



Smart Contracts para Rastreamento da Agricultura Familiar

Fábio R. Silva - UNIPAMPA

Bruno B. Neves - PUCRS

Henrique Fan - UNIPAMPA

Roben C. Lunardi - IFRS

Diego Kreutz - UNIPAMPA

Rodrigo B. Mansilha - UNIPAMPA



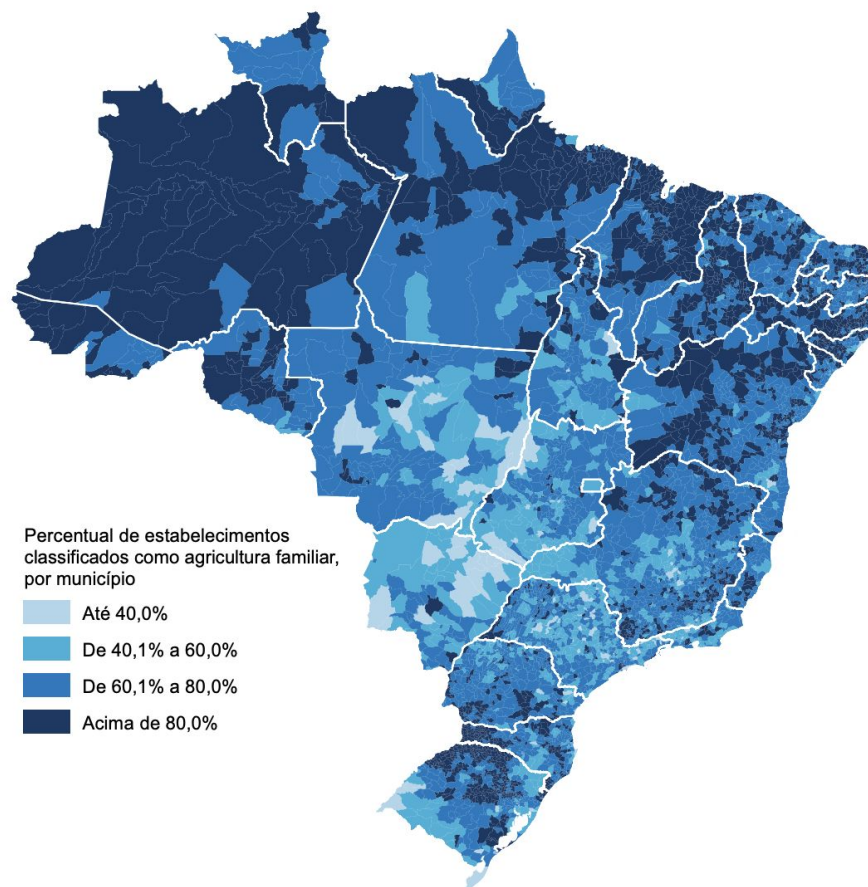
Agricultura Familiar



Imagem: <https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2024/10/o-brasil-que-alimenta-uma-celebracao-a-agricultura-familiar>

Agricultura Familiar: Brasil

Cartograma - Percentual de estabelecimentos caracterizados como de agricultura familiar em relação ao total de estabelecimentos, por municípios - 2017



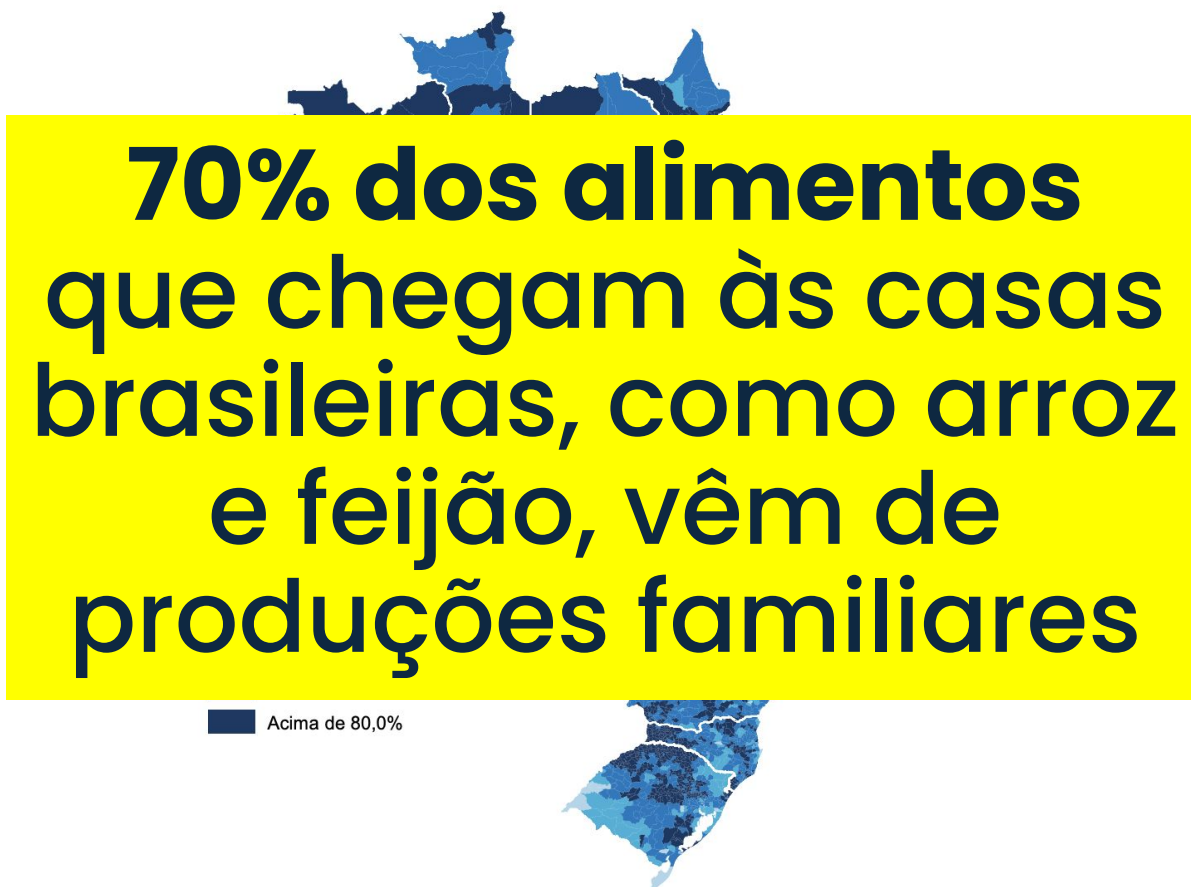
Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

