



**I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos**



Dissolução do Alumínio nos Alimentos

Sílvia Tondella Dantas

Centro de Tecnologia de Embalagem-CETEA/ITAL

22 de junho de 2004



1 Introdução



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos



Toxicidade do alumínio



Exposição do ser humano ao Al

- Alimentos
- Aditivos
- Migração de panelas ou embalagens
- Água potável



Concentração natural do Al nos alimentos

Geral: < 5mg/kg

Vegetais e saladas: 5 a 10mg/kg

Condimentos desidratados e chás:

>10 a <10³ppm



1 Introdução



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

➔ Contribuição do cozimento de alimentos em panelas de alumínio na dissolução e transferência desse elemento para a dieta humana.

| | Cru ($\mu\text{g Al/g}$) | | Cozido ($\mu\text{g Al/g}$) | |
|-----------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| | Média | IV | Média | IV |
| Arroz | $1,5 \pm 0,2$ | 1,4 – 1,8 | $1,7 \pm 0,1$ | 1,6 – 1,8 |
| Batata | $2,0 \pm 0,6$ | 1,3 – 2,5 | $2,4 \pm 1,0$ | 1,6 – 3,4 |
| Feijão verde | $3,8 \pm 0,5$ | 3,4 – 4,2 | $3,8 \pm 0,3$ | 3,4 – 4,0 |
| Molho de Tomate | $0,10 \pm 0,01$ | < 0,10 – 0,11 | $57,1 \pm 36,6$ | 29,7 – 125 |
| Carne (alcatra) | $0,19 \pm 0,08$ | < 0,10 – 0,26 | $0,85 \pm 0,14$ | 0,60 – 0,96 |



IV: Intervalo de variação.
Fonte: GREGER, 1985.

1 Introdução



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

➔ 1989

Limite provisório de ingestão diária

- Máximo 1mg/kg de peso corporal

Comitê de Especialistas em Aditivos de Alimentos da
FAO/WHO



1 Introdução



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos



Ingestão - fatores de influência

- Tipo de dieta
- Condições de cozimento
- Tipo / qualidade da panela de cozimento

Levantamento de dados no Brasil



1 Introdução



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Realização do Estudo



Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio

Equipe:

Sílvia Tondella Dantas

Elisabete Segantini Saron

Fiorella B. H. Dantas

Maria do Patrocínio S. Villas Boas

Paulo H. Kiyataka

Cyntia K. Shimabukuro



Associação Brasileira do Alumínio

Abordagem



- 1 Estabelecimento de formulações e procedimentos de preparo de oito produtos alimentícios, respeitando a prática doméstica.**
- 2 Avaliação da dissolução de alumínio durante o cozimento em panelas não fundidas, com e sem revestimento.**
- 3 Avaliação da superfície interna das panelas após o cozimento dos alimentos.**
- 4 Determinação do pH dos produtos.**
- 5 Avaliação da umidade das matérias primas e dos produtos após preparo.**



2 Materiais



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Avaliação de dois tipos de panela

- **Panela de alumínio não fundido, sem revestimento interno**
- **Panela de alumínio não fundido, com revestimento interno antiaderente**

Fornecedores A e B



2 Materiais



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Produtos

- Arroz
- Feijão
- Batata cozida
- Carne de panela
- Bife
- Macarrão
- Molho de tomate
- Doce de leite



3 Métodos



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Descrição das panelas

Panelas utilizadas no cozimento dos diferentes alimentos

| Produto | Fornecedor | Diâmetro/capacidade | Tipo |
|-----------------|------------|---------------------|------------|
| Arroz | B | 18cm | com tampa |
| Feijão | A | 4,5L | pressão |
| Batata cozida | B | 22cm | com tampa |
| Carne de panela | A | 4,5L | pressão |
| Bife | A | 22cm | frigideira |
| Macarrão | A/B* | 22cm | com tampa |
| Molho de tomate | A | 24cm | com tampa |
| Doce de leite | B | 24cm | com tampa |



* Panela polida: A, panela revestida: B

3 Métodos



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação e procedimento de preparo dos alimentos

Prática doméstica

Cuidados com contaminação com alumínio

Determinação da [Al] nos alimentos e matérias-primas

τ Calcinação a seco: Arroz

Macarrão

Feijão

Bife

Batata

Carne de panela

τ Digestão ácida:

Molho de tomate

Doce de leite

τ Equipamento - Espectrômetro de emissão atômica por plasma
ICP-OES, PerkinElmer, modelo OPTIMA 2000DV

3 Métodos



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Determinação do pH dos alimentos preparados

pHmetro digital Micronal, modelo B474

Determinação da umidade nos alimentos e matérias primas

método gravimétrico AOAC (2000)

Avaliação da superfície interna das panelas após o cozimento dos alimentos



4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação e procedimento de preparo dos alimentos

