



Perdas na logística de grãos sólidos agrícolas no Brasil

Thiago Guilherme Péra

Coordenador Técnico do Grupo ESALQ-LOG

26/03/2018

Piracicaba - SP



Contextualização

Desafios da agricultura do Século XXI:

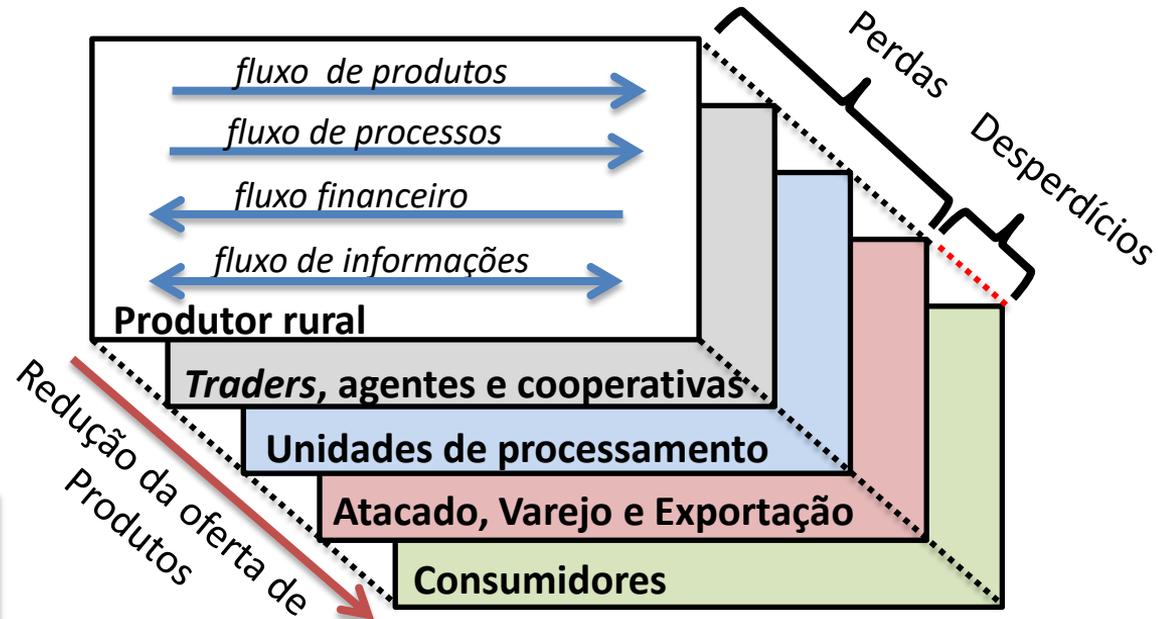
- 1) Atender uma demanda crescente de alimentos com uma dieta mais diversificada e protéica;
- 2) De uma população cada vez mais crescente e urbana (2050 = 9,8 bilhões de pessoas);
- 3) Com uma diversidade de matéria-prima e demanda para produção de bioenergia/biocombustíveis e adaptações às mudanças climáticas;
- 4) Com uma parcela da população em estado de subnutrição;
- 5) E uma preocupação da sociedade cada vez maior com a **segurança alimentar!**

Contextualização

Contribuição da logística na segurança alimentar: Estabilizar a oferta da produção agropecuária ao longo da cadeia de suprimentos, no menor custo logístico possível e na qualidade desejada.

Atividades Logísticas

- operações de pós-colheita
- secagem
- armazenagem
- acondicionamento
- transporte
- distribuição
- exportação



Logística desejada na Segurança Alimentar:

Produção = Consumo + Processamento
Menor Custo Logístico Possível
Melhor Qualidade do Produto Possível

Contextualização

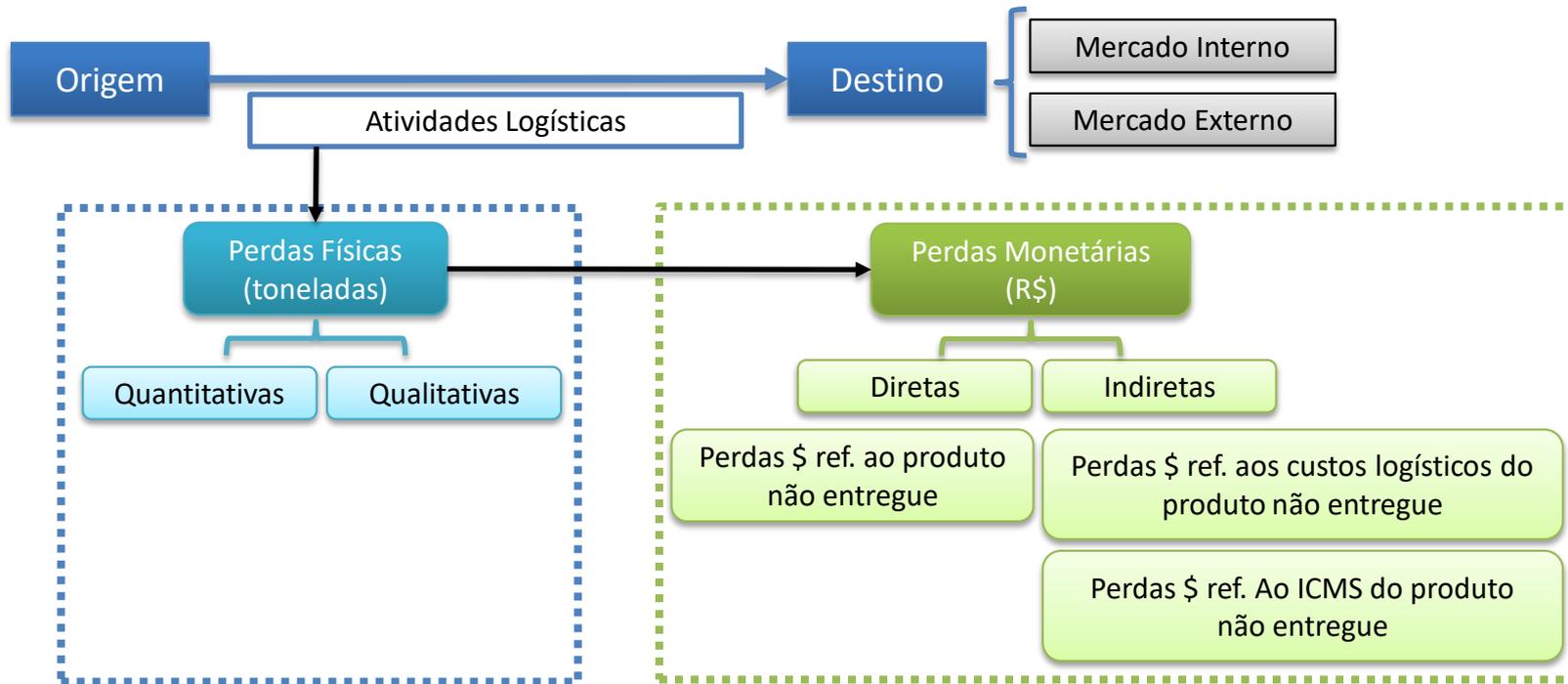
Conceito de perdas na agrologística de graneis sólidos agrícolas:

Referem-se as perdas em massa de todas as atividades logísticas de transporte e armazenagem desde a etapa subsequente à colheita até a entrega no destino final dentro do território nacional e antes do processamento ou consumo.

PERDAS NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DE GRÃOS NO BRASIL



Perdas nas atividades logísticas de grãos



Fonte: ESALQ-LOG (2016)

Perda na atividade logística = desperdício de recursos produtivos e ambientais

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Conceitos de perda e quebra técnica no transporte

- **Perda no transporte:** diferença de peso entre a origem e o destino.
- **Quebra técnica:** relação comercial entre embarcadores e prestadores de serviço de transporte.
- **Método de mensuração:** Verificação de documentos de pesagem.

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Conceitos de perda e retenção técnica nos terminais ferroviários, hidroviários e portuários

- **Retenção técnica:** quantidade estabelecida em contrato no qual o prestador de serviço do terminal retém do embarcador.
- **Método de mensuração:** Inventários periódicos (balanço de entrada e saída e/ou constatação volumétrica).
- **Perda:** diferença entre a quantidade de entrada e saída do terminal, mensurada no final do ano ou safra.

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Conceitos de perda e sobretaxa de armazenagem

Sobretaxa: o embarcador paga um percentual do preço do produto para uma quantidade armazenada por quinzena e o armazenador é obrigado a indenizar todos os tipos de perdas ao embarcador.

- **Método de mensuração:** Inventários periódicos (balanço de entrada e saída e/ou constatação volumétrica).
- **Perda:** diferença entre a quantidade de entrada e saída do terminal, mensurada no final do ano ou safra.

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Indicadores referências para quantificação das perdas

Operação agrologística	Indicador de perda (%)
Transporte rodoviário de transferência (fazenda-armazém externo) ¹	0,500%
Transporte rodoviário (destino: portos, centros consumidores e terminais multimodais)	Vias de “boa” qualidade ² 0,132%
	Vias de “não boa” qualidade ² 0,267%
Transporte Ferroviário ²	0,170%
Transporte Hidroviário ²	0,170%
Armazenagem (nível fazenda ou externa) ³	0,900%
Terminais Portuários, Ferroviários e Hidroviários ²	0,250%

¹Fontes: APROSOJA (2015), Nascimento et al. (2016) e EMBRAPA (1997), ²Pesquisa com agentes do setor a partir das premissas consideradas e ³SIARMA (2015).

Perdas nas atividades logísticas de grãos

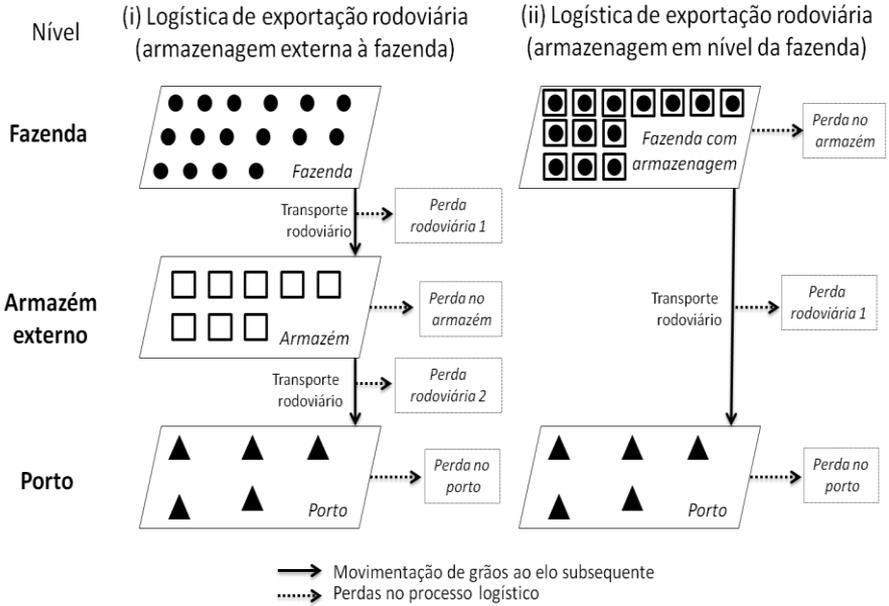
Índices de Perdas

Perdas em função de diferentes atividades logísticas:

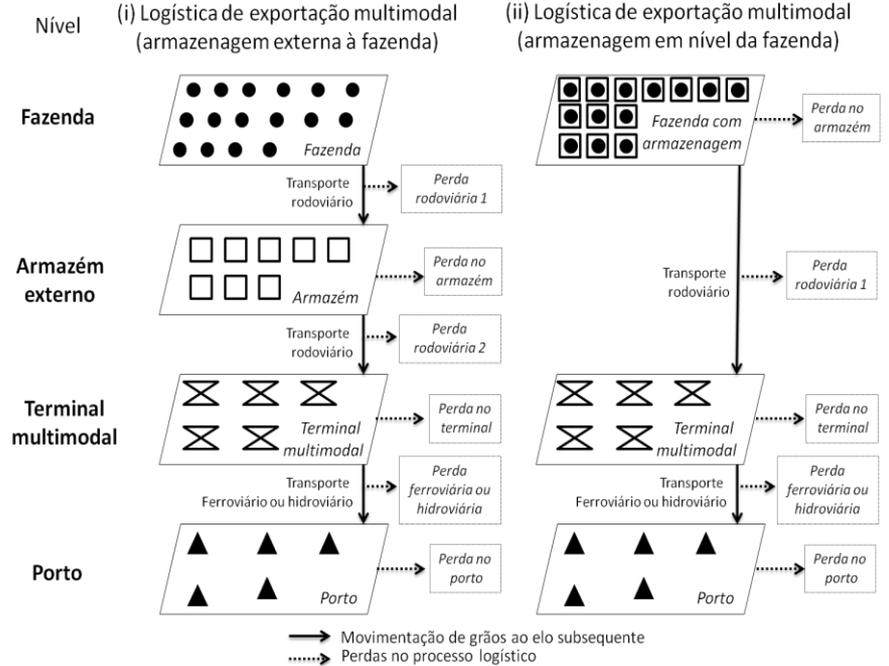
- Perdas ocorrem em função de diferentes atividades logísticas:
 - ✓ Armazenagem: (i) Inexistência da operação de armazenagem; (ii) Armazenagem em nível de fazenda; Ou, (iii) Armazenagem externa à fazenda.
 - ✓ Qualidade das rodovias: (i) Boa ou (ii) Não boa.
 - ✓ Modalidade de transporte: (i) Unimodal ou (ii) Multimodal.
 - ✓ Canal de comercialização: (i) Exportação ou (ii) Mercado Interno.

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Índices de Perdas:



Rede da agrologística unimodal de grãos para exportação envolvendo perdas para duas situações: (i) armazenagem externa à fazenda e (ii) armazenagem em nível da fazenda.



Rede da agrologística multimodal de grãos para exportação envolvendo perdas para duas situações: (i) armazenagem externa à fazenda e (ii) armazenagem em nível da fazenda.

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Índices de Perdas na agrologística de grãos no Brasil

Agrologística de grãos	Armazenagem		Qualidade das vias rodoviárias		Modalidade		Canal de comercialização		Índice de perda na agrologística (%)
	Sem	Externa à fazenda	Nível de fazenda	“Boa”	“Não boa”	Unimodal	Multimodal	Exportação	
1		•			•			•	1.905%
2			•		•			•	1.412%
3		•		•	•			•	1.772%
4			•	•	•			•	1.278%
5		•			•			•	2.316%
6			•		•			•	1.825%
7		•		•				•	2.184%
8			•	•			•	•	1.692%
9		•			•				1.659%
10			•		•			•	1.165%
11		•		•	•			•	1.526%
12			•	•	•			•	1.031%
13		•			•		•	•	2.071%
14			•		•			•	1.579%
15		•		•			•	•	1.939%
16			•	•			•	•	1.446%
17	•				•			•	0.516%
18	•			•	•			•	0.382%
19	•				•		•	•	0.934%
20	•			•			•	•	0.800%
21	•				•			•	0.267%
22	•			•	•			•	0.132%
23	•				•		•	•	0.685%
24	•			•			•	•	0.551%

Perdas nas atividades logísticas de grãos

Função de Perdas na agrologística de grãos no Brasil

$$\text{PERDA}_{\text{aimk}} = \sum_a^2 \beta_a \text{Armazém}_a + \beta_3 \text{Qualidade via}_i + \beta_4 \text{Modalidade}_m \\ + \beta_5 \text{Canal Comercialização}_k + \alpha + \varepsilon$$

Coeficientes da função de perdas na agrologística de grãos

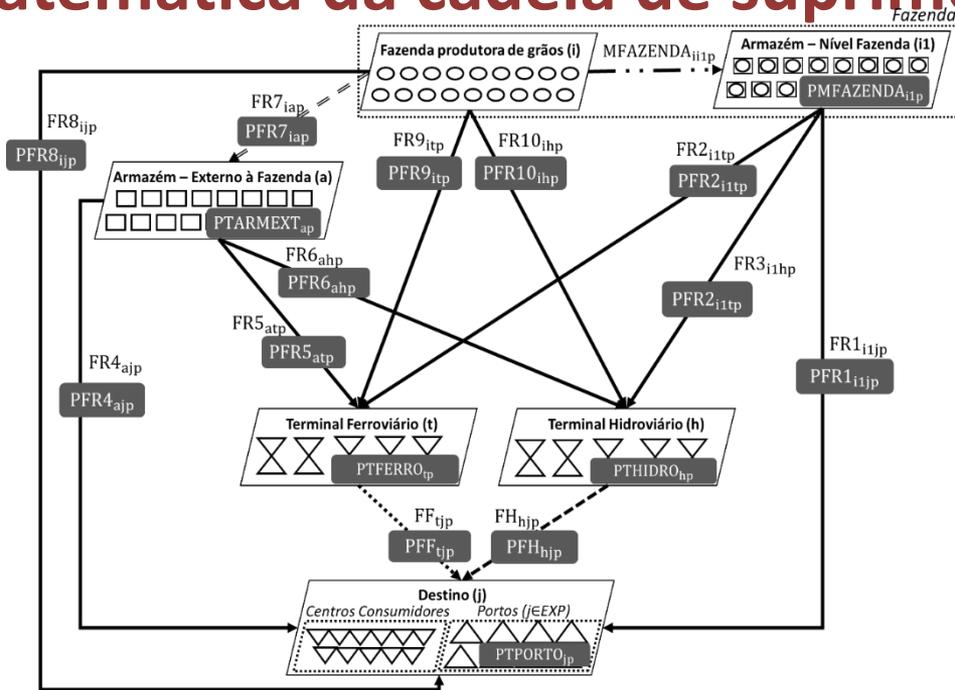
Variáveis	Sinal	Coeficientes	Unidade
Interseção (α)	(+)	0,269	%
ArmazémFazenda(β_1)	(+)	0,895	%
ArmazémExterno (β_2)	(+)	1,388	%
QualidadeViaBoa (β_3)	(-)	-0,134	%
Multimodalidade (β_4)	(+)	0,415	%
Exportação (β_5)	(+)	0,247	%

QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS FÍSICAS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS NA LOGÍSTICA BRASILEIRA DE GRÃOS E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO



Quantificação das perdas e estratégias de redução

Modelagem matemática da cadeia de suprimentos de grãos



Legenda

- Transferência do produto p da fazenda para o armazém interno
- ⇒ Movimentação da fazenda para o armazém externo à fazenda do produto p
- Transporte rodoviário do produto p (impactado pela qualidade da via do par origem-destino)
- ⋯→ Transporte ferroviário do produto p
- ⋯→ Transporte hidroviário do produto p
- Perda na operação agrologística

Quantificação das perdas e estratégias de redução

Modelagem matemática da cadeia de suprimentos de grãos

Categoria de atividades logísticas	Atividades logísticas de grãos
Transporte Rodoviário	1. Movimentação da fazenda ao armazém externo à fazenda
	2. Movimentação da fazenda ao centro consumidor (mercado doméstico) ou porto (mercado externo)
	3. Movimentação da fazenda ao terminal ferroviário
	4. Movimentação da fazenda ao terminal hidroviário
	5. Movimentação do armazém externo à fazenda ao centro consumidor (mercado doméstico) ou porto (mercado externo)
	6. Movimentação do armazém externo à fazenda ao terminal ferroviário
	7. Movimentação do armazém externo à fazenda ao terminal hidroviário
Transporte Ferroviário	8. Movimentação do terminal ferroviário ao terminal de destino (centro consumidor ou porto)
Transporte Hidroviário	9. Movimentação do terminal hidroviário ao terminal de destino (centro consumidor ou porto)
Armazenagem	10. Atividade de armazenagem de grãos em nível da fazenda
	11. Atividade de armazenagem de grãos em nível externo à fazenda
Transbordo e armazenagem nos Terminais	12. Atividade de transbordo e armazenagem no terminal ferroviário
	13. Atividade de transbordo e armazenagem no terminal hidroviário
	14. Atividade de transbordo e armazenagem no terminal portuário

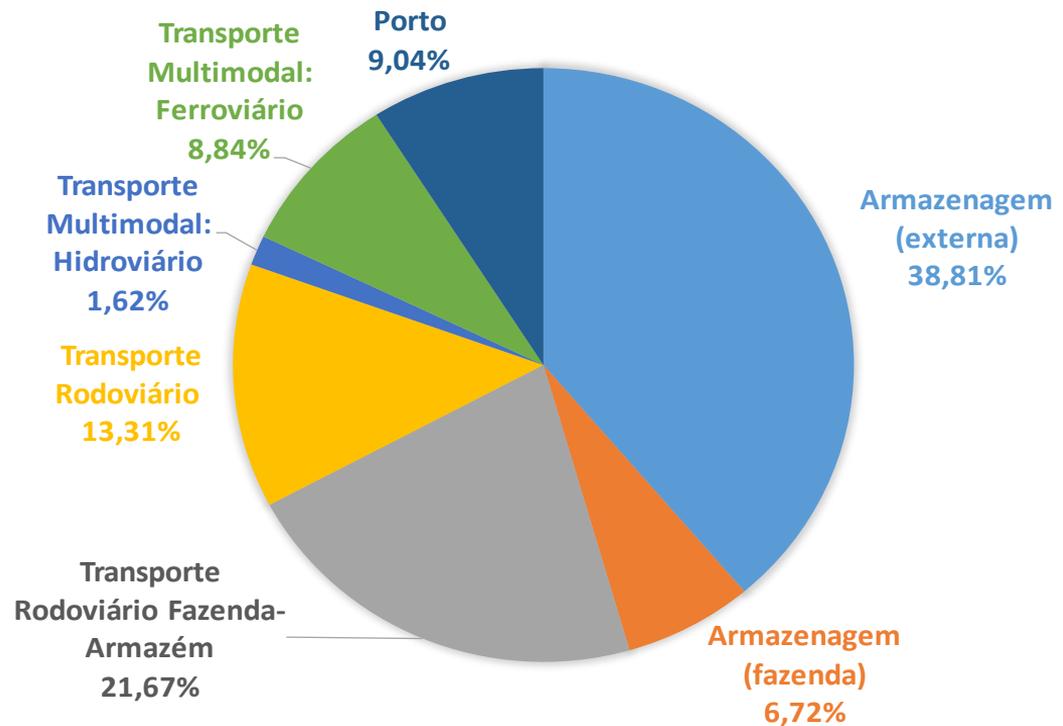
Quantificação das perdas e estratégias de redução

Dimensão das perdas na agrologística de grãos no Brasil

Indicadores	Soja	Milho	Grãos (Soja e Milho)
Perdas físicas (milhão t)	1,076	1,304	2,381
Perdas físicas (% produção)	1,102%	1,535%	1,303%
Perdas econômicas (milhão R\$)	1.317 (95.6% custos de oportunidade e 4.4% custos logísticos)	722 (92% custos de oportunidade e 8% custos logísticos)	2.039 (94,3% custos de oportunidade e 5,7% custos logísticos)
Perdas ambientais (t CO ₂ adicionadas)	21.533	17.368	39.901
Perdas ambientais (% de CO ₂ adicionadas)	1,53%	1,15%	1,33%