Fonte: Censo Agropecuário 2017, Resultados definitivos

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf

Agricultura Familiar: Brasil

Cartograma - Percentual de estabelecimentos caracterizados como de agricultura familiar em relação ao total de estabelecimentos, por municípios - 2017



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

Fonte: Censo Agropecuário 2017, Resultados definitivos

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf

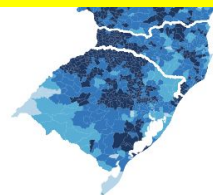
Agricultura Familiar: Brasil

Cartograma - Percentual de estabelecimentos caracterizados como de agricultura familiar em relação ao total de estabelecimentos, por municípios - 2017



Agricultura Familiar movimentou a economia de 90% dos municípios com até 20 mil habitantes, que representam 68% do total de municípios brasileiros.

Acima de 80,0%



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

Fonte: Censo Agropecuário 2017, Resultados definitivos

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf

INC 02/2018

Fonte: [Instrução Normativa Conjunta ANVISA-MAPA nº 02 de 07/02/2018](#)

Exige rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de vegetais

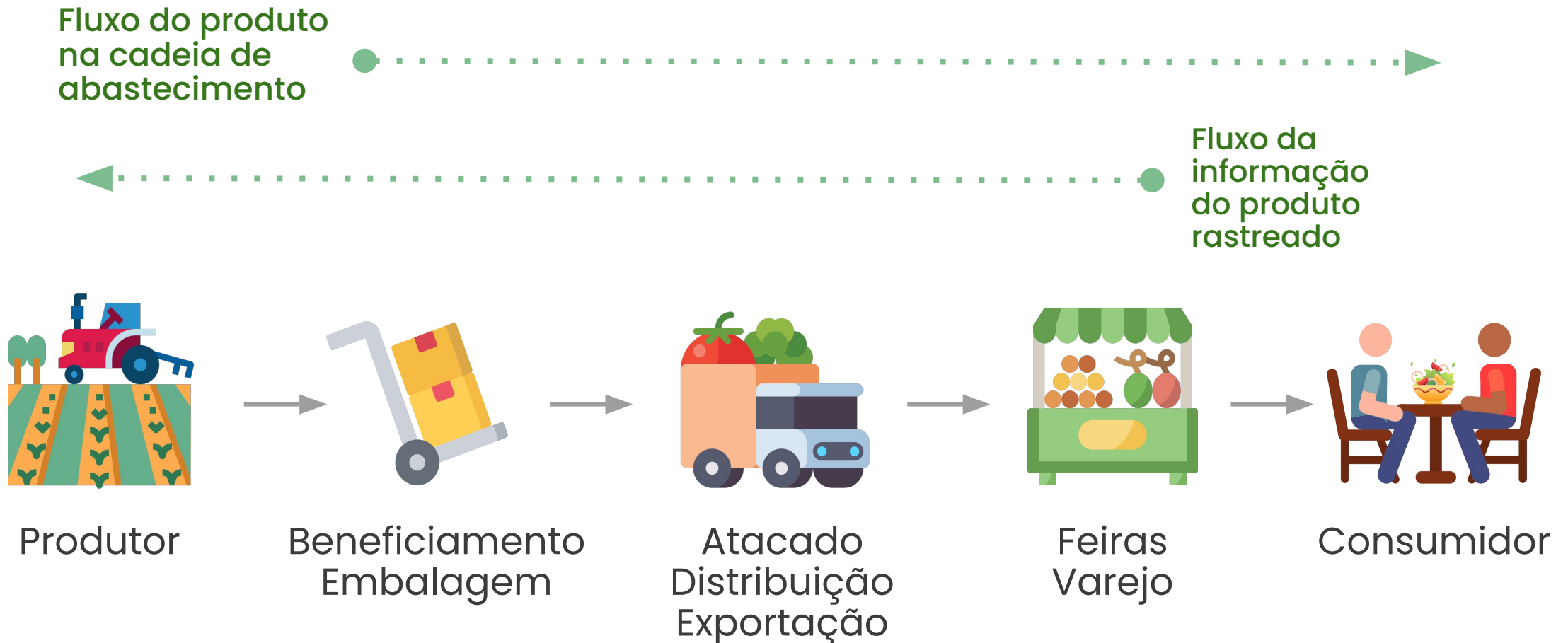
Exige **rastreabilidade** ao longo da cadeia produtiva de vegetais