ARROZ

| Ingredientes | | Modo de preparo |
|--|-----------|---|
| Descrição | Massa (g) | |
| Arroz não lavado (tipo I, longo fino, polido) | 363 | 1. Pesar as panelas antes do preparo. 2. Pesar separadamente os ingredientes usando béquer. 3. Colocar na panela todos os ingredientes e refogar por 1 minuto. 4. Adicionar água destilada, misturar e tampar parcialmente a panela. 5. Cozinhar até que seque a água e o arroz esteja cozido. 6. Esfriar e pesar as panelas após o preparo. |
| Cebola | 30 | |
| Alho | 7 | |
| Sal | 9 | |
| Óleo | 8 | |
| Água | 1000 | |
| Total | 1417 | |
| | | Tempo de preparo: 25 minutos |
| Massa de produto (g) | | |
| Panela Polida | | Panela Revestida |
| 1109,1 | | 1109,6 |

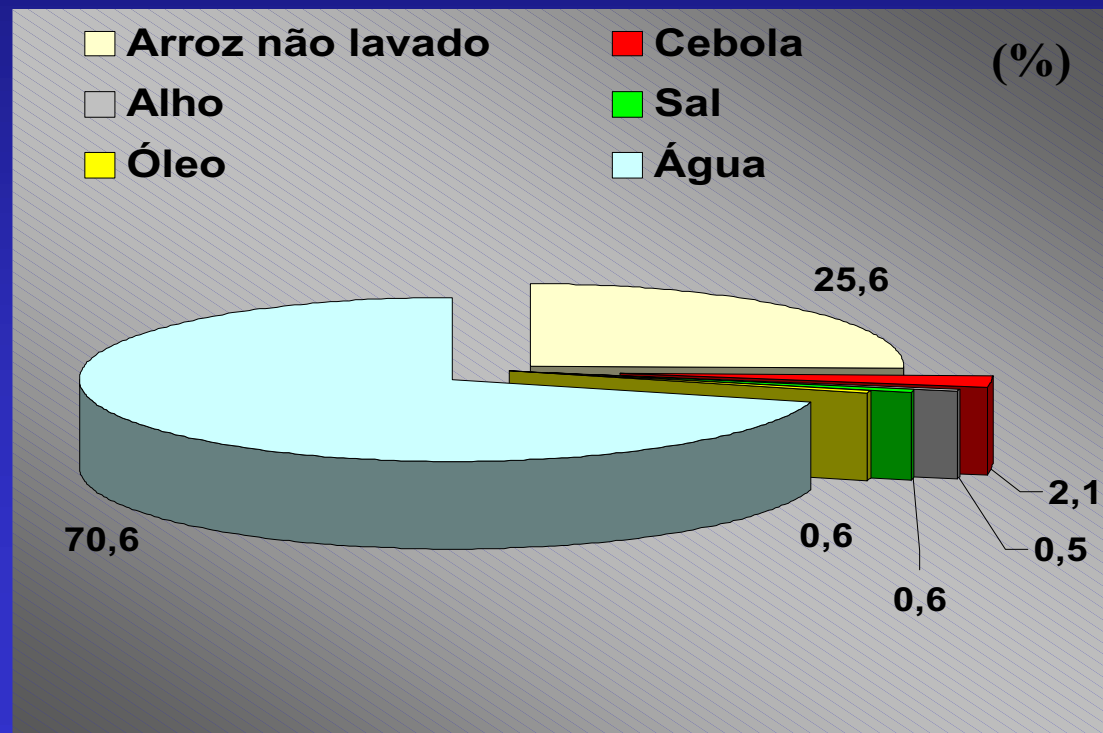
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