Quantificação das perdas e estratégias de redução

Perdas físicas de grãos por atividade logística no Brasil



Armazenagem total: 45,53%

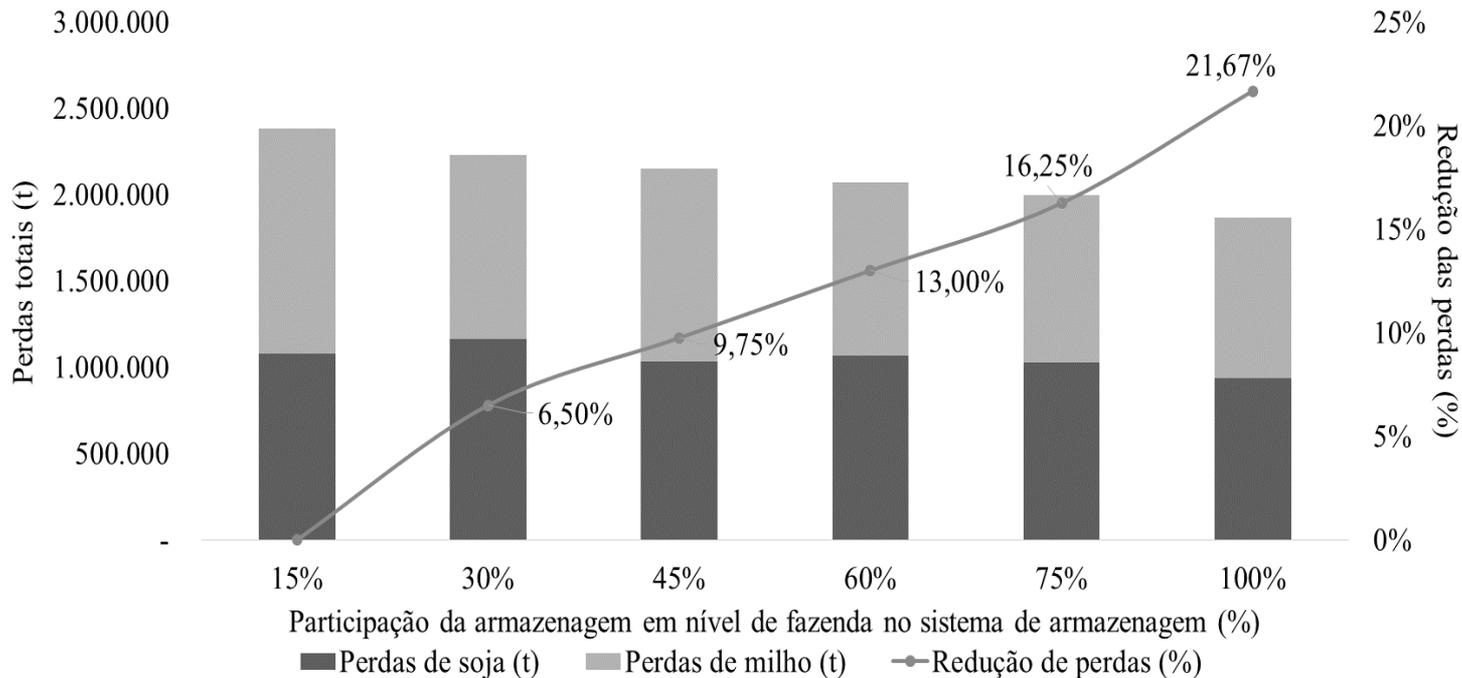
Quantificação das perdas e estratégias de redução

Perdas físicas de grãos (soja e milho) por estado produtor

Ranking da produção ¹	Unidade Federativa	Soja			Milho			Grãos (soja e milho)		
		Produção (mil t)	Perdas (mil t)	Perdas (%) ²	Produção (mil t)	Perdas (mil t)	Perdas (%) ²	Produção (mil t)	Perdas (mil t)	Perdas (%) ²
1	Mato Grosso	27.971,43	268,13	0,960%	21.440,78	378,74	1,766%	49.412,21	646,87	1,309%
2	Paraná	17.295,71	207,02	1,197%	15.835,78	254,60	1,608%	33.131,49	461,62	1,393%
3	Rio Grande do Sul	15.753,20	273,26	1,736%	5.548,32	82,70	1,491%	21.301,52	355,96	1,671%
4	Goiás	8.633,79	80,57	0,934%	9.525,62	169,48	1,779%	18.159,41	250,05	1,377%
5	Mato Grosso do Sul	7.336,88	33,96	0,464%	9.770,22	136,19	1,394%	17.107,10	170,15	0,995%
6	Minas Gerais	3.517,06	49,11	1,396%	6.748,81	100,17	1,484%	10.265,87	149,28	1,454%
7	Bahia	4.533,58	63,05	1,391%	2.631,65	7,14	0,271%	7.165,23	70,19	0,980%
8	São Paulo	2.356,88	22,64	0,960%	4.627,31	66,06	1,428%	6.984,19	88,70	1,270%
9	Santa Catarina	1.984,73	13,67	0,689%	3.070,80	49,36	1,607%	5.055,53	63,03	1,247%
10	Maranhão	2.104,65	16,73	0,794%	1.355,47	18,61	1,373%	3.460,12	35,34	1,021%
11	Tocantins	2.418,28	28,05	1,160%	614,75	10,09	1,641%	3.033,03	38,14	1,257%
12	Piauí	1.778,69	4,80	0,270%	1.053,23	1,43	0,136%	2.831,92	6,23	0,220%
13	Pará	1.026,73	6,75	0,657%	746,26	6,44	0,863%	1.772,99	13,19	0,744%
14	Rondônia	748,44	7,51	1,005%	777,54	13,44	1,729%	1.525,98	20,95	1,373%
15	Distrito Federal	181,63	0,24	0,132%	530,52	7,19	1,355%	712,15	7,43	1,043%
16	Sergipe	-	-	-	489,06	0,76	0,155%	489,06	0,76	0,155%
17	Acre	-	-	-	90,69	0,48	0,529%	90,69	0,48	0,529%
18	Ceará	-	-	-	86,45	1,03	1,191%	86,45	1,03	1,191%
19	Roraima	54,52	1,04	1,908%	12,96	0,20	1,563%	67,48	1,24	1,838%
20	Amapá	28,95	0,24	0,817%	-	-	-	28,95	0,24	0,829%
21	Espírito Santo	-	-	-	18,19	0,30	1,659%	18,19	0,30	1,649%
22	Pernambuco	-	-	-	11,90	0,03	0,267%	11,90	0,03	0,252%
23	Alagoas	-	-	-	10,80	0,16	1,525%	10,80	0,16	1,481%
24	Amazonas	-	-	-	9,01	0,09	0,984%	9,01	0,09	0,999%
25	Paraíba	-	-	-	1,73	0,00	0,267%	1,73	0,00	0,267%
26	Rio de Janeiro	-	-	-	1,04	0,02	1,525%	1,04	0,02	1,923%
<i>Brasil</i>		<i>97.725,14</i>	<i>1.076,76</i>	<i>1,102%</i>	<i>85.008,88</i>	<i>1.304,72</i>	<i>1,535%</i>	<i>182.734,02</i>	<i>2.381,48</i>	<i>1,303%</i>

