rota mais curta para o Oceano Pacífico. A ferrovia permite que a soja produzida no Centro-Oeste — que hoje percorre mais de 2.000 km por rodovias até Santos ou Belém, para depois cruzar o Atlântico em direção à Ásia — alcance os portos peruanos de Callao e Chancay por uma rota terrestre que atravessa o Acre e o território andino. Do Pacífico, a distância marítima até os principais mercados compradores de soja, como China e Coreia do Sul, é significativamente menor do que via Santos ou Belém. O resultado é uma rota total mais curta e, portanto, mais barata.

Para o milho, porém, o efeito é quase nulo: a distância cai apenas 2,56 km (0,02%) e o custo recua R\$ 7,75/t (1,02%). O milho já utiliza rotas relativamente mais curtas e tem pico de embarque no segundo semestre, quando os corredores tradicionais operam com maior folga. A ferrovia não altera materialmente a equação logística do cereal.

O cenário Transoceânica também incorpora Callao e Chancay como terminais plenamente monitorados, com volumes expressivos. Callao salta de volumes marginais nos cenários anteriores para 970 mil toneladas de milho e 1,2 Mt de soja, enquanto Chancay responde por 260 mil toneladas de milho e 280 mil t de soja. Esses são os volumes que, associados à capacidade instalada dos portos peruanos, revelam o principal problema do cenário: Chancay opera a 100% de

utilização durante os doze meses do ano para ambas as culturas, e Callao atinge 100% em múltiplos meses com utilização média de 83,9% para a soja. A infraestrutura portuária peruana, projetada para absorver os fluxos do comércio regional, chega ao limite absoluto já com os volumes atuais do agronegócio brasileiro.

Isso não invalida o cenário, mas define seu principal condicionante, onde os ganhos de eficiência dependem não apenas da conclusão da ferrovia, cujas obras ainda não foram integralmente iniciadas, mas também de uma expansão prévia e substancial da capacidade portuária em Callao e Chancay. O custo de transporte via os terminais peruanos, que supera R\$ 1.300/t neste cenário, também precisa cair com o aumento de escala para que a rota se consolide como alternativa competitiva para os produtores brasileiros. O custo via Santos é de R\$ 670/t para a soja neste cenário, acima dos R\$ 577/t do Atual, o que sugere que parte do fluxo que antes utilizava Santos migra para os portos peruanos a custo mais alto, mas com rota total mais curta. O benefício está na distância marítima encurtada, não no custo portuário unitário.

A avaliação final do cenário Transoceânica é que ele representa a única proposta capaz de alterar estruturalmente a logística da soja brasileira. Os ganhos são reais, mensuráveis e expressivos. Os riscos também são reais, como cronograma de obras incerto, saturação imediata dos portos peruanos, custo elevado da rota alternativa no estágio atual e dependência de uma decisão de investimento que envolve soberania de três países. O cenário não é uma solução para o presente: é um horizonte de planejamento de longo prazo que justifica investimentos coordenados hoje, especialmente na expansão de Chancay e Callao.

Análise Integrada da Rede Logística

O que os cenários revelam sobre a rede atual

A principal conclusão que emerge da comparação sistemática dos oito cenários é que a infraestrutura logística de soja e milho do Brasil chegou a um ponto de relativa saturação nas margens. Pequenos ajustes de roteamento dentro da rede atual — como a redistribuição de fluxo entre portos existentes, o reconhecimento de corredores já em operação ou a incorporação de terminais internacionais de pequeno volume — não produzem nenhuma redução mensurável de distância ou

custo médio. Os seis cenários que diferem do Atual apresentam variações de custo inferiores a 0,5% para a soja e inferiores a 1,1% para o milho. Em uma cadeia que movimenta 229 Mt/ano com custo médio entre R\$ 750 e R\$ 910/t, esses números não representam nenhuma mudança de paradigma logístico.

Isso não significa que a rede está otimizada. Significa, antes, que os gargalos identificados, como saturação de Belém e de Rio Grande, dependência excessiva de Santos e domínio do modal rodoviário em percursos longos, não podem ser resolvidos por reconfiguração de rotas dentro da infraestrutura existente. Eles exigem investimento em nova capacidade.

A comparação dos cenários ajuda a indicar onde esse investimento produz maior retorno. O cenário Rondon mostra que deslocar mais carga para o Arco Norte reduz marginalmente o custo médio, mas satura Belém imediatamente. O cenário Transoceânica mostra que uma nova infraestrutura ferroviária pode cortar 23% da distância da soja, mas requer décadas de execução.

Sazonalidade como ativo estrutural da rede

Um aspecto que a análise comparativa confirma em todos os cenários é o papel da sazonalidade complementar como principal ativo da infraestrutura compartilhada. A soja tem seu pico de embarque entre março e julho, e o milho concentra 85% do seu volume entre agosto e dezembro. Essa complementaridade não é resultado de planejamento logístico deliberado. É uma consequência do calendário agrícola, mas seu efeito prático é multiplicar a capacidade efetiva do sistema sem custo adicional. Os mesmos terminais, os mesmos armazéns e os mesmos corredores atendem as duas culturas em janelas distintas, o que significa que a capacidade instalada trabalha ao longo de praticamente todo o ano, em vez de ficar ociosa por longos períodos. Em todos os oito cenários, essa complementaridade se mantém: nenhuma das configurações alternativas quebra o padrão sazonal de forma que os picos se sobreponham significativamente.

Belém como espelho do sistema

O porto de Belém funciona, na série de análises, como termômetro da tensão sistêmica da rede. Em todos os cenários, Belém opera entre 83,9% e 84,9% da capacidade no pico da soja e entre 93,7% e 93,9% no pico do milho. Esses valores

estão consistentemente acima do limiar de 85% que especialistas em operações portuárias associam ao início do congestionamento crônico. Quando o cenário Rondon força mais carga para o Arco Norte, Belém vai a 100%, indicando que a rede encontra seu teto operacional imediatamente. Quando o cenário Transoceânica desvia carga para o Pacífico, Belém recua para 80,9% na soja e 88,8% no milho, folga modesta, mas real, que é um efeito colateral positivo da ferrovia sobre o Arco Norte.

São Luís, o outro grande terminal do Arco Norte, mantém utilização média abaixo de 15% em todos os cenários, com capacidade instalada de 2.157 mil t/mês. Essa subutilização crônica, contrastando com a sobrecarga de Belém, indica que existe uma oportunidade de redistribuição de fluxo dentro do próprio Arco Norte que não está sendo aproveitada. Parte da carga que passa por Belém poderia ser desviada para São Luís, aliviando o primeiro sem exigir nova infraestrutura. A ausência dessa redistribuição nos dados sugere que fatores de custo, infraestrutura rodoviária de acesso ou relações comerciais estabelecidas favorecem Belém sistematicamente, obstáculos que precisariam ser endereçados por política tarifária ou investimento em acessos, e não apenas por planejamento de roteamento.

Os corredores órfãos como janela para o futuro

A progressão de descobertas ao longo da série de análises, do cenário Atual, sem nenhum corredor identificado, até o cenário Transoceânica, com Callao e Chancay incorporados e múltiplos corredores terrestres mapeados, documenta a emergência gradual de uma malha logística continental mais densa do que a capturada pelo monitoramento oficial. O corredor uruguaio da soja, identificado em cinco versões com o mesmo traçado e volume, merece incorporação formal ao sistema de monitoramento. Trata-se de um fluxo real, que representa, para produtores do extremo sul do Rio Grande do Sul, uma rota mais curta e potencialmente mais barata do que o trajeto até Santos ou Paranaguá. Seu não monitoramento não significa sua não existência, apenas que o sistema de informação ainda não o captura adequadamente.

O corredor Bolívia-Ilo, identificado no cenário Rondon com ~12 mil toneladas, é o mais promissor entre os corredores terrestres internacionais do milho. Seu traçado corresponde ao Corredor Interoceânico Sul, que conecta Rondônia ao litoral

peruano através do território boliviano. O Interoceânico Sul serve as regiões produtoras do Centro-Oeste e do Norte pelos Andes peruanos, regiões com estrutura logística mais desenvolvida do que o norte da Argentina. Seu crescimento de volume de uma versão para outra sugere que a rota está amadurecendo organicamente, independentemente de decisões formais de política de infraestrutura.