ARROZ



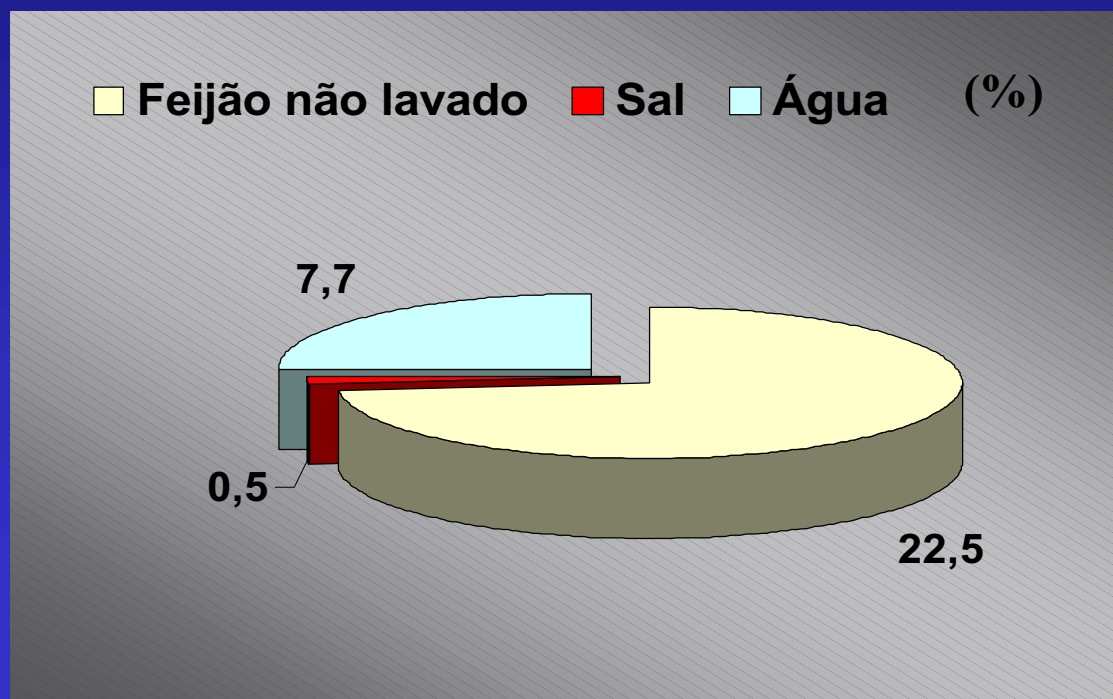
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

FEIJÃO



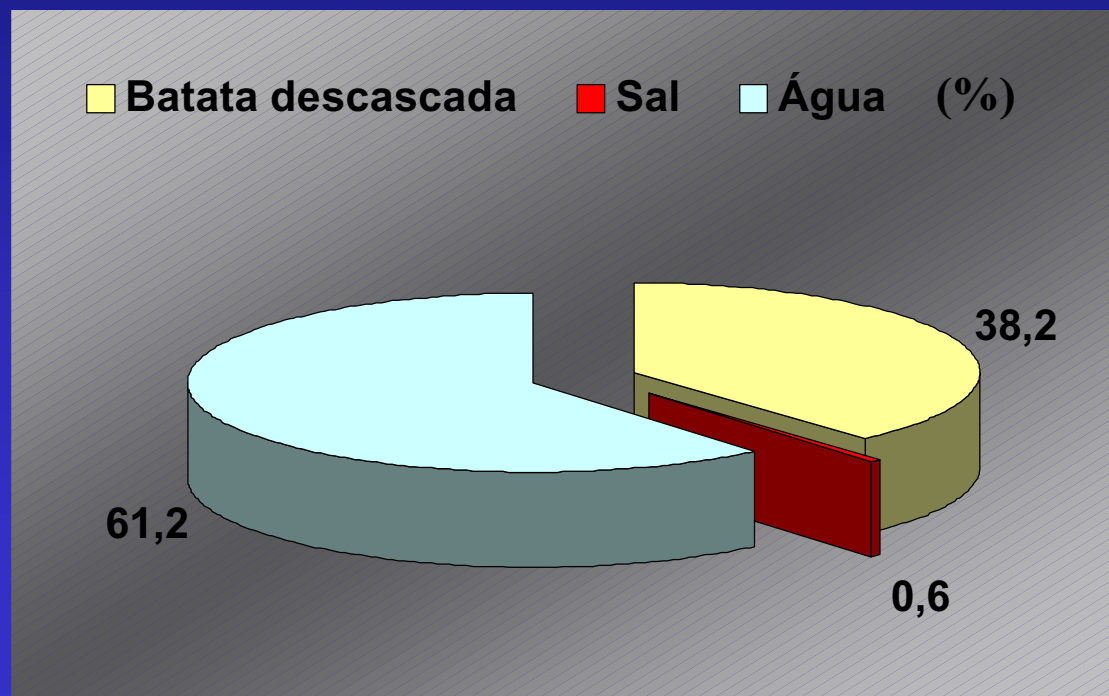
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