Fluxo do produto
na cadeia de
abastecimento



Fluxo da
informação
do produto
rastreado

Exige **rastreabilidade** ao longo da **cadeia produtiva** de vegetais



INC 02/2018

Fonte: [Instrução Normativa Conjunta ANVISA-MAPA nº 02 de 07/02/2018](#)

ANEXO I - Informações obrigatórias do **ente anterior** na cadeia produtiva a serem registradas e arquivadas

1 – Informações do Produto Vegetal	
1.1- Nome do produto vegetal	1.2- Variedade ou cultivar
1.3- Quantidade do produto recebido	1.4- Identificação do lote
1.5- Data do recebimento do P.V	
2 – Informações do Fornecedor	
2.1- Nome ou Razão Social	2.2 – CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3- Endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica ou CCIR	

1 – Informações do Produto Vegetal	
1.1- Nome do produto vegetal	1.2- Variedade ou cultivar
1.3- Quantidade do produto expedido	1.4- Identificação do lote
1.5- Data da expedição do P.V	
2 – Informações do Comprador	
2.1- Nome ou Razão Social	2.2 – CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3- Endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica ou CCIR	

ANEXO II - Informações obrigatórias do **ente posterior** na cadeia produtiva a serem registradas e arquivadas

INC 02/2018

Fonte: [Instrução Normativa Conjunta ANVISA-MAPA nº 02 de 07/02/2018](#)

ANEXO I - Informações obrigatórias do **ente anterior** na cadeia produtiva a serem registradas e arquivadas

1 – Informações do Produto Vegetal	
1.1- Nome do produto vegetal	1.2- Variedade ou cultivar
1.3- Quantidade do produto recebido	1.4- Identificação do lote
1.5- Data do recebimento do P.V	
2 – Informações do Fornecedor	
2.1- Nome ou Razão Social	2.2 – CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3- Endereço completo ou CCIR	2.3- Coordenada geográfica

1 – Informações do Produto Vegetal	
1.1- Nome do produto vegetal	1.2- Variedade ou cultivar
1.3- Quantidade do produto expedido	1.4- Identificação do lote
1.5- Data da expedição do P.V	
2 – Informações do Comprador	
2.1- Nome ou Razão Social	2.2 – CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3- Endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica ou CCIR	

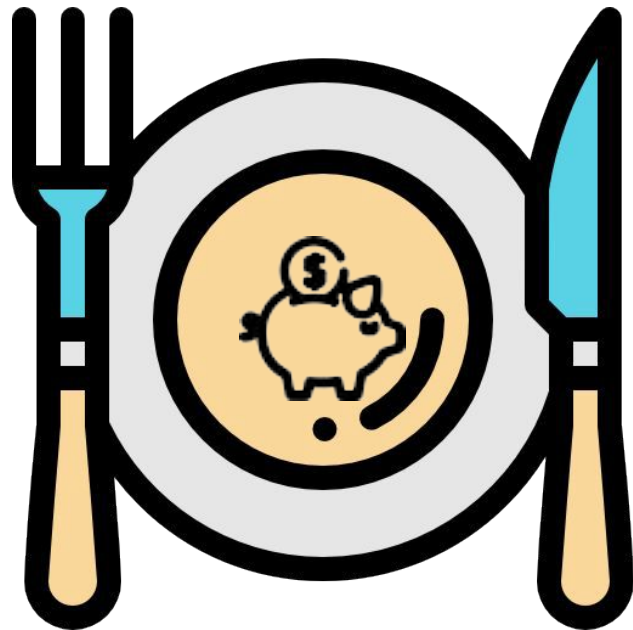
basicamente, os mesmos campos

Valor

- Qualidade e Segurança Alimentar
- Gestão da cadeia
- Diferenciação no mercado
- Atendimento a requisitos regulatórios