8.2 Consolidação comparativa, horizonte 2035 (capacidade portuária ampliada)

Logística Continental de Soja e Milho, Cenários Atual, 2035 e Transoceânica

Análise comparativa de três cenários de infraestrutura logística. O cenário Atual corresponde à infraestrutura hoje implantada e funciona como linha de base. O cenário 2035 projeta a expansão das capacidades portuárias com a demanda mantida. O cenário Transoceânica incorpora, adicionalmente, a Ferrovia Transoceânica (FICO-FIOL-Acre-Chancay), avaliando seu efeito sobre distância, custo e distribuição de fluxo entre portos.

Sumário Executivo

Este relatório analisa três cenários de infraestrutura para o escoamento de soja e milho produzidos no Brasil: o cenário Atual, que descreve a rede hoje operante; o cenário 2035, que projeta uma expansão expressiva da capacidade portuária, mantendo os volumes e rotas praticamente inalterados; e o cenário Transoceânica, que, sobre o horizonte de 2035, acrescenta a entrada em operação da Ferrovia Transoceânica, com o corredor ferroviário FICO-FIOL-Acre e escoamento pelo porto peruano de Chancay. Os três cenários são avaliados à luz dos mesmos dois indicadores centrais: a distância média ponderada percorrida por tonelada e o custo médio ponderado de transporte por tonelada até o destino.

No cenário Atual, a soja percorre em média 15.734,86 km a um custo de R\$ 908,93 por tonelada, enquanto o milho percorre 12.143,34 km a R\$ 757,79 por tonelada. Santos domina o escoamento de ambos os produtos, com 39,7% da soja e 52,5% do milho, e Belém opera em regime de alta pressão, atingindo 83,9% da capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho. Rio Grande chega a 92,8% de utilização no pico da soja, e Salvador atinge 100% em determinados meses. Nenhum corredor

internacional alternativo é identificado nesta versão da rede. Esse quadro é o ponto de partida contra o qual os dois cenários seguintes são medidos.

O cenário 2035 não produz qualquer melhora mensurável em distância ou custo onde a soja apresenta redução de apenas 10,99 km (-0,07%) e R\$ 0,33/t (-0,04%), o milho recua 33,91 km (-0,28%) e R\$ 0,47/t (-0,06%). Essas variações estão inteiramente dentro da margem de flutuação dos dados de roteamento e não representam ganhos reais de eficiência logística. O que muda de forma expressiva neste cenário é a capacidade portuária instalada. Todos os terminais são projetados com 15.000 mil toneladas por mês, um patamar muito superior ao atual, o que derruba as taxas de utilização a níveis confortáveis em toda a rede. Belém, que hoje atinge 93,7% no pico do milho, recuaria para 16,6%. O cenário 2035, portanto, não resolve o problema de distância ou custo, resolve o problema de saturação portuária por meio de investimento em capacidade.

O cenário Transoceânica entrega o único resultado estruturalmente distinto do conjunto. A soja recua 174,45 km (-1,11%) e R\$ 2,60/t (-0,29%) em relação ao Atual, o milho recua 226,66 km (-1,87%) e R\$ 2,76/t (-0,36%). Mais relevante do que a variação nos indicadores médios é a reconfiguração da distribuição de fluxo. Com a participação de Santos, cai de 39,7% para 31,9% na soja (-7,8 pontos percentuais) e de 52,5% para 44,4% no milho (-8,1 pontos percentuais), ao mesmo tempo em que Chancay, o novo terminal peruano no Pacífico, absorve 8,2% da soja e 10,9% do milho. Belém mantém trajetória de alívio similar ao cenário 2035, reflexo da mesma expansão de capacidade projetada. O custo por tonelada em Chancay é elevado: R\$ 1.393/t soja e R\$ 1.398/t milho, o que sinaliza que o corredor ferroviário compensa em distância total, mas não em custo pontual de embarque. Sua viabilidade plena depende de ganhos de escala e negociação tarifária ainda não equacionados. A condição de contorno do cenário Transoceânica é a implantação de uma ferrovia ainda não construída, o que torna toda a análise condicional a decisões de investimento de longo prazo.

O cenário Atual como linha de base

No cenário Atual, a rede logística de grãos do Brasil opera sobre uma infraestrutura consolidada no Centro-Sul e em expansão no Arco Norte. A soja, com 142 milhões de toneladas produzidas, das quais 103 milhões (72%) passam por porto, percorre

distâncias significativamente maiores que o milho, pois uma parcela relevante de sua produção se origina no interior profundo do Centro-Oeste e no sul do Pará, conectados a portos do Arco Norte por rodovias longas e em parte sem paralelo ferroviário. O milho, colhido como safrinha no segundo semestre, beneficia-se de uma janela de embarque em que os portos do Arco Norte operam com maior folga relativa, reduzindo tanto a distância média quanto o custo por tonelada.

Santos é o terminal dominante, concentrando 39,7% da soja a R\$ 577/t e 52,5% do milho a R\$ 631/t, com utilização máxima de 81,3% e 78,9%, respectivamente, dentro de patamares aceitáveis dado o tamanho do terminal. O problema de pressão aparece nos terminais menores. Belém atinge 83,9% no pico da soja e 93,7% no pico do milho, colocando o porto permanentemente na zona de risco operacional. Rio Grande chega a 92,8% na soja. Salvador atinge 100% em determinados meses, embora com volume absoluto pequeno. A ausência de corredores internacionais identificados significa que toda a pressão é absorvida pela rede doméstica, sem válvulas de escape externas.

Esse ponto de partida define o duplo problema que os cenários seguintes tentam resolver: a saturação de terminais-chave e a elevada distância média por tonelada, com reflexos diretos no custo e na emissão de gases de efeito estufa.

Comparação dos Cenários com o Atual

Cenário 2035, Expansão de capacidade portuária sem alteração de rotas

O cenário 2035 representa a mesma infraestrutura de rotas do cenário Atual projetada para um horizonte de dez anos com capacidade portuária substancialmente ampliada. Os volumes transportados permanecem idênticos (142 milhões de toneladas de soja e 87 milhões de toneladas de milho) e as mesmas rodovias e corredores atendem a produção. O resultado nos indicadores de eficiência é, na prática, a ausência de resultado. A distância média da soja recua de 15.734,86 km para 15.723,87 km, uma diferença de apenas 10,99 km, ou -0,07%. O custo médio da soja passa de R\$ 908,93/t para R\$ 908,60/t, variação de míseros R\$ 0,33/t (-0,04%). Para o milho, a redução é marginalmente maior em termos relativos, 33,91 km (-0,28%) e R\$ 0,47/t (-0,06%), mas igualmente insignificante do ponto de vista operacional.

Essas variações não representam nenhuma melhora mensurável. Números da ordem de 0,1% encontram-se dentro da margem de flutuação natural dos modelos de roteamento e não devem ser interpretados como ganhos reais de eficiência. Em linguagem direta, o cenário 2035, no que diz respeito a distância e custo médio, não muda nada em relação ao Atual.

O impacto real do cenário 2035 reside exclusivamente na infraestrutura portuária. A projeção eleva a capacidade instalada de todos os terminais para 15.000 mil toneladas por mês, um patamar muito superior ao atual em todos os casos. Santos, que hoje tem capacidade de 7.137 mil t/mês, passaria a 15.000 mil t/mês. Belém, hoje com 2.928 mil t/mês, também alcançaria 15.000 mil t/mês. O efeito imediato sobre as taxas de utilização é dramático: Belém, que hoje atinge 83,9% no pico da soja e 93,7% no pico do milho, cairia para 15,2% e 16,6%, respectivamente. A saturação que hoje caracteriza os terminais do Arco Norte desaparece completamente — não porque o fluxo foi redirecionado, mas porque a capacidade foi multiplicada.

O cenário 2035 registra também a expansão da malha de portos mapeados. A soja passa de 14 para 19 terminais identificados, enquanto o milho passa de não disponível para 27 terminais. Aparecem pela primeira vez corredores órfãos: um corredor uruguaio com cerca de 45 mil toneladas de soja e o porto de Cartagena (Colômbia) para milho, com 1,8% de participação. Esses corredores confirmam que a malha logística continental é mais densa do que os dados oficiais capturam e que o crescimento de fluxo por rotas alternativas já se manifesta em escala incipiente. Contudo, seus volumes ainda são marginais para alterar os indicadores sistêmicos.

Em síntese, o cenário 2035 não oferece alívio de distância ou custo. Sua contribuição está na expansão da capacidade portuária que, se realizada, eliminaria o risco de saturação nos terminais críticos da rede, especialmente Belém e Rio Grande, hoje os dois pontos mais pressionados. Trata-se de um cenário de resiliência, não de eficiência.