BATATA COZIDA



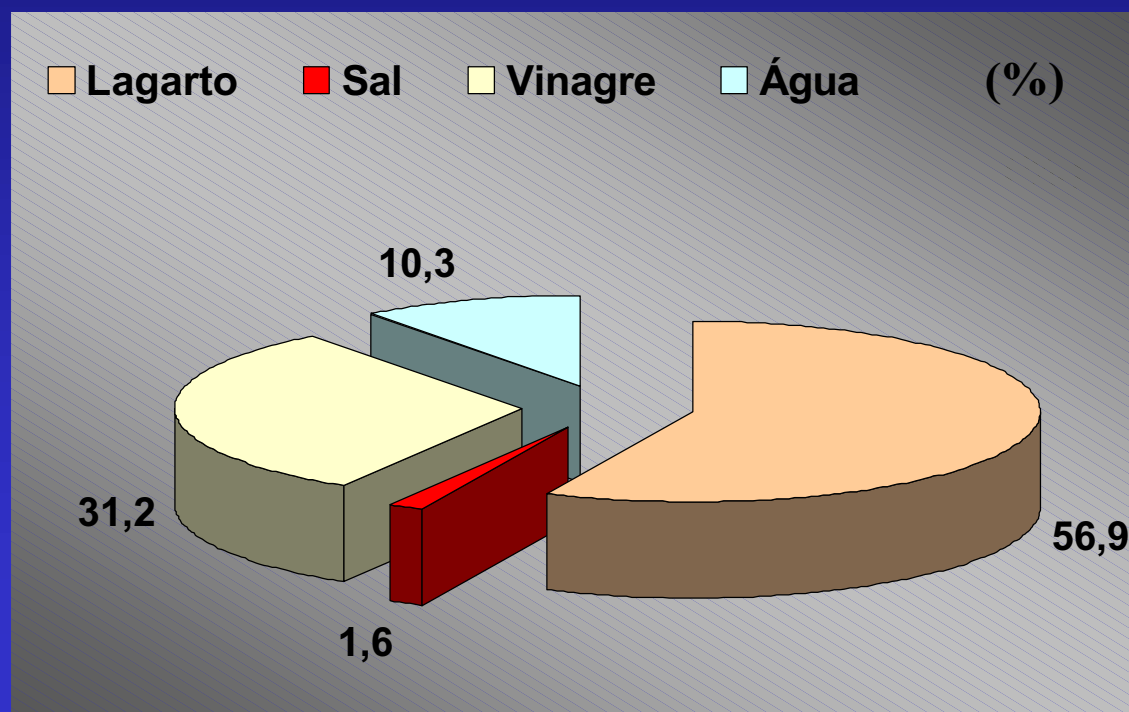
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

CARNE COZIDA (LAGARTO)



4 Resultados



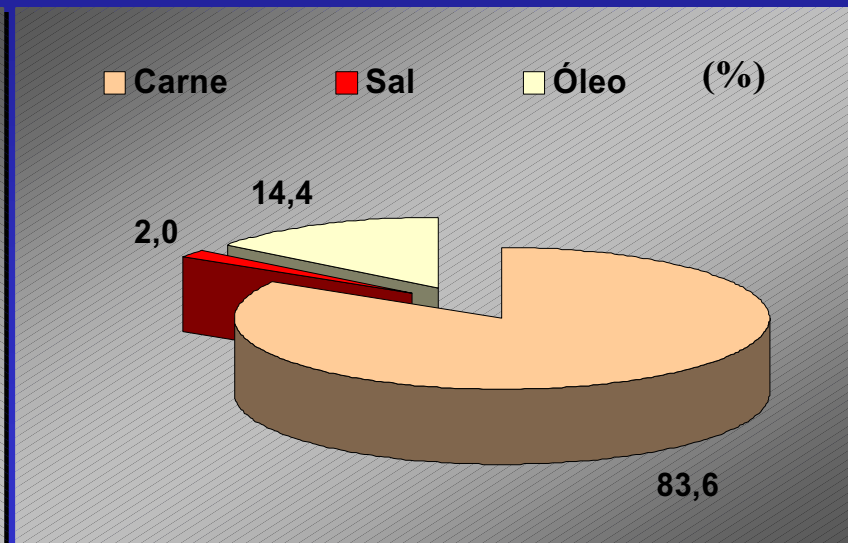
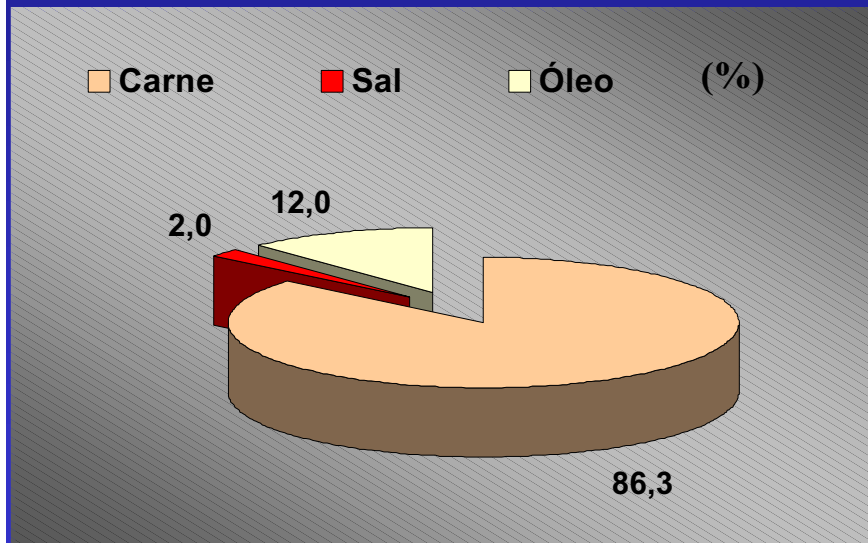
I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