Lei 11.947



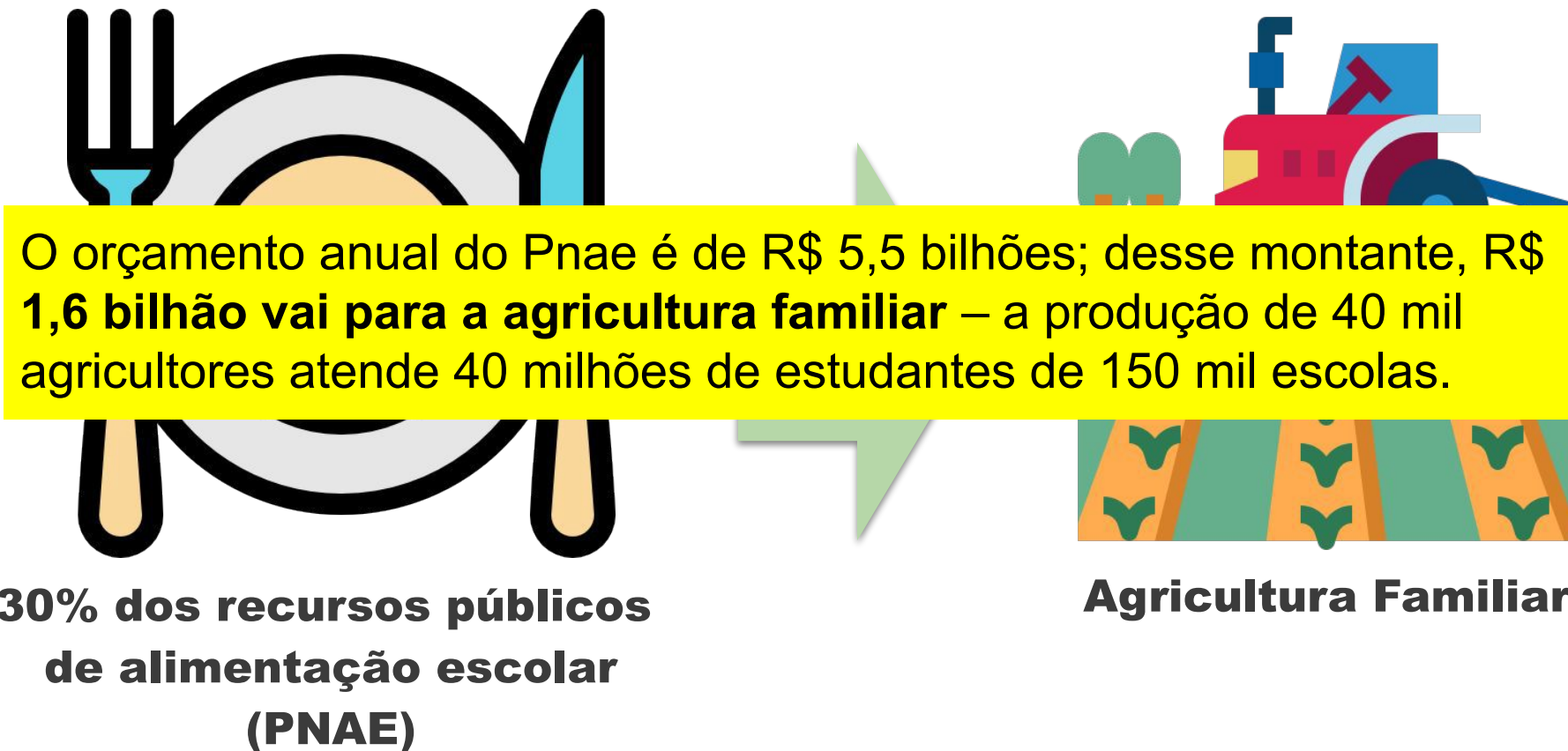
**30% dos recursos públicos
de alimentação escolar
(PNAE)**



Agricultura Familiar

Fonte: [Lei 11.947](#)

Lei 11.947



Fonte: [Lei 11.947](#)

Fonte: Agência Câmara de Notícias <https://www.camara.leg.br/noticias/1081819-especialistas-alertam-sobre-necessidade-de-mais-recursos-para-alimentacao-escolar/>

Agenda

- ~~Introdução~~
- **Trabalhos Relacionados**
- Smart Agro RAF
- Avaliação
- Considerações Finais