Cenário Transoceânica, Ferrovia FICO-FIOL-Acre-Chancay sobre base 2035

O cenário Transoceânica parte da mesma infraestrutura expandida do cenário 2035 e acrescenta a entrada em operação da Ferrovia Transoceânica, o corredor

ferroviário que integra FICO (Ferrovia de Integração Centro-Oeste), FIOL (Ferrovia de Integração Oeste-Leste), o trecho do Acre e o terminal peruano de Chancay no Pacífico. É o único dos três cenários analisados que produz uma alteração estrutural nas rotas e nos indicadores de eficiência.

Para a soja, a distância média ponderada recua de 15.734,86 km para 15.560,41 km, uma redução de 174,45 km, ou -1,11% em relação ao Atual. O custo médio passa de R\$ 908,93/t para R\$ 906,33/t, queda de R\$ 2,60/t (-0,29%). Para o milho, a melhora é ainda mais expressiva: a distância recua 226,66 km (-1,87%), e o custo cai R\$ 2,76/t (-0,36%). Embora as variações percentuais possam parecer modestas isoladas, elas representam o único movimento real acima do ruído estatístico observado nos sete cenários anteriores e nos três cenários desta análise. Todo ganho mensurável de distância e custo neste conjunto de estudos provém exclusivamente do cenário Transoceânica.

A mudança mais significativa não está nos indicadores médios, mas na redistribuição de fluxo entre portos. A participação de Santos cai de 39,7% para 31,9% na soja, uma redução de 7,8 pontos percentuais, e de 52,5% para 44,4% no milho, recuo de 8,1 pontos percentuais. Em volume absoluto, Santos deixa de processar aproximadamente 8,1 milhões de toneladas de soja e 4,7 milhões de toneladas de milho em relação ao Atual. Esse fluxo migra para Chancay, que aparece pela primeira vez na rede como porto de destino, absorvendo 8,5 Mt de soja (8,2%) e 6,4 Mt de milho (10,9%). A dependência estrutural de Santos, que hoje concentra sozinho quase 40% da soja e 52% do milho, seria materialmente reduzida.

Belém acompanha a trajetória de alívio observada no cenário 2035: sua participação cai de 16,3% para 14,8% na soja e de 25,6% para 19,9% no milho, e as taxas de utilização máxima recuam para 14,3% e 14,2%, respectivamente. Essa melhora, contudo, é atribuível principalmente à expansão de capacidade compartilhada com o cenário 2035, e não à rota ferroviária em si.

Um elemento de atenção é o custo de embarque em Chancay: R\$ 1.393/t para soja e R\$ 1.398/t para milho, valores bem superiores aos praticados em Santos (R\$ 663/t e R\$ 717/t no cenário Transoceânica). A ferrovia reduz a distância total percorrida, mas o custo portuário em Chancay ainda é elevado, sugerindo que a economia de escala e a maturidade operacional do terminal serão determinantes para a

viabilidade econômica do corredor a longo prazo. O saldo líquido hoje resulta em redução de custo médio, mas, por margem estreita, qualquer deterioração nas tarifas portuárias de Chancay ou aumento nos custos de operação ferroviária pode reverter esse resultado.

A condição fundamental do cenário Transoceânica é a construção de uma ferrovia que ainda não existe. O corredor FICO-FIOL-Acre envolve centenas de quilômetros de infraestrutura nova em territórios com desafios geográficos, ambientais e logísticos significativos, além do trecho internacional até Chancay. O cenário demonstra que, uma vez implantado, o corredor produz ganhos reais e mensuráveis de eficiência e redistribuição de carga. Mas a distância entre a projeção e a realidade é medida em décadas de obra, volume de investimento público e privado e decisões regulatórias que transcendem os limites desta análise.

Análise Integrada

Os três cenários desta análise, lidos em conjunto, descrevem dois movimentos distintos e complementares da política logística para grãos no Brasil. O primeiro movimento é de resiliência: o cenário 2035 aposta na expansão massiva da capacidade portuária como solução para a saturação dos terminais, sem alterar as rotas nem reduzir a distância média percorrida. O segundo movimento é de eficiência: o cenário Transoceânica aposta na abertura de um novo corredor de escoamento pelo Pacífico como forma de redistribuir fluxo, encurtar distâncias e reduzir a dependência de Santos.

Os dois movimentos não são excludentes, o cenário Transoceânica incorpora a expansão de capacidade do cenário 2035 e adiciona o corredor ferroviário. Mas seus horizontes de implementação são radicalmente diferentes. A expansão portuária, embora custosa, é tecnicamente mais simples e politicamente mais viável do que a construção de milhares de quilômetros de ferrovia através de biomas sensíveis. O ganho de eficiência do Transoceânica é real, mas condicional; o ganho de resiliência do cenário 2035 é mais previsível e menos dependente de decisões de terceiros países.

Do ponto de vista do custo médio ponderado, o indicador mais diretamente ligado à competitividade da soja e do milho brasileiros no mercado internacional, apenas o cenário Transoceânica produz variação acima do ruído estatístico. A soja ganha

R\$ 2,60/t (−0,29%) e o milho ganha R\$ 2,76/t (−0,36%) em relação ao Atual. Em escala, aplicada ao volume de 103 milhões de toneladas de soja que passam por porto, a redução de R\$ 2,60/t representa uma economia potencial da ordem de R\$ 268 milhões por ano. Para o milho, os 58 milhões de toneladas via porto multiplicados por R\$ 2,76/t resultam em aproximadamente R\$ 160 milhões anuais. São valores expressivos em termos absolutos, mas ainda modestos frente ao custo de construção do corredor ferroviário.

O corredor de Chancay, ao concentrar 8,2% da soja e 10,9% do milho, emerge como o terceiro maior destino do milho e o quinto da soja no cenário Transoceânica. Essa redistribuição é a principal contribuição do cenário: ela alivia Santos de forma estrutural, diferentemente do alívio por capacidade que o cenário 2035 promove, e abre uma nova rota de acesso ao mercado asiático que pode ganhar relevância crescente à medida que a China e outros importadores do Pacífico ampliem sua participação no comércio global de grãos.

O corredor uruguaio, que aparece com cerca de 45 mil toneladas de soja nos cenários 2035 e Transoceânica, e o porto de Cartagena (CO), com 1,8% do milho em ambos, representam uma dimensão diferente da análise: não são projeções de infraestrutura planejada, mas registros de fluxos que já existem ou emergem naturalmente à margem dos dados oficiais. Seu volume ainda é marginal, mas sua presença em dois cenários distintos sugere que a malha logística continental cresce organicamente em direções que os modelos formais ainda não capturam plenamente.

Conclusão

A análise dos três cenários — Atual, 2035 e Transoceânica — confirma uma conclusão direta, indicando que não há caminho de curto prazo para reduzir de forma expressiva a distância média percorrida ou o custo médio de transporte por tonelada no escoamento de grãos do Brasil. O cenário 2035, apesar de projetar uma expansão radical da capacidade portuária, não altera as rotas nem os indicadores de eficiência em magnitude relevante. Sua contribuição real é eliminar o risco de saturação dos terminais críticos, especialmente Belém, hoje o ponto mais vulnerável da rede. Mas esse benefício chega às custas de investimentos portuários de grande escala, sem impacto no custo do frete por tonelada.

O cenário Transoceânica é o único que produz melhora mensurável e estruturalmente diferente do Atual. A redução de 174 km na distância média da soja (-1,11%) e de 226 km na distância do milho (-1,87%), combinada com a queda de R\$ 2,60/t e R\$ 2,76/t nos custos respectivos, representa um avanço real, mesmo que modesto em termos percentuais. Mais importante do que os números médios é a redistribuição de fluxo. A participação de Santos cai em quase 8 pontos percentuais tanto na soja quanto no milho, e Chancay emerge como quinto porto da soja e terceiro do milho, criando uma alternativa de escoamento pelo Pacífico com potencial de crescimento relevante no médio e longo prazo.

O horizonte de decisão, contudo, é o grande obstáculo. O cenário 2035 depende de investimentos em capacidade portuária que, embora complexos, estão dentro do alcance de decisões de médio prazo. O cenário Transoceânica depende da construção de uma ferrovia que atravessa territórios ambientalmente sensíveis, envolve múltiplos países e requer décadas de obra e bilhões em investimento. A recomendação que emerge desta análise é, portanto, dupla: investir em capacidade portuária no curto e médio prazo para eliminar os gargalos identificados no Atual, especialmente em Belém e Rio Grande; e manter o planejamento do corredor Transoceânica no horizonte de longo prazo como a única alavanca estrutural identificada até aqui capaz de reduzir de forma relevante a distância e o custo do escoamento de grãos do Brasil.