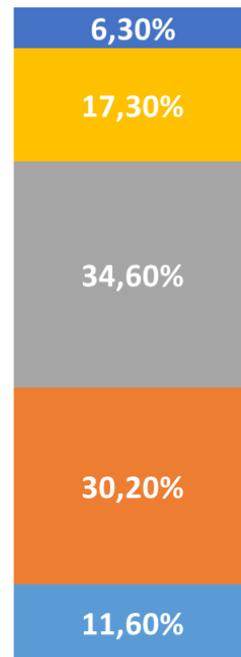
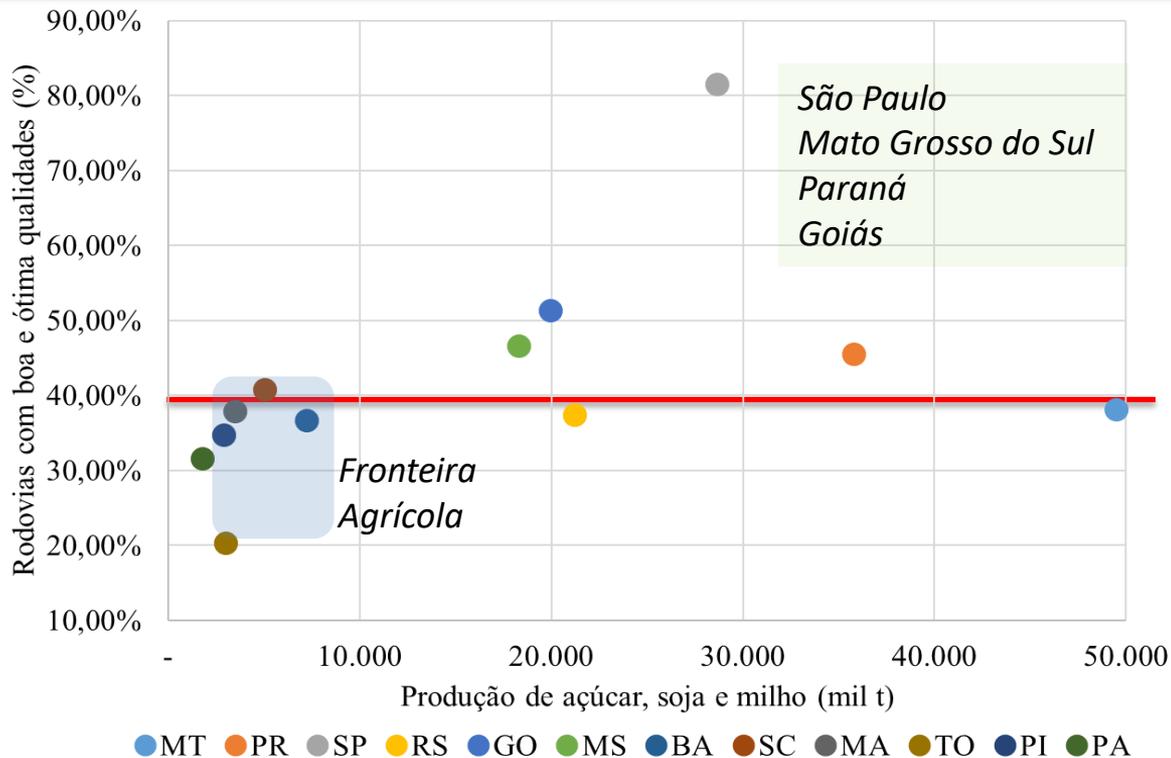
Quantificação das perdas e estratégias de redução

Análise de cenário: Ampliação da capacidade de armazenagem



Quantificação das perdas e estratégias de redução

QUALIDADE DA VIA vs. PRODUÇÃO AGRÍCOLA



Classificação via - Estado Geral (Brasil)