Trabalhos Relacionados

Trabalho	Objetivo principal
An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology [TIAN 2016]	Sugere um sistema de rastreabilidade para a cadeia agroalimentar chinesa visando garantir segurança e qualidade alimentar.
Smart Contracts for Managing the Agricultural Supply Chain: A Practical Case Study [DARAGHMI et al. 2024]	Propõe o AgroChain, um sistema baseado em Blockchain, projetado para gerenciar o processo da Cadeia de Suprimentos Agrícolas.
Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation [CARO et al. 2018]	Apresenta o AgriBlockIoT, uma solução integrada para rastreabilidade na cadeia agroalimentar combinando IoT e blockchain.
Agro-food supply chain traceability using blockchain and IPFS [BABU and DEVARAJAN 2023]	Propõe uma solução para rastrear produtos agrícolas não perecíveis, minimizando inconsistências e fraudes
Blockchain aplicado à rastreabilidade da cadeia produtiva do cacau da Amazônia [TEJOS et al. 2022]	Investiga o uso da blockchain na cadeia do cacau amazônico para garantir transparência e integridade das informações.
Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar: manejo, nutrição, bioinsumos, recomendação de corretivos e fertilizantes. [da SILVA 2024]	Explora a aplicação da tecnologia blockchain no agronegócio, focando na certificação e rastreamento na produção de cana-de-açúcar.

Trabalhos Relacionados

Trabalho	Objetivo principal
An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology [TIAN 2016]	Sugere um sistema de rastreabilidade para a cadeia agroalimentar chinesa visando garantir segurança e qualidade alimentar.
Smart Contracts for Managing the Agricultural Supply Chain: A Practical Case Study [DARAGHMI et al. 2024]	Propõe o AgroChain, um sistema baseado em Blockchain, projetado para gerenciar o processo da Cadeia de Suprimentos Agrícolas.
Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation [CARO et al. 2018]	Apresenta o AgriBlockIoT, uma solução integrada para rastreabilidade na cadeia agroalimentar combinando IoT e blockchain.
Agro-food supply chain traceability using blockchain and IPFS [BABU and DEVARAJAN 2023]	Propõe uma solução para rastrear produtos agrícolas não perecíveis, minimizando inconsistências e fraudes

Blockchain aplicado à rastreabilidade da cadeia produtiva do cacau da Amazônia [TEJOS et al. 2023]

Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar: manejo, nutrição, bioinsumos, recomendações corretivos e fertilizantes. [da SILVA 2024]

Estes 4 trabalhos também propõem uma solução para a cadeia produtiva, com a diferença que o nosso foco é cadeia de produção vegetal.

Investiga o uso da blockchain na cadeia do cacau amazônico visando a segurança e a integridade das informações.

Aplicação de blockchain no agronegócio, com foco no gerenciamento da produção de

Trabalhos Relacionados

Trabalho	Objetivo principal
An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology [TIAN 2016]	Sugere um sistema de rastreabilidade para a cadeia agroalimentar chinesa visando garantir segurança e qualidade alimentar.
Smart Contracts for Managing the Agricultural Supply Chain: A Practical Case Study [DARAGHMI et al. 2024]	Propõe o AgroChain, um sistema baseado em Blockchain, projetado para gerenciar o processo da Cadeia de Suprimentos Agrícolas.
Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation [CAHILLAN et al. 2018]	Apresenta uma solução integrada para a cadeia agroalimentar combinando IoT e Blockchain para melhorar a rastreabilidade e a eficiência.
Agro-food supply chain traceability using blockchain and IPFS [BABU and DEVARAJAN 2023]	Propõe uma solução para rastrear produtos agrícolas não perecíveis, minimizando inconsistências e fraudes.
Blockchain aplicado à rastreabilidade da cadeia produtiva do cacau da Amazônia [TEJOS et al. 2022]	Investiga o uso da blockchain na cadeia do cacau amazônico para garantir transparência e integridade das informações.
Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar: manejo, nutrição, bioinsumos, recomendação de corretivos e fertilizantes. [da SILVA 2024]	Explora a aplicação da tecnologia blockchain no agronegócio, focando na certificação e rastreamento na produção de cana-de-açúcar.

Em âmbito nacional, estes trabalhos exploram soluções específicas para as cadeias produtivas de cacau e cana-de-açúcar, respectivamente.