BIFE

Polida

Revestida



4 Resultados

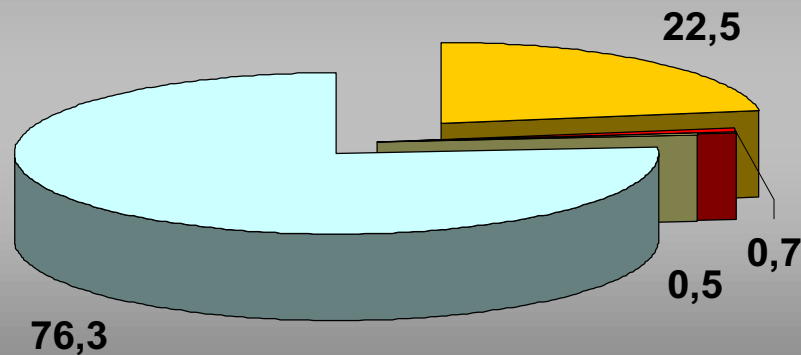


I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

MACARRÃO

■ Macarrão ■ Sal ■ Óleo ■ Água (%)



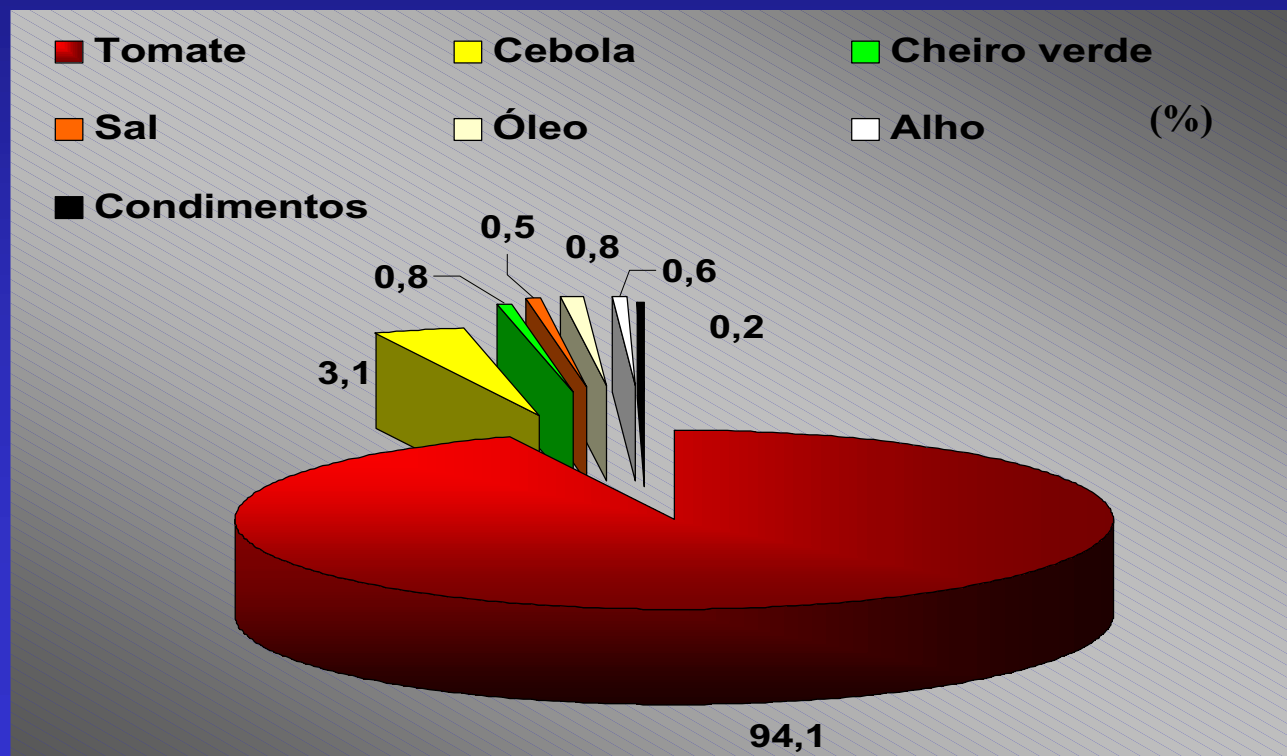
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