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

Quantificação das perdas e estratégias de redução

Análise de cenário: Melhoria na qualidade rodoviária

Ranking (produção de grãos)	Unidade Federativa	Milho			Soja		
		Cenário real (mil t)	Cenário melhorado (mil t)	Redução de perdas (%) ²	Cenário real (mil t)	Cenário melhorado (mil t)	Redução de perdas (%) ²
1	Mato Grosso	378,74	336,42	11,17%	268,13	238,24	11,15%
2	Paraná	254,6	246,28	3,27%	207,02	188,2	9,09%
3	Rio Grande do Sul	82,7	75,27	8,98%	273,26	252,22	7,70%
4	Goiás	169,48	166,19	1,94%	80,57	76,54	5,01%
5	Mato Grosso do Sul	136,19	138,71	-1,85%	33,96	36,57	-7,67%
6	Minas Gerais	100,17	93,1	7,06%	49,11	44,67	9,04%
7	Bahia	7,14	5,47	23,41%	63,05	56,97	9,64%
8	São Paulo	66,06	66,06	0,00%	22,64	22,64	0,01%
9	Santa Catarina	49,36	47,26	4,25%	13,67	12,97	5,15%
10	Maranhão	18,61	17,13	7,93%	16,73	13,92	16,79%
11	Tocantins	10,09	10,61	-5,20%	28,05	28,88	-2,97%
12	Piauí	1,43	1,39	2,78%	4,8	2,4	50,10%
13	Pará	6,44	5,44	15,53%	6,75	5,37	20,49%
14	Rondônia	13,44	12,18	9,38%	7,51	6,51	13,36%
15	Distrito Federal	7,19	7,17	0,26%	0,24	0,24	0,10%
16	Sergipe	0,76	0,69	9,19%	-	-	-
17	Acre	0,48	0,36	26,02%	-	-	-
18	Ceará	1,03	0,97	6,20%	-	-	-
19	Roraima	0,2	0,19	7,47%	1,04	0,97	7,02%
20	Amapá	-	-	-	0,24	0,2	17,59%
21	Espírito Santo	0,3	0,28	7,55%	-	-	-
22	Pernambuco	0,03	0,02	47,66%	-	-	-
23	Alagoas	0,16	0,16	2,92%	-	-	-
24	Amazonas	0,09	0,08	14,95%	-	-	-
25	Paraíba	0,01	0,01	0,00%	-	-	-
26	Rio de Janeiro	0,02	0,02	20,35%	-	-	-
	<i>Brasil</i>	<i>1.304,71</i>	<i>1.231,44</i>	<i>5,62%</i>	<i>1.076,77</i>	<i>987,48</i>	<i>8,29%</i>

Quantificação das perdas e estratégias de redução

Análise de cenário: Melhoria na qualidade rodoviária (Transporte Rodoviário Fazenda-Armazém)

Diagnósticos (cenários)	Indicador de perda na operação avaliada (%)	Perdas totais de grãos (t)	Potencial de redução das perdas ¹
Real	0,500%	2.381.480	-
Indicador de Qualidade da via "não boa"	0,267%	2.140.357,37	10,1%
Indicador de Qualidade da via "boa"	0,132%	2.001.164,58	16,0%

PERDAS NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DE AÇÚCAR EM SÃO PAULO



Quantificação das perdas e estratégias de redução

Quantificação das perdas físicas e econômicas para exportação de açúcar

Multimodal

Etapas	Unidade	Valor
Quantidade embarcada na usina	t	1.007.577,74
Quantidade transportada no modal rodoviário p/ terminal ferroviário	t	1.007.577,74
Perdas no transporte rodoviário	t	675,08
Quantidade embarcada no terminal ferroviário	t	1.006.902,66
Retenção ferroviária	t	3.222,09
Quantidade transportada no modal ferroviário	t	1.003.680,57
Perdas no transporte ferroviário	t	1.174,31
Quantidade embarcada no Porto	t	1.002.506,27
Perdas no porto	t	2.506,27
Quantidade exportada	t	1.000.000,00
Perda física total	t	7.577,74
Perda física relativa	%	0,752%
Perda monetária direta	R\$	6.468.356,76
Perda monetária referente ao custo logístico	R\$	644.107,69
Perda monetária total	R\$	7.112.464,44

Rodoviário

Etapas	Unidade	Valor
Quantidade embarcada na usina	t	1.002.837,20
Quantidade transportada no modal rodoviário	t	1.002.837,20
Perdas no transporte rodoviário	t	330,94
Quantidade desembarcada no Porto	t	1.002.506,27
Perdas no porto	t	2.506,27
Quantidade exportada	t	1.000.000,00
Perda física total	t	2.837,20
Perda física relativa	%	0,283
Perda monetária direta	R\$	2.421.835,58
Perda monetária referente ao custo logístico	R\$	198.604,13
Perda monetária total	R\$	2.620.439,71