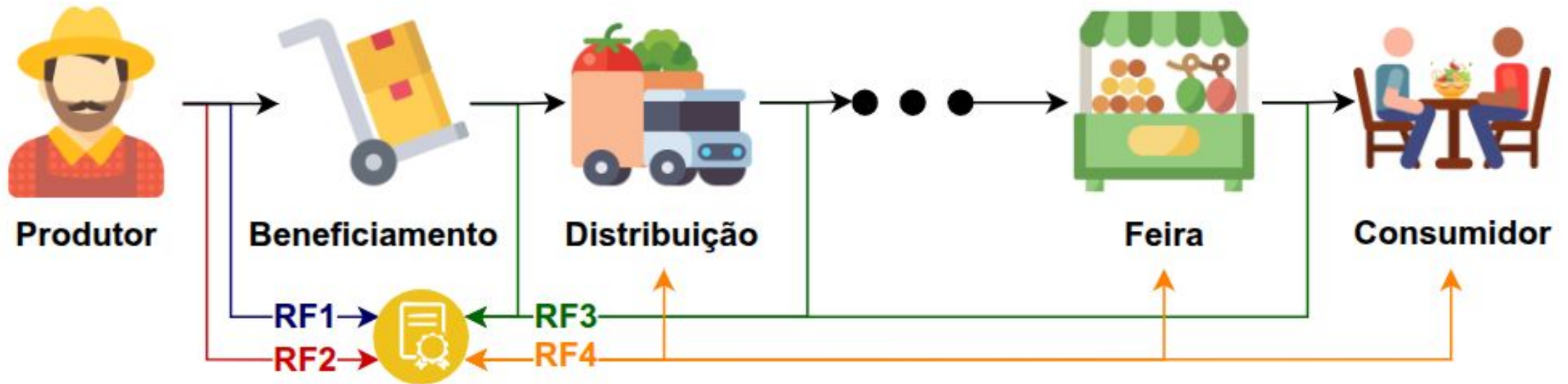
Nosso foco

- Rastreabilidade por meio de smart contracts na cadeia produtiva de vegetais brasileira, para atender à INC 02/2018
- Análise de custos
 - diversas redes públicas e privada
 - diversos escopos geográficos

Agenda

- ~~Introdução~~
- ~~Trabalhos Relacionados~~
- **Smart Agro RAF**
- Avaliação
- Considerações Finais

Smart Agro RAF



Análise de Requisitos

Informações obrigatórias dos entes na cadeia produtiva a serem registradas e arquivadas

1 - Informações do Produto Vegetal
1.1 - Nome do produto vegetal
1.2 - Variedade ou cultivar
1.3 - Quantidade do produto <u>recebido</u>
1.4 - Identificação do lote
1.5 - Data do <u>recebimento</u> do produto vendido
2 - Informações do <u>Fornecedor</u>
2.1 - Nome ou Razão Social
2.2 - CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3 - Endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica ou CCIR

1 - Informações do Produto Vegetal
1.1 - Nome do produto vegetal
1.2 - Variedade ou cultivar
1.3 - Quantidade do produto <u>expedido</u>
1.4 - Identificação do lote
1.5 - Data da <u>expedição</u> do produto vendido
2 - Informações do <u>Comprador</u>
2.1 - Nome ou Razão Social
2.2 - CPF, I.E ou CNPJ ou CGC/MAPA
2.3 - Endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica ou CCIR

dApp escrito em Solidity

```
4 contract SupplyChain {
5     address owner_address;
6     string product_name;
7     uint product_quantity;
8     string product_expedition_date;
9     string produt_type;
10    string batch_id;
11    bool is_bought;
12    bool is_active;
13
14    constructor(string memory product_name_param,
15        string memory batch_id_param ) {
16        product_name = product_name_param;
17        batch_id = batch_id_param;
18        is_bought = false;
19        owner_address = msg.sender;
20        is_active = true;
21    }
```



```
47 function addState(string memory message, string memory
48     buyer_name, string memory buyer_identification, string
49     memory current_location, uint type_param) public onlyOwner
50     onlyIfActive {
51     supply_chain.push(StatusUpdate({
52         who: msg.sender,
53         message: message,
54         updated_type: type_param,
55         buyer_name: buyer_name,
56         buyer_identification: buyer_identification,
57         current_location: current_location
58     }));
59     emit StatusUpdated("Preparation", msg.sender, message);
60 }

70 function getAllInSupplyChain() public view onlyIfActive returns
71     (address[] memory, string[] memory, uint[] memory) {
72     uint length = supply_chain.length;
73     address[] memory addresses = new address[](length);
74     string[] memory messages = new string[](length);
75     uint[] memory updated_types = new uint[](length);
76
77     for (uint i = 0; i < length; i++) {
78         addresses[i] = supply_chain[i].who;
79         messages[i] = supply_chain[i].message;
80         updated_types[i] = supply_chain[i].updated_type;
81     }
82     return (addresses, messages, updated_types);
83 }
```

Agenda

- ~~Introdução~~
- ~~Trabalhos Relacionados~~
- ~~Smart Agro RAF~~
- **Avaliação**
- Considerações Finais

Metodologia: Escopo

- Brasil
- Região Sul
- Estado RS
- Cidade Alegrete



Metodologia: Redes

- Pública:
 - Quantidade de gas conforme Remix
 - Deploy, movimentação e finalização
 - Redes
 - Ethereum
 - Binance
 - Polygon
- Privada
 - Oito instâncias Amazon EC2, cada uma com 4 vCPUs, 8 GB de memória RAM e 128 GB de armazenamento.