MOLHO DE TOMATE



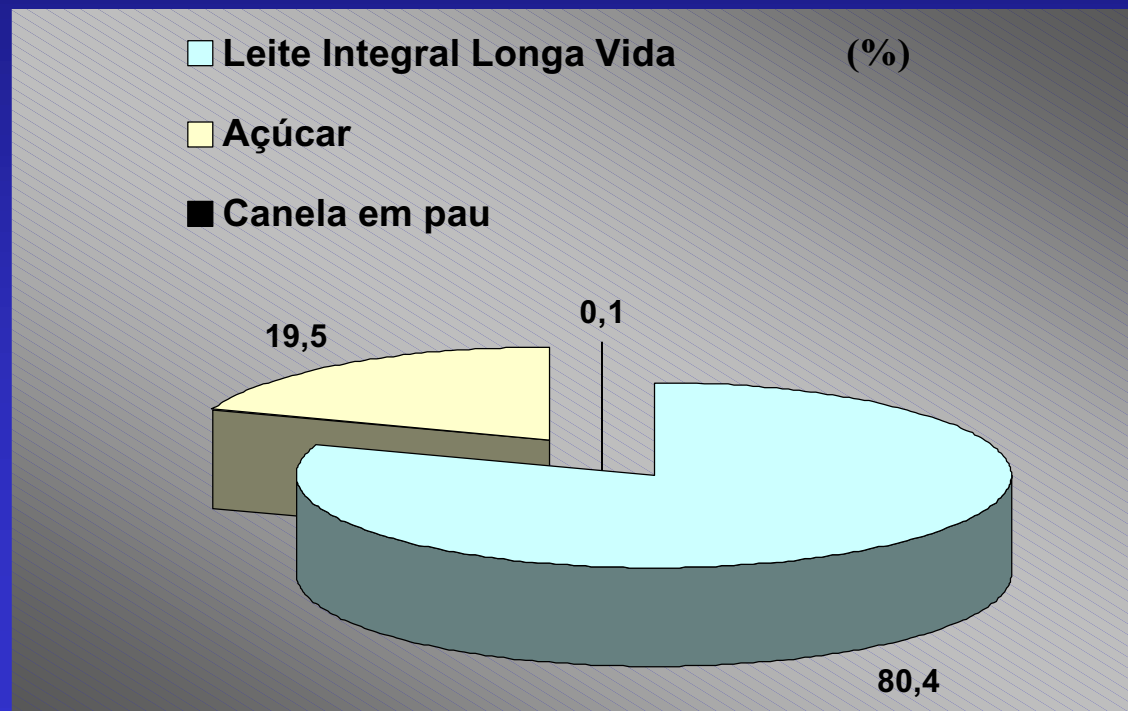
4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Formulação