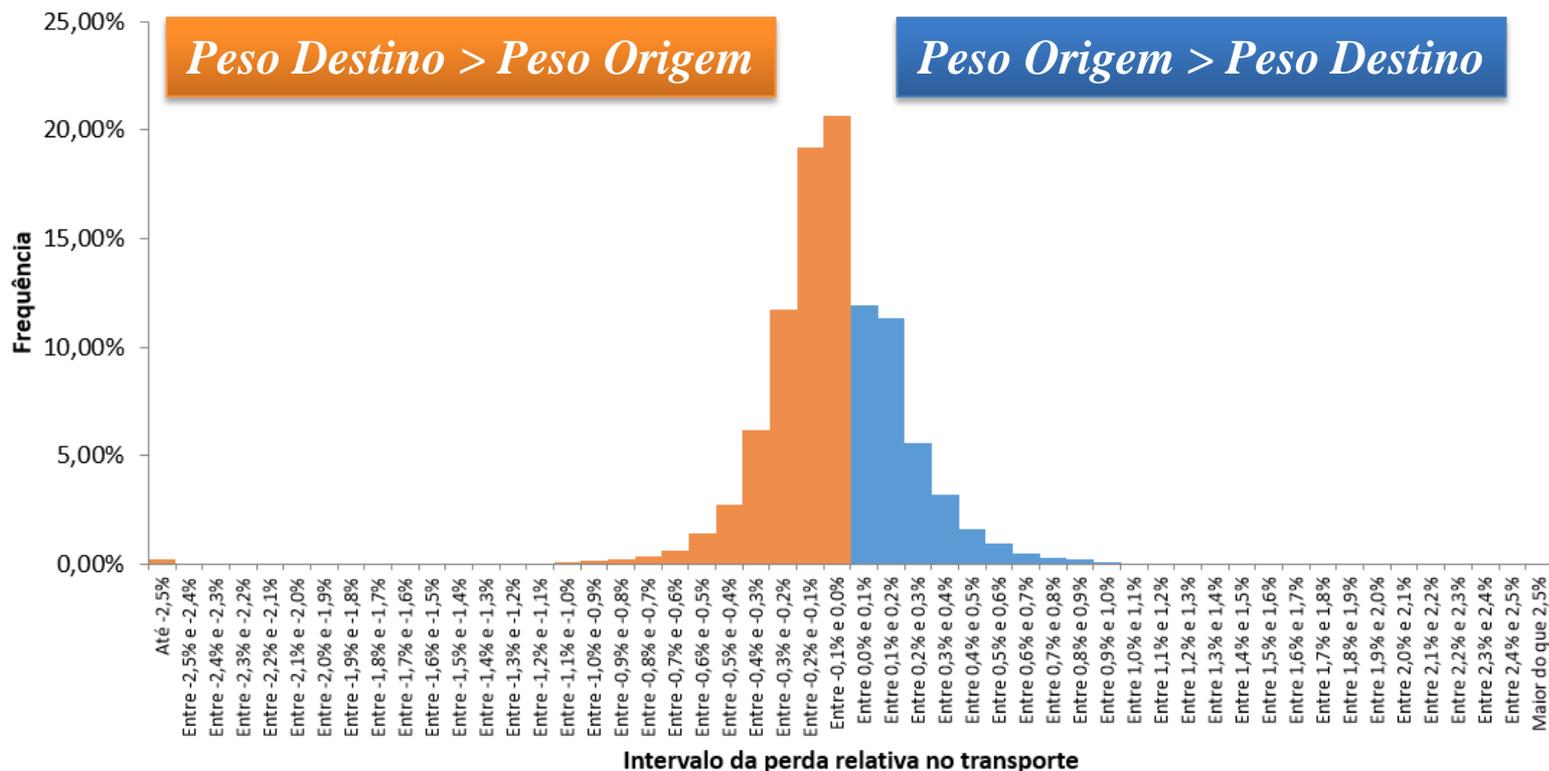
Quantificação das perdas e estratégias de redução

Estratégias para mitigação de perdas

- ✓ Perdas relativas baixas vs. perdas totais elevadas
- ✓ Incentivo à renovação de frota no país
- ✓ Estabelecimento de protocolos e rotinas de fiscalização de operações logísticas
- ✓ Treinamento de profissionais
- ✓ Ampliação da capacidade na fazenda
- ✓ Melhoria nas condições das rodovias brasileiras
- ✓ Melhoria nos coeficientes gerenciais e técnicos em todas as operações/atividades logísticas
- ✓ Calibragem periódica de balanças

Quantificação das perdas e estratégias de redução

Diferença de Peso = Peso na Origem – Peso no Destino



Quantificação das perdas e estratégias de redução

Possíveis causas para a ocorrência de diferenças/erros nas pesagens (**erros de balança**):

- Balanças não aferidas corretamente ou sem aferição durante o período de tempo recomendado;
- Células de pesagem da balança comprometidas;
- Presença de sedimentos (sujeiras) na balança ou no equipamento de transporte;
- Diferença entre os tipos de balanças (balança estática e balança de fluxo, por exemplo);
- Diferença entre a precisão da balanças;
- Balança subdimensionada para o objeto pesado; e
- Balança superdimensionada para o objeto pesado.

Contribuições do Grupo ESALQ-LOG na temática de perdas

- ✓ Estudos setoriais das perdas na cadeia de suprimentos
- ✓ Laudos técnicos de diagnósticos de perdas nas atividades logísticas
- ✓ Otimização de sistemas logísticos para redução das perdas
- ✓ Análise de impactos econômicos e ambientais das perdas
- ✓ Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita (FAPESP)
- ✓ Artigos científicos disponibilizados na Biblioteca do ESALQ-LOG

Produtos avaliados:

- Não perecíveis: açúcar, milho, trigo e soja.
- Perecíveis: hortifrúti.



Referências

- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA – APROSOJA. **Aprosoja lança cartilha para minimizar perdas**. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/comunicacao/release/aprosoja-lanca-cartilha-para-minimizar-perdas>>. Acesso em nov 16.
- CAMPOS, M.G. **Avaliação da quebra técnica e qualidade do milho a granel, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento**. Tese (Doutorado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- CANEPPELE, C.; SARDINHA, S.H.A. Fontes de perdas no transporte de milho da lavoura até a unidade armazenadora. **XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Capacidade estática de armazenagem**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1077&t=>>. Acesso em 05 out. 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa rodoviária CNT 2015**. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>> Acesso em: 4 nov. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Perdas de grãos na cultura de milho: pré-colheita, colheita, transporte e armazenagem**. Circular Técnica (INFOTECA-E), nº 24, EMBRAPA-CNPMS, 1997.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint**. Roma, Itália. 2013. ior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.
- PÉRA, T.G. **Modelagem das perdas na agrológica de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática**. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- SEMPREBOM, P.A. **Perdas no transporte agrícola**. Monografia (MBA). Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra e Faculdade Arthur Thomas. Londrina, 2008.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ARMAZENAGEM – SIARMA. **Relatório de tarifas de armazenagem de 2015**. Disponível em: <<http://esalqlog.esalq.usp.br/siarma/>>. Acesso em out. 2016.



Obrigado!
Thiago Guilherme Péra
+551934294580
thiago.pera@usp.br