Levantamento de Dados da Produção Agrícola



Localização Geográfica	Estabelecimentos	Estabelecimentos por Produto	Safras Estimadas	Estabelecimentos por Produto INC	Safras Estimadas INC
Brasil	1.888.457	11.925.527	19.555.602	6.911.625	9.256.469
Sul	379.998	3.084.718	4.694.317	1.963.019	2.500.016
RS	184.380	1.792.817	2.519.122	1.217.442	1.399.099
Alegrete	132	855	1.781	664	1.390

Localização Geográfica	Volume de Vendas (toneladas)	Valor das Vendas	Volume de Vendas INC (toneladas)	Valor das Vendas INC
Brasil	43.045.679	37.712.360.000	12.196.830	12.784.782.000
Sul	17.770.057	18.309.768.000	3.739.796	3.480.625.000
RS	7.557.517	8.595.332.000	1.523.425	1.690.637.000
Alegrete	16.241	12.629.000	719	1.375.000

Levantamento de Dados da Produção Agrícola



Localização Geográfica	Estabelecimentos	Safras Estimadas	Estabelecimentos por Produto INC	Safras Estimadas INC
Brasil		19.555.602	6.911.625	9.256.469
Sul		4.694.317	1.963.019	2.500.016
RS		2.519.122	1.217.442	1.399.099
Alegrete		1.781	664	1.390

Foco nos produtos
referentes à INC
02/2018

Localização Geográfica	(toneladas)	valor das vendas	INC (toneladas)	Valor das Vendas INC
Brasil	43.045.679	37.712.360.000	12.196.83	12.784.782.000
Sul	17.770.057	18.309.768.000	3.739.79	3.480.625.000
RS	7.557.517	8.595.332.000	1.523.42	1.690.637.000
Alegrete	16.241	12.629.000	71	1.375.000

Estimativa de Custos – Redes Públicas

Localização Geográfica	Safras Estimadas INC	Custo Deploy (R\$)	Movimentação (R\$)	Custo Mensal (R\$)	Custo Anual (R\$)	Porcentagem da Receita
Ethereum						
Brasil	9.256.469	105.673.260	14.042.600	14.042.600	14.042.600	0,0001%
Sul	2.500.016	28.540.563	3.792.600	3.792.600	3.792.600	0,0001%
RS	1.399.099	15.972.327	2.102.500	2.102.500	2.102.500	0,0001%
Alegrete	1.390	15.868	2.100	2.100	2.100	0,0001%
Binance						
Brasil	9.256.469	51.320.171	6.849.791	1.067.525	59.207.487	0,4631%
Sul	2.500.016	13.860.712	1.841.910	288.321	15.990.943	0,4594%
RS	1.399.099	7.756.954	1.030.799	161.355	8.949.108	0,5293%
Alegrete	1.390	7.707	1.024	160	8.891	0,6466%
Polygon						
Brasil	9.256.469	1.021.606	135.758	21.251	1.178.615	0,0092%
Sul	2.500.016	275.919	36.666	5.739	318.324	0,0091%
RS	1.399.099	154.414	20.520	3.212	178.146	0,0105%
Alegrete	1.390	153	20	3	177	0,0129%

3 redes

Estimativa de Custos – Redes Públicas

4 escopos geográficos

Localização Geográfica	Custo de Transações (R\$)		Custo Finalização da cadeia (R\$)	Custo total (R\$)	Impacto da Blockchain nos Custos	
Brasil	1.042.618	2.198.139	121.914.017	0,9536%		
Sul	3.792.674	593.680	32.926.918	0,9460%		
RS	15.972.327	2.122.517	18.427.089	1,0899%		
Alegrete	1.390	15.868	2.109	330	18.307	1,3314%
Binance						
Brasil	9.256.469	51.320.171	6.819.791	1.067.525	59.207.487	0,4631%
Sul	2.500.016	13.860.712	1.841.910	288.321	15.990.943	0,4594%
RS	1.399.099	7.756.954	1.030.799	161.355	8.949.108	0,5293%
Alegrete	1.390	7.707	1.024	160	8.891	0,6466%
Polygon						
Brasil	9.256.469	1.021.606	135.758	21.251	1.178.615	0,0092%
Sul	2.500.016	275.919	36.666	5.739	318.324	0,0091%
RS	1.399.099	154.414	20.520	3.212	178.146	0,0105%
Alegrete	1.390	153	20	3	177	0,0129%

4 escopos geográficos

Estimativa de Custos – Redes Públicas

Localização Geográfica	Safras Estimadas INC	Custo Deploy (R\$)	Custo Movimentações (R\$)	Custo Finalização da cadeia (R\$)	Custo total (R\$)	Impacto da Blockchain nos Custos
Ethereum						
Brasil	9.256.469	105.673.260	14.042.618	2.198.139	121.914.017	0,9536%
Sul	2.500.016	28.540.563	3.792.674	593.680	32.926.918	0,9460%
RS	1.399.099	15.972.327	2.122.517	332.245	18.427.089	1,0899%
Alegrete	1.390	15.868	2.109	330	18.397	1,3314%
Binance						
Brasil	9.256.469	51.320.171			60.576.640	0,4631%
Sul	2.500.016	13.860.712			16.360.728	0,4594%
RS	1.399.099	7.756.954			9.156.053	0,5293%
Alegrete	1.390	7.707			9.098	0,6466%
Brasil	9.256.469	1.021.606			10.278.075	0,0092%
Sul	2.500.016	275.919			2.775.935	0,0091%
RS	1.399.099	154.414	20.520	3.212	178.146	0,0105%
Alegrete	1.390	153	20	3	177	0,0129%

Custos mais elevados, impacto de até 1,33% em relação ao valor transacionado.