Painel comparativo consolidado: 3 cenários (base 2035) × indicadores-chave

Tabela 51 — Quadro comparativo consolidado: 3 cenários (base 2035) × indicadores-chave

INDICADOR	Atual	2035	Transoceânica
PANORAMA GERAL, DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO			
Dist. média, Soja (km)	15.734,86	15.723,87	15.560,41
Dist. média, Milho (km)	12.143,34	12.109,43	11.916,68
Variação dist. soja vs. Atual	—	-11 km (-0.07%)	-174 km (-1.11%)
Variação dist. milho vs. Atual	—	-34 km (-0.28%)	-227 km (-1.87%)
Custo médio, Soja (R\$/t)	908,93	908,60	906,33
Custo médio, Milho (R\$/t)	757,79	757,32	755,03

INDICADOR	Atual	2035	Transoceânica
PANORAMA GERAL, DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO			
Variação custo soja vs. Atual	—	R\$ -0.33/t (-0.04%)	R\$ -2.60/t (-0.29%)
Variação custo milho vs. Atual	—	R\$ -0.47/t (-0.06%)	R\$ -2.76/t (-0.36%)
Nº portos, Soja	14	19	20
Nº portos, Milho	N/D	27	28
PORTO DE SANTOS			
Participação, Soja	39,7%	39,1%	31,9%
Custo médio, Soja (R\$/t)	577	683	663
Util. máxima, Soja	81,3%	—	—
Participação, Milho	52,5%	51,3%	44,4%
Custo médio, Milho (R\$/t)	631	730	717
Util. máxima, Milho	78,9%	—	—
PORTO DE BELÉM (ARCO NORTE)			
Participação, Soja	16,3%	15,7%	14,8%
Util. máxima, Soja	83,9%	15,2%	14,3%
Participação, Milho	25,6%	23,3%	19,9%
Util. máxima, Milho	93,7%	16,6%	14,2%
PORTO DE CHANCAY (PE), NOVO NO TRANSOCÊANICA			
Participação, Soja	—	—	8,2%
Custo médio, Soja (R\$/t)	—	—	1.393
Util. máxima, Soja	—	—	8,0%
Participação, Milho	—	—	10,9%
Custo médio, Milho (R\$/t)	—	—	1.398
Util. máxima, Milho	—	—	7,8%
INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA, CAPACIDADE			
Cap. instalada, Santos (mil t/mês)	7.137	15.000	15.000

INDICADOR	Atual	2035	Transoceânica
PANORAMA GERAL, DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO			
Cap. instalada, Belém (mil t/mês)	2.928	15.000	15.000
Cap. instalada, Rio Grande (mil t/mês)	2.456	15.000	15.000
Cap. instalada, Paranaguá (mil t/mês)	2.843	15.000	15.000
CORREDORES ÓRFÃOS			
Corredor, Soja	Nenhum	Uruguai ~45 mil t	Uruguai ~45 mil t
Corredor, Milho	Nenhum	Cartagena (CO) Antofagasta	Cartagena (CO) Antofagasta Chancay ativo

Nos cenários 2035 e Transoceânica, todos os portos foram projetados com capacidade de 15.000 mil t/mês, tornando as taxas de utilização percentual comparáveis com o Atual apenas em termos absolutos de volume, não de pressão relativa.

Conclusão

O que a comparação revela de forma definitiva

A análise dos oito cenários, com o Atual como linha de base, revela uma conclusão que é desconfortável, mas necessária. Nenhuma das alternativas propostas dentro da infraestrutura atual consegue reduzir o custo ou a distância média de escoamento de forma significativa. Seis dos sete cenários alternativos produzem variações abaixo de 0,5% no custo da soja e abaixo de 0,4% no custo do milho. O cenário Rondon, o melhor para o milho, alcança redução de 1% no custo, resultado real, mas operacionalmente limitado porque requer que Belém opere permanentemente no limite de 100% da capacidade.

Isso significa que o problema logístico brasileiro, distâncias longas, custo elevado, dependência do modal rodoviário, não tem solução dentro da configuração atual de infraestrutura. A rede chegou a um patamar onde ajustes de roteamento não

produzem mais ganhos de eficiência. O próximo salto de eficiência requer infraestrutura nova.

O que funciona, e onde investir

A expansão da capacidade de Belém é o investimento de retorno mais imediato e mais certo disponível na rede atual. Em todos os cenários, Belém opera entre 83,9% e 100% da capacidade nos picos. Qualquer crescimento das safras de soja e milho nos próximos anos — e as projeções apontam crescimento consistente — se traduzirá em congestionamento crônico no Arco Norte antes de qualquer outro corredor. Ampliar a capacidade de Belém e, simultaneamente, ativar São Luís como terminal complementar do Arco Norte representaria o alívio mais eficaz da rede atual, sem exigir nova infraestrutura de transporte terrestre.

A Ferrovia Transoceânica é o único cenário que justifica um planejamento estrutural de longo prazo. Seus ganhos de 23% em distância e 17% em custo para a soja são únicos na série e têm magnitude suficiente para alterar a competitividade do produto brasileiro nos mercados asiáticos. O planejamento de capacidade nos portos peruanos, especialmente Chancay, que chega a 100% de ocupação já com os volumes atuais, precisa começar antes da conclusão da ferrovia. Uma ferrovia que chega a portos saturados não resolve o problema: apenas transfere o gargalo de terra para o mar.

O corredor uruguaio da soja precisa ser incorporado ao sistema oficial de monitoramento. Cinco identificações consecutivas com traçado e volume idênticos representam uma evidência sólida de rota real. Formalizar esse corredor não cria nova infraestrutura, mas permite planejamento mais preciso para os produtores e operadores da metade sul do Rio Grande do Sul.

Por fim, os corredores via Bolívia e Guiana Francesa merecem monitoramento ambiental prioritário antes de qualquer consideração de expansão. Ambos atravessam áreas ecologicamente sensíveis, como floresta amazônica, territórios indígenas e zonas de transição do Cerrado, onde a abertura de infraestrutura logística, sem salvaguardas adequadas, historicamente acelera o desmatamento. A oportunidade econômica que esses corredores representam é real, mas condicionada a uma governança ambiental que, até o momento, não está estabelecida.

8.3 Consolidação comparativa, todos os projetos implantados

Logística Continental de Soja e Milho, Cenários Atual, Todos os Projetos 2035 e Transoceânica+Todos 2035

Análise comparativa de três cenários de infraestrutura logística para o escoamento de soja e milho. O cenário Atual (Cenário 1) descreve a infraestrutura hoje operante e serve como linha de base. O cenário Todos 2035 (Cenário 8) projeta a implantação de todos os projetos de infraestrutura previstos, exceto a Ferrovia Transoceânica, com horizonte de 2035. O cenário Transoceânica+Todos 2035 (Cenário 10) acrescenta ao Cenário 8 a entrada em operação da Ferrovia Transoceânica (FICO-FIOL-Acre-Chancay), avaliando o efeito marginal deste corredor ferroviário sobre distância, custo e distribuição de fluxo.

Sumário Executivo

Este relatório compara três cenários de infraestrutura logística para o escoamento de grãos no Brasil: o cenário Atual, que retrata a rede hoje operante e funciona como linha de base; o cenário Todos 2035, que projeta a implantação integral de todos os projetos de infraestrutura em carteira, com exceção da Ferrovia Transoceânica; e o cenário Transoceânica+Todos 2035, que acrescenta a entrada em operação do corredor ferroviário FICO-FIOL-Acre com desembarque no porto peruano de Chancay. Os três cenários são avaliados pelos mesmos dois indicadores principais: a distância média ponderada percorrida por tonelada e o custo médio ponderado de transporte até o destino de exportação.

No cenário Atual, a soja percorre em média 15.734,86 km a um custo de R\$ 908,93 por tonelada, e o milho percorre 12.143,34 km a R\$ 757,79 por tonelada. Santos concentra 39,7% do escoamento da soja e 52,5% do milho. Belém opera sob pressão crítica, atingindo 83,9% de sua capacidade no pico da soja e 93,7% no pico do milho. Rio Grande chega a 92,8% na safra da soja. Nenhum corredor logístico internacional alternativo é identificado formalmente neste cenário. Esse quadro define o problema central: concentração excessiva em Santos, saturação de terminais do Arco Norte e ausência de rotas alternativas de escoamento.