DOCE DE LEITE

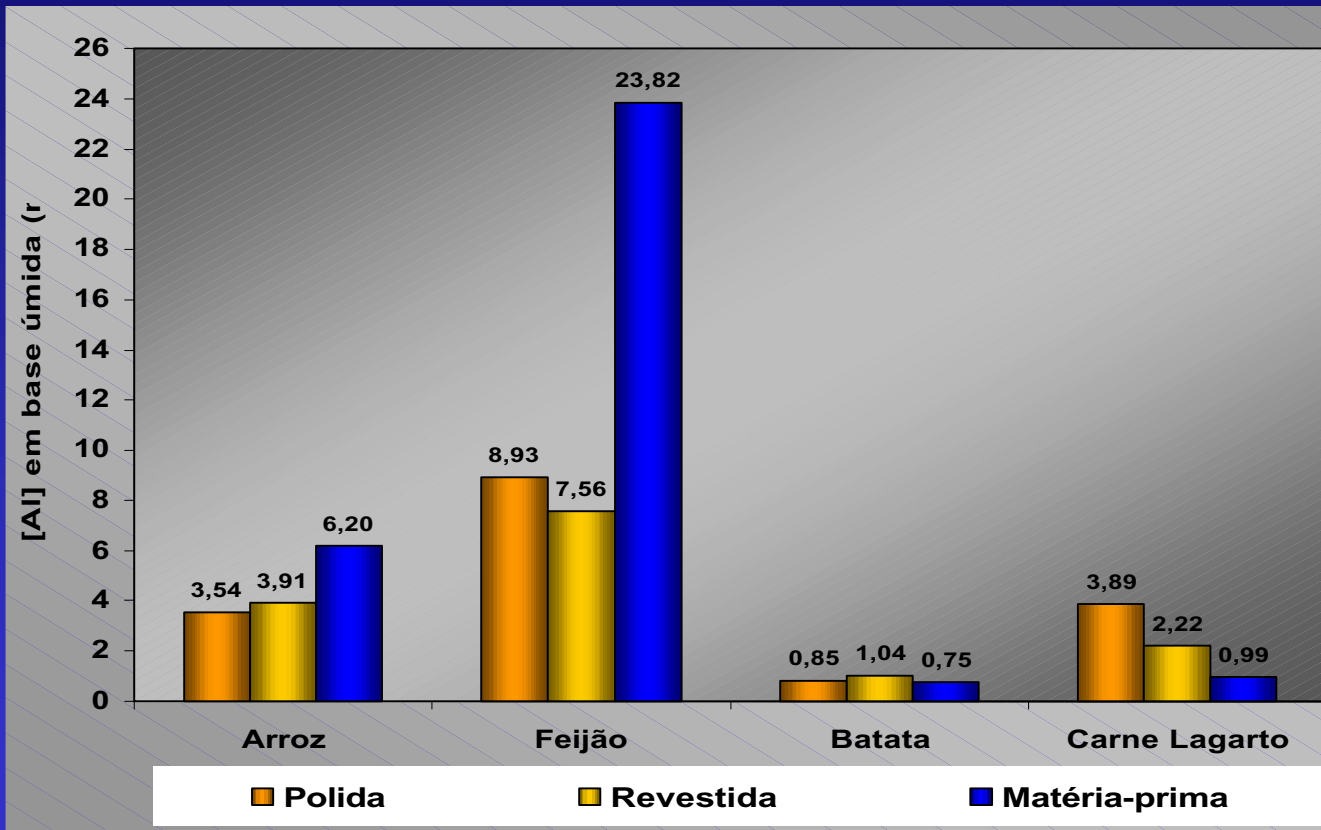


4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Concentração de Alumínio

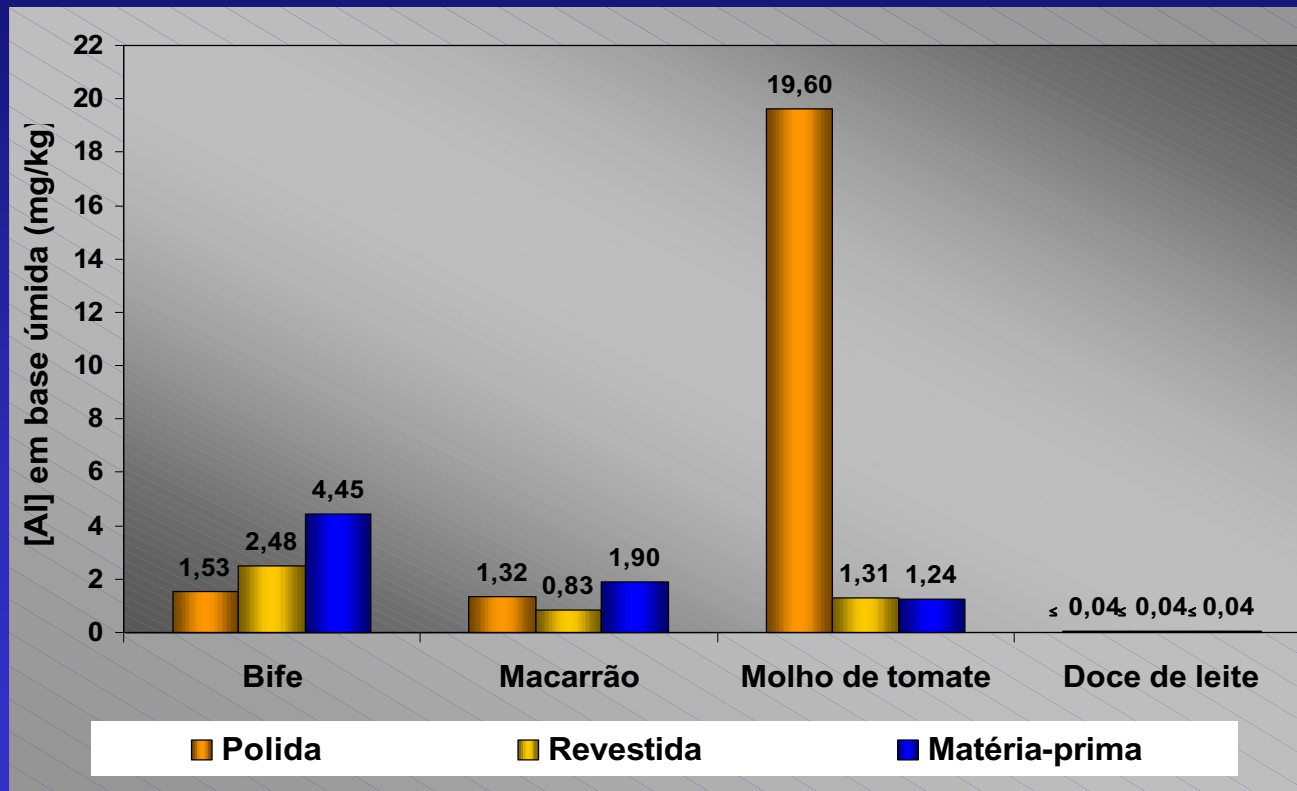


4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Concentração de Alumínio



4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

pH dos alimentos preparados

| Condição/panela | Produto | | | | | | | |
|--------------------|---------|--------|--------|----------|------|----------|-----------------|---------------|
| | Arroz | Feijão | Batata | Lagarto* | Bife | Macarrão | Molho de tomate | Doce de leite |
| Cru | 6,62 | - | 5,91 | 5,38 | 5,44 | 6,07 | 4,32 | 6,76 |
| Cozido polida A | 6,21 | 6,35 | 6,00 | 5,06 | 5,77 | 6,38 | 4,32 | 6,10 |
| Cozido polida B | 6,30 | 6,34 | 6,02 | 4,99 | 5,76 | 6,37 | 4,40 | 6,03 |
| Cozido revestida A | 6,21 | 6,38 | 5,96 | 5,05 | 5,81 | 6,39 | 4,35 | 6,02 |
| Cozido revestida B | 6,26 | 6,38 | 5,92 | 5,05 | 5,82 | 6,38 | 4,33 | 6,03 |

*** O pH médio do líquido de cozimento equívale a 3,93.**



4 Resultados