Estimativa de Custos – Redes Públicas

Localização Geográfica	Safras Estimadas INC	Custo Deploy (R\$)	Custo Movimentações (R\$)	Custo Finalização da cadeia (R\$)	Custo total (R\$)	Impacto da Blockchain nos Custos
Ethereum						
Brasil	9.256.469	105.673.260	14.042.618	2.198.139	121.914.017	0,9536%
Sul	2.500.016	28.540.563	3.792.674	593.680	32.926.918	0,9460%
RS	1.399.099	15.972.327	2.122.517	332.245	18.427.089	1,0899%
Alegrete	1.390	15.868	2.109	330	18.307	1,3314%
Binance						
Brasil	9.256.469	51.320.171	6.819.791	1.067.525	59.207.487	0,4631%
Sul	2.500.016	13.860.712	1.841.910	288.321	15.990.943	0,4594%
RS	1.399.099	7.756.954	1.030.799	161.355	8.949.108	0,5293%
Alegrete	1.390	7.707	1.024	160	8.891	0,6466%
Polygon						
Brasil	9.256.469	1.021.606	135.758	21.251	1.178.615	0,0092%
Sul	2.500.016	275.919	36.666	5.739	312.334	0,0091%
RS	1.399.099	154.414	20.520	3.212	178.145	0,0105%
Alegrete	1.390	153	20	3	176	0,0129%

Custos intermediários, impacto de até 0,65%.

Estimativa de Custos – Redes Públicas

Localização Geográfica	Safras Estimadas INC	Custo Deploy (R\$)	Custo Movimentações (R\$)	Custo Finalização da cadeia (R\$)	Custo total (R\$)	Impacto da Blockchain nos Custos
Ethereum						
Brasil	9.256.469	105.673.260	14.042.618	2.198.139	121.914.017	0,9536%
Sul	2.500.016	28.540.563	3.792.674	593.680	32.926.918	0,9460%
RS	1.399.099	15.972.327	2.122.517	332.245	18.427.089	1,0899%
Alegrete	1.390	15.868	2.109	330	18.307	1,3314%
Binance						
Brasil	9.256.469	51.320.171	6.819.791	1.067.525	59.263.956	0,64631%
Sul	2.500.016	13.860.712	1.841.910	288.321	15.990.943	0,64594%
RS	1.399.099	7.756.954	1.030.799	161.355	8.949.107	0,65293%
Alegrete	1.390	7.707	1.024	160	8.891	0,6466%
Polygon						
Brasil	9.256.469	1.021.606	135.758	21.251	1.178.615	0,0092%
Sul	2.500.016	275.919	36.666	5.739	318.324	0,0091%
RS	1.399.099	154.414	20.520	3.212	178.146	0,0105%
Alegrete	1.390	153	20	3	177	0,0129%

Custos menores, impacto inferior a 0,01%.

Estimativa de Custos – Rede Privada

- Oito instâncias Amazon EC2, cada uma com 4 vCPUs, 8 GB de memória RAM e 128 GB de armazenamento.

Localização Geográfica	Safras Estimadas INC	Custo total (R\$)	Impacto da Blockchain nos Custos
Brasil	9.256.469	32.030,58	0,0003%
Sul	2.500.016	32.030,58	0,0009%
RS	1.399.099	32.030,58	0,0019%
Alegrete	1.390	32.030,58	2,3296%

Agenda

- ~~Introdução~~
- ~~Trabalhos Relacionados~~
- ~~Smart Agro RAF~~
- ~~Avaliação~~
- **Considerações Finais**

Considerações Finais

- INC 02/2018 exige rastreabilidade de vegetais frescos
- Propomos uma solução baseada em smart contracts
- Análise de requisitos e uma implementação
- Custos com redes públicas e privada

Trabalhos futuros

- Avaliar o desempenho em redes privadas no âmbito do projeto Ilíada (<https://smart-agroraf.github.io/>)
- Integração a iniciativas já existentes (e.g. <https://proraf.com.br>)
- Adaptação para outras cadeias produtivas, de maior valor agregado

Obrigado!

Smart Contracts para Rastreamento da Agricultura Familiar

Fábio R. Silva - UNIPAMPA

Bruno B. Neves - PUCRS

Henrique Fan - UNIPAMPA

Roben C. Lunardi - IFRS

Diego Kreutz - UNIPAMPA

Rodrigo B. Mansilha - UNIPAMPA