O cenário Todos 2035 produz os primeiros ganhos reais de eficiência nesta comparação. A distância média da soja recua 18,34 km (-0,12%) e o custo cai R\$

1,88/t (-0,21%). Para o milho, a melhora é mais expressiva: distância -39,82 km (-0,33%) e custo -R\$ 4,47/t (-0,59%). A redução no custo do milho, em particular, vai além do ruído estatístico e reflete os efeitos combinados dos vários projetos de infraestrutura incluídos neste cenário — ferrovias, hidrovias e novos terminais previstos para 2035 —, com exceção da Transoceânica. A expansão das capacidades portuárias para 15.000 mil toneladas por mês derruba as taxas de utilização em toda a rede e Belém recua de 93,7% para 16,0% no pico do milho, eliminando o principal risco operacional da rede. Surgem corredores órfãos, um eixo uruguaio com cerca de 45 mil toneladas de soja e o porto de Cartagena (Colômbia) com 1,8% do milho.

O cenário Transoceânica+Todos 2035 entrega o maior ganho de eficiência do conjunto, mas com uma particularidade importante em relação a análises anteriores. A Ferrovia Transoceânica, neste cenário, absorve fluxos de milho, 4,6% do total escoado via porto, mas não aparece como destino relevante para a soja. A distância média da soja recua 78,55 km (-0,50%) e o custo cai R\$ 3,28/t (-0,36%). Para o milho, a redução é de 133,10 km (-1,10%) e R\$ 5,30/t (-0,70%). A participação de Santos cai 1,0 ponto percentual na soja e 0,9 ponto no milho, redistribuição modesta, mas consistente. Belém aprofunda o alívio: utilização máxima da soja vai a 13,3% e do milho a 13,5%. O custo de embarque em Chancay para o milho é de R\$ 1.385/t, bem acima da média da rede, o que sinaliza que o corredor ainda não amadureceu economicamente o suficiente para reduzir o custo médio de forma mais intensa.

O cenário Atual como linha de base

No cenário Atual, a logística de grãos opera sobre uma infraestrutura centrada no eixo rodoviário do Centro-Sul, com o Arco Norte ainda em expansão. A soja, com 142 milhões de toneladas produzidas, das quais 103 milhões (72%) passam por algum dos 14 portos mapeados, percorre distâncias médias significativamente superiores às do milho. Isso porque suas origens incluem o interior profundo do Mato Grosso e do Pará, regiões servidas por rodovias de longa distância com poucas alternativas ferroviárias ou hidroviárias. O milho, colhido como safrinha no segundo semestre, encontra uma janela de embarque com menor concorrência nos terminais do Arco Norte, o que explica sua distância e custo médios menores.

Santos é o nó central do sistema: sozinho concentra 39,7% da soja a R\$ 577/t e 52,5% do milho a R\$ 631/t, com utilização máxima de 81,3% e 78,9%, respectivamente. Apesar do tamanho, Santos ainda opera com folga. O problema de pressão está nos terminais menores. Belém atinge 83,9% no pico da soja e 93,7% no pico do milho, operando permanentemente na zona crítica. Rio Grande chega a 92,8% na soja. Salvador, com volume absoluto pequeno, atinge 100% em meses específicos. Nenhum corredor internacional é formalmente identificado neste cenário, toda a pressão é absorvida pela rede doméstica.

Esse diagnóstico estabelece as três métricas de interesse para a avaliação dos cenários alternativos:

1. redução da distância e do custo médio ponderado por tonelada
2. desconcentração do fluxo em relação a Santos
3. alívio dos terminais críticos, especialmente Belém e Rio Grande.

Comparação dos Cenários com o Atual

Todos os Projetos Implantados 2035

O Cenário representa o horizonte mais ambicioso de infraestrutura sem a Ferrovia Transoceânica: todos os projetos ferroviários, hidroviários e portuários em carteira para 2035 são considerados implantados, com a demanda mantida nos mesmos volumes do Atual. Diferentemente do que foi observado em análises anteriores que projetavam apenas expansão portuária, este cenário incorpora múltiplos vetores de melhoria da malha, o que se traduz em ganhos de eficiência mais perceptíveis nos indicadores médios.

Para a soja, a distância média recua de 15.734,86 km para 15.716,52 km, redução de 18,34 km, ou -0,12% em relação ao Atual. O custo médio cai de R\$ 908,93/t para R\$ 907,05/t, uma variação de -R\$ 1,88/t (-0,21%). Embora a variação percentual ainda seja pequena, ela já está acima do ruído puro, sinalizando que a implantação de novos trechos ferroviários e hidroviários começa a encurtar as rotas mais longas do interior. Para o milho, o efeito é mais pronunciado: a distância recua 39,82 km (-0,33%) e o custo cai R\$ 4,47/t (-0,59%). A economia de R\$ 4,47 por tonelada no milho, aplicada ao volume de 58 milhões de toneladas escoadas via porto,

representa um potencial de R\$ 259 milhões por ano, valor que começa a adquirir relevância econômica concreta.

A participação de Santos na soja, surpreendentemente, sobe ligeiramente de 39,7% para 40,1% (+0,4 ponto percentual). Isso indica que os projetos que beneficiam a soja têm efeito de consolidar ainda mais a rota para Santos, provavelmente por melhorias viárias ou ferroviárias que reduzem o custo relativo de rotas já dominantes no Centro-Sul, e não de redistribuir o fluxo para outros terminais. Para o milho, a participação de Santos permanece praticamente inalterada em 52,4% (-0,1 pp). O Cenário, portanto, não resolve a concentração em Santos: a mantém ou ligeiramente reforça para a soja.

Onde o Cenário produz impacto inequívoco é nas taxas de utilização portuária. Com todos os terminais projetados para 15.000 mil toneladas por mês de capacidade instalada, o risco de saturação desaparece da rede. Belém, que hoje opera a 83,9% no pico da soja e 93,7% no pico do milho, recuará para 14,2% e 16,0%, respectivamente, uma inversão completa do quadro de pressão. Rio Grande, hoje a 92,8% no pico da soja, também se encaixaria dentro de margens confortáveis. A eliminação dos gargalos de capacidade é a principal contribuição do Cenário 8, e ela se dá independentemente de qualquer nova ferrovia transoceânica.

Dois novos corredores surgem neste cenário: o eixo uruguaio, com cerca de 45 mil toneladas de soja, e o porto de Cartagena (Colômbia), com 1,8% do milho escoado. Ambos são volumes ainda marginais, mas sua presença em 19 portos mapeados para soja (contra 14 no Atual) e 27 para milho aponta para uma malha logística continental mais densa e diversificada em 2035. Em síntese, este Cenário é um cenário de resiliência ampliada com eficiência incremental pois não soluciona o problema de distância ou a dependência de Santos de forma estrutural, mas elimina os gargalos de capacidade e entrega economia real no custo do milho.

Transoceânica + Todos os Projetos 2035

Este Cenário acrescenta ao anterior a operação plena da Ferrovia Transoceânica, com o corredor FICO-FIOL-Acre e desembarque no porto de Chancay, no Peru. É o cenário de maior abrangência de infraestrutura analisado e, por isso, o que apresenta os maiores ganhos de eficiência em distância e custo em relação ao Atual.

Para a soja, a distância média recua de 15.734,86 km para 15.656,31 km, redução de 78,55 km, ou -0,50% em relação ao Atual. O custo médio cai R\$ 3,28/t (-0,36%), de R\$ 908,93/t para R\$ 905,65/t. Para o milho, os resultados são mais expressivos: a distância recua 133,10 km (-1,10%) e o custo cai R\$ 5,30/t (-0,70%), de R\$ 757,79/t para R\$ 752,49/t. Em escala, a economia de R\$ 5,30/t no milho sobre 58 milhões de toneladas representa um potencial de R\$ 307 milhões por ano; a de R\$ 3,28/t na soja sobre 103 milhões de toneladas, R\$ 338 milhões anuais adicionais. São os maiores valores desta análise.

Um dado de destaque neste cenário é a assimetria entre soja e milho no uso do corredor de Chancay. Diferentemente de projeções anteriores, o porto peruano aparece neste modelo apenas na malha do milho, absorvendo 4,6% do volume total escoado, sem registrar participação relevante na soja. Isso indica que as rotas de soja com origem nas regiões produtoras brasileiras não encontram no corredor Transoceânica uma vantagem suficientemente clara para desviar do trajeto tradicional pelos portos do Atlântico. A soja continua sendo escoada predominantemente por Santos (38,7%), Rio Grande (15,6%), Belém (13,7%), Paranaguá (12,4%) e Salvador (6,7%), distribuição praticamente idêntica à do Cenário 8. O ganho de distância e custo da soja no Cenário 10 em relação ao 8 provém, provavelmente, de melhorias na malha doméstica e de ajustes de roteamento, não de uma migração expressiva para Chancay.

Para o milho, a situação é diferente. Os 4,6% que vão para Chancay – o equivalente a cerca de 2,7 milhões de toneladas – saem principalmente de Belém e Santos. Belém cai de 22,5% para 18,9%, e Santos recua de 52,4% para 51,6%. Essa redistribuição é coerente com a geografia onde regiões produtoras do Acre, Rondônia e sul do Amazonas têm, neste cenário, acesso à ferrovia até Chancay, com custo total potencialmente competitivo para o milho, cujas origens mais próximas ao trecho do Acre tornam o percurso ferroviário relativamente mais curto do que para a soja produzida no Mato Grosso mais distante.

O custo de embarque em Chancay é de R\$ 1.385/t para o milho, muito superior ao custo médio da rede, o que evidencia que o corredor Transoceânica ainda não é economicamente eficiente por tonelada embarcada. A lógica de viabilidade está na distância total menor até o mercado asiático, que pode compensar o custo

portuário mais alto. Essa equação, no entanto, depende de tarifas de frete marítimo transpacífico, negociações de longo prazo e maturidade operacional do terminal peruano — variáveis fora do escopo deste modelo.

O alívio de Belém se aprofunda com a utilização máxima cai de 14,2% para 13,3% na soja e de 16,0% para 13,5% no milho. Essa melhora adicional é modesta em termos absolutos, pois o alívio principal já havia sido entregue pelo cenário com expansão de capacidade. A contribuição específica deste cenário é a redistribuição de fluxo de milho para o Pacífico, que reduz marginalmente a pressão sobre o Arco Norte. Em síntese, o cenário entrega os maiores ganhos de eficiência desta análise, maior redução de distância e custo para ambos os produtos, mas com ganhos mais intensos para o milho do que para a soja, e com a Ferrovia Transoceânica operando principalmente como corredor de milho, não de soja, neste modelo.

Análise Integrada

Os três cenários desta análise descrevem uma trajetória coerente de evolução da infraestrutura logística de grãos no Brasil, cada etapa adicionando uma camada de melhoria sobre a anterior. O cenário Atual é o ponto de partida: uma rede eficiente para os padrões históricos, mas com gargalos operacionais graves em Belém e Rio Grande, e dependência excessiva de Santos. O Cenário Todos os Projetos representa o melhor cenário possível sem a Ferrovia Transoceânica, pois elimina os gargalos de capacidade, entrega ganhos reais de custo no milho (–R\$ 4,47/t) e amplia a malha de portos, mas não reduz a dependência de Santos e entrega melhoras modestas na distância. O Cenário Transoceânica+Todos acrescenta o maior ganho de eficiência, especialmente para o milho, e abre um novo eixo de escoamento pelo Pacífico via Chancay, mas com a soja ainda pouco envolvida neste corredor.

A comparação entre os dois cenários alternativos revela um resultado importante: o efeito marginal da Ferrovia Transoceânica, isto é, o ganho adicional, é mais modesto do que o efeito do conjunto de projetos incluídos sobre o Atual. Para a soja, a redução de custo passa de –R\$ 1,88/t (Todos os projetos vs. Atual) para –R\$ 3,28/t (Transoceânica+Todos vs. Atual), um ganho marginal de –R\$ 1,40/t atribuível exclusivamente à ferrovia. Para o milho, o ganho marginal da ferrovia é de –R\$ 0,83/t (de –R\$ 4,47/t para –R\$ 5,30/t). Em outras palavras, a maior parte do ganho

de eficiência projetado para 2035 já está embutida no Todos os projetos. A Ferrovia Transoceânica é um complemento relevante, mas não a alavanca principal.

A dimensão de risco é igualmente importante. Todos os projetos dependem da implantação de projetos já em diferentes estágios de planejamento e execução no Brasil, uma carteira complexa, mas inteiramente no âmbito de decisões domésticas e com prazos mais definidos. O Transoceânica+Todos adiciona a construção de uma ferrovia transoceânica que envolve múltiplos países, décadas de obra, financiamento de grande escala e negociações diplomáticas e regulatórias que estão muito longe de estar equacionadas. O retorno incremental da ferrovia, R\$ 1,40/t a mais para a soja e R\$ 0,83/t a mais para o milho, precisa ser avaliado à luz desse nível de risco e incerteza.

Por fim, a distribuição setorial dos ganhos merece atenção estratégica. O milho é consistentemente o maior beneficiário em termos relativos em ambos os cenários alternativos, -0,59% de custo no Cenário 8 e -0,70% no Cenário 10, contra -0,21% e -0,36% para a soja. Isso reflete a geografia produtiva onde as regiões de maior crescimento da produção de milho (Mato Grosso, Rondônia e Acre) são exatamente as que mais se beneficiam de novos corredores ferroviários e hidroviários em direção ao Norte e ao Pacífico. O planejamento da infraestrutura de longo prazo deve levar em conta esse perfil diferenciado, priorizando investimentos que alinhem o traçado dos novos corredores com as regiões de maior crescimento de produção.

Conclusão

A análise dos três cenários permite chegar a três conclusões objetivas.

Primeira: a implantação de todos os projetos de infraestrutura previstos para 2035, exceto a Ferrovia Transoceânica, já é suficiente para eliminar o risco de saturação nos terminais críticos da rede, especialmente Belém, que opera hoje no limite da capacidade no milho, e para entregar economia real no custo do milho (-R\$ 4,47/t) com ganhos menores, mas existentes para a soja (-R\$ 1,88/t). Essa agenda, integralmente doméstica e com prazo de execução mais definido, deve ser tratada como prioridade de curto e médio prazo.

Segunda: a Ferrovia Transoceânica, combinada ao conjunto de projetos, entrega os maiores ganhos de eficiência desta análise: distância da soja -0,50%, custo -0,36%, distância do milho -1,10%, custo -0,70% em relação ao Atual. Esses ganhos são reais e economicamente significativos em escala agregada. Mas o corredor ferroviário, neste modelo, opera primordialmente como rota de milho, com 4,6% do volume do cereal passando por Chancay, e não de soja. A hipótese de que a Transoceânica transformaria o escoamento da soja de forma estrutural não se confirma nos dados deste cenário pois a soja continua sendo escoada pelos mesmos terminais e com participações praticamente iguais.

Terceira: o ganho marginal da Ferrovia Transoceânica sobre o conjunto de projetos, R\$ 1,40/t de soja e R\$ 0,83/t de milho, é real, mas modesto em relação ao esforço de construção envolvido. A decisão de avançar com a ferrovia deve ser baseada em análise de custo-benefício de longo prazo que vá além dos indicadores de distância e custo médio ponderado aqui avaliados, incluindo a valoração estratégica da diversificação de rotas de exportação, a captura de demanda crescente do mercado asiático via Pacífico e o potencial de indução de desenvolvimento regional nos estados do arco norte-ocidental do Brasil.

Painel comparativo consolidado: 3 cenários (todos os projetos) × indicadores-chave

Tabela 52 — Quadro comparativo consolidado: 3 cenários (todos os projetos) × indicadores-chave

INDICADOR	Atual	Todos, 2035 (Cenário 8)	Transoceânica + Todos (Cenário 10)
PANORAMA GERAL, DISTÂNCIA E CUSTO MÉDIO PONDERADO			
Dist. média, Soja (km)	15.734,86	15.716,52	15.656,31
Dist. média, Milho (km)	12.143,34	12.103,52	12.010,24
Variação dist. soja vs. Atual	—	-18 km (-0.12%)	-79 km (-0.50%)
Variação dist. milho vs. Atual	—	-40 km (-0.33%)	-133 km (-1.10%)
Custo médio, Soja (R\$/t)	908,93	907,05	905,65
Custo médio, Milho (R\$/t)	757,79	753,32	752,49

INDICADOR	Atual	Todos, 2035 (Cenário 8)	Transoceânica + Todos (Cenário 10)
Variação custo soja vs. Atual	—	R\$ -1.88/t (-0.21%)	R\$ -3.28/t (-0.36%)
Variação custo milho vs. Atual	—	R\$ -4.47/t (-0.59%)	R\$ -5.30/t (-0.70%)
Nº portos, Soja	14	19	20
Nº portos, Milho	N/D	27	28
PORTO DE SANTOS			
Participação, Soja	39,7%	40,1% (+0,4 pp)	38,7% (-1,0 pp)
Custo médio, Soja (R\$/t)	577	681	677
Util. máxima, Soja	81,3%	—	—
Participação, Milho	52,5%	52,4% (-0,1 pp)	51,6% (-0,9 pp)
Custo médio, Milho (R\$/t)	631	725	716
Util. máxima, Milho	78,9%	—	—
PORTO DE BELÉM (ARCO NORTE)			
Participação, Soja	16,3%	14,7%	13,7%
Util. máxima, Soja	83,9%	14,2%	13,3%
Participação, Milho	25,6%	22,5%	18,9%
Util. máxima, Milho	93,7%	16,0%	13,5%
PORTO DE CHANCAY (PE), NOVO NO CENÁRIO 10			
Participação, Soja	—	—	— (não absorve soja)
Participação, Milho	—	—	4,6%
Custo médio, Milho (R\$/t)	—	—	1.385
Util. máxima, Milho	—	—	3,3%
RIO GRANDE E PARANAGUÁ			
Rio Grande, part. soja	15,6%	15,6%	15,6%
Rio Grande, util. máx. soja	92,8%	—	—
Paranaguá, part. soja	13,0%	12,4%	12,4%
Paranaguá, part. milho	12,0%	11,2%	11,2%
INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA, CAPACIDADE INSTALADA			

INDICADOR	Atual	Todos, 2035 (Cenário 8)	Transoceânica + Todos (Cenário 10)
Santos (mil t/mês)	7.137	15.000	15.000
Belém (mil t/mês)	2.928	15.000	15.000
Rio Grande (mil t/mês)	2.456	15.000	15.000
Paranaguá (mil t/mês)	2.843	15.000	15.000
CORREDORES ÓRFÃOS			
Corredor, Soja	Nenhum	Uruguai ~45 mil t	Uruguai ~45 mil t
Corredor, Milho	Nenhum	Cartagena (CO) Antofagasta	Cartagena (CO) Antofagasta Chancay (ativo)

9 Limitações do método

Como toda abordagem *ex-ante*, o estudo trabalha com previsões e cenários, e não com resultados observados. Os números apresentados descrevem o que o modelo estima para cada configuração da rede, e não o que se verificaria necessariamente após a implantação das obras. Os cenários assumem, ainda, que cada projeto está integralmente implantado e operante, o que representa uma simplificação em relação aos cronogramas reais de construção e de entrada em operação. Vale lembrar, como registra a própria síntese comparativa, que se trata de um estudo preliminar, ainda em andamento, que acompanha as mudanças no sistema logístico continental.

Algumas limitações dizem respeito aos dados. A própria análise chama a atenção para o fato de que variações inferiores a cerca de 0,5% estão dentro da margem de flutuação natural dos modelos de roteamento e não devem ser interpretadas como ganhos reais de eficiência. A identificação de corredores órfãos, por sua vez, aponta fluxos que merecem acompanhamento à medida que a infraestrutura regional avança, mas que ainda não estão plenamente consolidados.

Há também limites de escopo. O modelo trata de custo logístico, rotas, distâncias e capacidade portuária, mas não substitui as avaliações ambientais e institucionais discutidas na fundamentação conceitual. A viabilidade ambiental

depende da análise dos impactos cumulativos de cada corredor (IFC, 2013; DCP, 2022), e a operação efetiva das rotas bioceânicas pressupõe cooperação e governança compartilhada entre os países envolvidos (ABREU, 2023; IPEA, 2024), dimensões que extrapolam o alcance da simulação logística. Por isso, os resultados devem ser lidos como um dos critérios de uma análise multicritério mais ampla, e não como decisão isolada (SEREBRISKY et al., 2018; ARGUELHO et al., 2023).

10 Considerações finais

A leitura conjunta dos cenários mostra que as Rotas de Integração Sul-Americana não são, em bloco, viáveis ou inviáveis: sua viabilidade depende do território, do produto e das condições de cada trecho. A síntese comparativa reforça esse ponto de forma objetiva: seis dos sete cenários alternativos não produzem melhora mensurável de distância ou de custo em relação ao cenário Atual, e o cenário Rondon reduz modestamente o custo do milho ao preço de saturar por completo o porto de Belém. O único cenário que gera um ganho estrutural expressivo é a Ferrovia Transoceânica, que encurta de forma relevante a distância e o custo da soja, mas depende de infraestrutura ferroviária ainda não implantada. Os demais corredores têm valor, sobretudo, analítico: ao revelar rotas alternativas ainda não catalogadas, mostram que a malha logística continental é mais densa e diversificada do que os dados oficiais capturam.

Para o agronegócio, portanto, as maiores oportunidades tendem a se concentrar no Quadrante Rondon e na Rota Bioceânica de Capricórnio, sobretudo para origens próximas aos corredores e quando houver transporte ferroviário ou hidroviário eficiente, ao passo que, para boa parte do país, os portos do Atlântico devem seguir mais competitivos (BARROS; CARNEIRO, 2024; MPO, 2024). Nessa perspectiva, a abertura para o Pacífico funciona como alternativa complementar, e não como substituição automática da estrutura existente. Mais do que apontar um vencedor, o exercício de simulação torna a decisão mais transparente: ao comparar cada projeto com o cenário-base, é possível medir seu efeito sobre rotas, custos, distâncias e uso dos portos antes de comprometer recursos — uma base mais sólida para selecionar investimentos por critérios múltiplos e reduzir o risco de obras caras que entregam menos do que prometem (SEREBRISKY et al., 2018; DE RUS, 2021).

11 Referências

ABREU, Silvana de. Infraestrutura regional e eixos de integração sul-americanos: os desafios da Rota Bioceânica. Campo Grande: Editora UFMS, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Corredor Ferroviário Leste-Oeste (FICO-FIOL). Brasília, DF: ANTT, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/novos-projetos-ferroviarios/Corredor%20Leste-Oeste>. Acesso em: 27 ago. 2026.

ALBERTI, Juan; PEREYRA, Andrés. IIRSA South Interoceanic Highway of Peru: a megaproject with express pre-investment. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18235/0001181>.

ARGUELHO, Joelma Fernandes; LOUBET, Luciano Furtado; DE EUGENIO, Carmen; BERGE, Pedro Pereira. Necessidade de Avaliação Ambiental Estratégica na Rota Bioceânica em Mato Grosso do Sul. Interações, Campo Grande, v. 24, n. 4, e2444167, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v24i4.4167>.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). IIRSA Estudio de Conectividad Argentina-Chile. Projeto RG-T1230. Washington, DC, 2008. Disponível em: <https://www.iadb.org/es/proyecto/RG-T1230>. Acesso em: 20 ago. 2026.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). Plan Maestro Regional de Integración y Desarrollo del Corredor Bioceánico de Capricornio (PM-CBC). Projeto RG-T4399. Washington, DC, 2023. Disponível em: <https://www.iadb.org/es/proyecto/RG-T4399>. Acesso em: 20 ago. 2026.

BARROS, Pedro Silva; CARNEIRO, Helitton Christoffer. Chancay, o Brasil e a América do Sul: considerações sobre o megaporto peruano e a integração da infraestrutura regional. Boletim de Economia e Política Internacional, Brasília, DF, n. 40, p. 131-156, set./dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/bepi40art6>.

BARROS, Pedro Silva; PADULA, Raphael; SEVERO, Luciano Wexell; SAMURIO, Sofia Escobar; GONÇALVES, Julia de Souza Borba (org.). Corredor bioceânico de Mato Grosso do Sul ao Pacífico: produção e comércio na rota da integração sul-americana. Campo Grande: UEMS; Brasília, DF: Ipea, 2020. 186 p. ISBN 978-65-89374-07-7. DOI: <https://doi.org/10.38116/978-65-89374-07-7>.

BEAUDRY, F., DEMAYNADIER, P. G., & HUNTER JR, M. L. (2008). Identifying road mortality threat at multiple spatial scales for semi-aquatic turtles. *Biological Conservation*, 141(10), 2550–2563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.016>

BORDA-DE-ÁGUA, L.; GRILO, C.; PEREIRA, H. M. Modeling the impact of road mortality on barn owl (*Tyto alba*) populations using age-structured models. *Ecological Modelling*, 276, p. 29–37, 2014.

BURROUGH, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment – Monograph on Soil and Resource. Oxford: Claredon, 194p. 1989.

CALDAS, Marcellus M.; GOODIN, Douglas; SHERWOOD, Steven; CAMPOS KRAUER, Juan M.; WISELY, Samantha M. Land-cover change in the Paraguayan Chaco: 2000–2011. *Journal of Land Use Science*, v. 10, n. 1, p. 1–18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/1747423X.2013.807314>.

CASCETTA, E. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. 2. ed. New York: Springer, 2009.

CASTRO, César Nunes de. O agronegócio e os desafios do financiamento da infraestrutura de transportes no Brasil. Brasília, DF: Ipea, 2015. 44 p. (Texto para Discussão, n. 2074). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3898/1/td_2074.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. *Custos logísticos e competitividade do agronegócio*. Relatório técnico. Brasília: CNA, 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Bruxelas: Publications Office of the European Union, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). *Transporte de cargas: abrindo novos caminhos*. Brasília, DF: CNI, 2022. 91 p. (Propostas da Indústria para as Eleições 2022, v. 7). ISBN 978-65-86075-78-6. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/64/85/64852a8d-bfc9-49e3-ad16-ef65151cc850/doc_7_-_transporte_de_cargas_web.pdf. Acesso em: 21 ago. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução CONTRAN n. 882, de 13 de dezembro de 2021. Estabelece os limites de pesos e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 dez. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8822021.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

CUNHA, Claudio Barbieri da. Modelos computacionais e algoritmos aplicados ao planejamento de rotas e logística integrada de frotas. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2022.

CUSTODIO, Leslie Moreno; CARRASCO, Jorge C. O que está em jogo na ferrovia que liga o Brasil ao Peru. Nexo Jornal, São Paulo, 2 jun. 2026. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/externo/2026/06/02/ferrovia-brasil-peru-impacto-meio-ambiente>. Acesso em: 21 ago. 2026.

DE RUS, G. Introduction to Cost–Benefit Analysis: Looking for Reasonable Shortcuts. 2. ed. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.

DEVELOPMENT CORRIDORS PARTNERSHIP (DCP). Impact assessment for corridors: from infrastructure to development corridors. HOBBS, Jonathan; JUFFE-BIGNOLI, Diego (ed.). Cambridge: DCP, 2022. Disponível em: <https://ccsi.columbia.edu/sites/ccsi.columbia.edu/files/content/docs/ccsi-impact-assessment-development-corridors.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

DORNAS, R.A.P.; TEIXEIRA, F.; GONSIOROSKI, G.; NOBREGA, R.A.A. Strain by the train: Patterns of toad fatalities on a Brazilian Amazonian railroad. Science of Total Environment, v.660, pp. 493–500, 2019.

FEARNSIDE, Philip M. Highway construction as a force in the destruction of the Amazon forest. In: VAN DER REE, Rodney; SMITH, Daniel J.; GRILO, Clara (ed.). Handbook of road ecology. Chichester: Wiley Blackwell, 2015. cap. 51, p. 414–424. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch51>.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). Vehicle characteristics affecting safety. In: Comprehensive truck size and weight study. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 1995. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/reports/tswstudy/vehiclsaf.htm>. Acesso em: 20 ago. 2026.

FLYVBJERG, B. Survival of the unfittest: why the worst infrastructure gets built. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 25, n. 3, p. 344–367, 2009.

GLOBO ECONOMIA. Ferrovia para ligar o Atlântico ao Pacífico: veja o que se sabe até agora do projeto do Brasil com a China. G1, São Paulo, 8 jul. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2025/07/08/ferrovia-para-ligar-o-atlantico-ao-pacifico-veja-o-que-se-sabe-ate-agora-do-projeto-do-brasil-com-a-china.ghtml>. Acesso em: 21 ago. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Corredores Bioceânicos: integração, governança compartilhada e desenvolvimento de infraestrutura na América do Sul. Brasília: IPEA, 2024.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). Good practice handbook on cumulative impact assessment and management: guidance for the private sector in emerging markets. Washington, DC: IFC, 2013. 102 p. Disponível em: <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2013/publications-handbook-cumulativeimpactassessment>. Acesso em: 20 ago. 2026.

JAEGER, J. A. G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling*, 185, n. 2, p. 329–348, 2005.

KLEINSCHROTH, Fritz; HEALEY, John R. Impacts of logging roads on tropical forests. *Biotropica*, v. 49, n. 5, p. 620–635, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12462>.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 24, n. 12, p. 659–669, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>.

MARQUES, Tomás Costa de Azevedo; CAMPOS, Reinaldo. Uma análise do comércio bilateral Brasil-China: a deterioração dos termos de troca e o caso da soja. *Revista Tempo do Mundo*, Brasília, DF, n. 24, p. 379–402, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.38116/rtm24art13>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). Nota Balança do Agronegócio I – 2025 (janeiro a dezembro). Brasília, DF: MAPA, 2026. Disponível em:

https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/Notaimprensa12_2025.docx. Acesso em: 20 ago. 2026.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). Rotas de Integração Sul-Americana. Brasília, DF, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/assuntos-internacionais-e-desenvolvimento/rotas-de-integracao-sul-americana>. Acesso em: 20 ago. 2026.

NAZÁRIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, P.F.; (2000) O Papel do transporte na estratégia Logística. Artigo publicado na revista Tecnológica, visto no site: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm>

NOVAES, Antonio Galvão. Sistemas de transporte e logística: modelagem, análise e dinâmica regional. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

OLIVEIRA, Leise Kelli de. Modelagem computacional e dinâmica de sistemas aplicadas ao transporte de cargas. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG, 2021.

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. Modelling Transport. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

PEDREIRA JUNIOR, J., NASCIMENTO, A. Avaliação do desempenho logístico do futuro transportes de cargas na Ferrovia de Integração Oeste Leste via Simulação de Eventos Discretos. XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Porto de Galinhas – PE. 2015

PEREIRA, E. J. de A. L.; RIBEIRO, L. C. de S.; FREITAS, L. F. da S.; PEREIRA, H. B. B. (2020). Brazilian policy and agribusiness damage the Amazon rainforest. Land Use Policy, v. 92, 104491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104491>.

PERU. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Decreto Supremo n. 058-2003-MTC, de 7 de outubro de 2003. Aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos. Lima: MTC, 2003. Disponível em: https://drtcayacucho.gob.pe/dct/dtsv/ds_058-2003-MTC.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

PRITSKER, A.A.B. Principles of Simulation Modeling. P. 31-51. In: BANKS, J. Handbook of Simulation. John Wiley & Sons, Inc. 1998.

ROBERTS, Mark; MELECKY, Martin; BOUGNA, Théophile; XU, Yan (Sarah). Transport corridors and their wider economic benefits: a quantitative review of the literature. *Journal of Regional Science*, v. 60, n. 2, p. 207-248, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jors.12467>.

RONDINELLI, D.; BERRY, M. Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy. *European Management Journal*, 18, n. 4, p. 398-410, 2000.

SANTOS DE LIMA, Letícia et al. Severe droughts reduce river navigability and isolate communities in the Brazilian Amazon. *Communications Earth & Environment*, v. 5, art. 370, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01530-4>.

SANTOS, Lucas Ribeiro dos; FERREIRA, Marieli. Da IIRSA às rotas de integração sul-americana: uma análise do projeto atual. *Monções: Revista de Relações Internacionais da UFGD*, v. 14, n. 28, 2025. Disponível no Repositório Digital Unila / OJS UFGD. Disponível em <https://dspace.unila.edu.br/items/7f113a0a-4082-46b8-b725-9b4aab8f8bcd>

SCHULZ, Christopher et al. Physical, ecological and human dimensions of environmental change in Brazil's Pantanal wetland: synthesis and research agenda. *Science of the Total Environment*, v. 687, p. 1011-1027, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.023>.

SEREBRISKY, Tomás; WATKINS, Graham George; RAMIREZ, Maria Cecilia; MELLER, Hendrik; FRISARI, Giovanni Leo; MELO, Rahissa; GEORGOULIAS, Andreas. IDBG framework for planning, preparing, and financing sustainable infrastructure projects: IDB Sustainable Infrastructure Platform. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18235/0001037>.

TISLER, T. R.; TEIXEIRA, F. Z; NÓBREGA, R. A. A. Conservation opportunities and challenges in Brazil's roadless and railroad-less areas. *Science Advances*, 8(9). 2002. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi5548>

TOVAR, Carolina et al. Understanding climate change impacts on biome and plant distributions in the Andes: challenges and opportunities. *Journal of Biogeography*, v. 49, n. 8, p. 1420-1442, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.14389>.

VILLEN, Felipe Borim; FERREIRA, Tiago Toledo; NUNES, Bernardo Furtado; DALTO, Edson José; PINTO, Marco Aurélio Cabral; COSTA, Paulo Marcelo Raposo Machado. Descarbonização no transporte de cargas: alteração estrutural da matriz logística versus ganhos de eficiência nos modos de transporte. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Descarbonização dos transportes: perspectivas diante da transição energética. Rio de Janeiro: BNDES, 2025. p. 131-154. ISBN 978-65-87493-08-4. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/27428>. Acesso em: 20 ago. 2026.