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Umidade dos alimentos e matérias-primas

% (m/m)

| Condição/panela | Produto | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Arroz | Feijão | Batata | Lagarto | Bife | Macarrão | Molho de tomate | Doce de leite |
| Cru | 12,5 \pm 0,0 | 15,6 \pm 0,0 | 80,6 \pm 0,4 | 73,3 \pm 0,1 | 71,9 \pm 0,0 | 10,2 \pm 0,1 | 92,8 \pm 0,0 | 91,2 \pm 0,0 |
| Cozido polida | 68,7 \pm 0,1 | 69,5 \pm 0,1 | 81,7 \pm 0,2 | 60,1 \pm 0,1 | 56,5 \pm 0,3 | 73,3 \pm 0,2 | 89,7 \pm 0,2 | 31,2 \pm 0,1 |
| Cozido revestida | 68,7 \pm 0,1 | 70,3 \pm 0,0 | 82,1 \pm 0,1 | 59,2 \pm 0,3 | 54,3 \pm 0,1 | 74,4 \pm 0,0 | 88,7 \pm 0,0 | 25,5 \pm 0,2 |

Resultado de determinações em duplicata.
Valores expressos como média \pm desvio padrão.



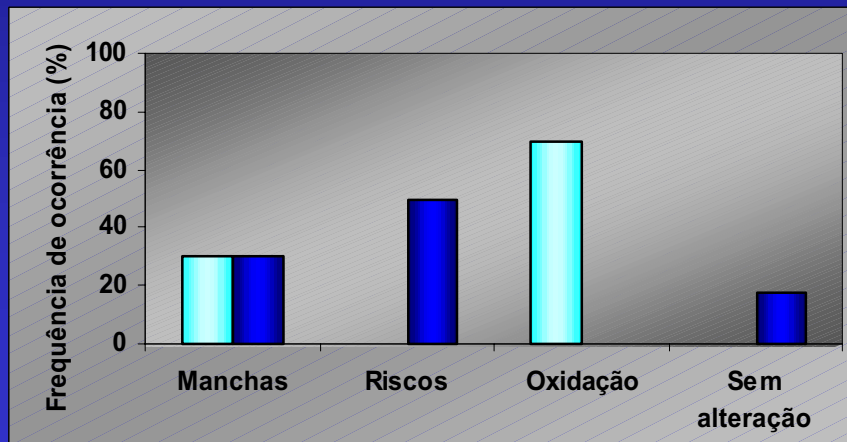
4 Resultados



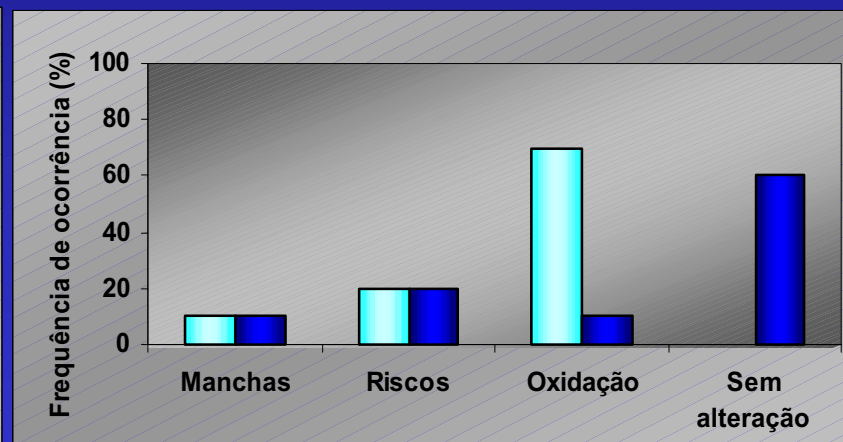
I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Avaliação da superfície interna das panelas após o cozimento dos alimentos

Fornecedor A



Fornecedor B



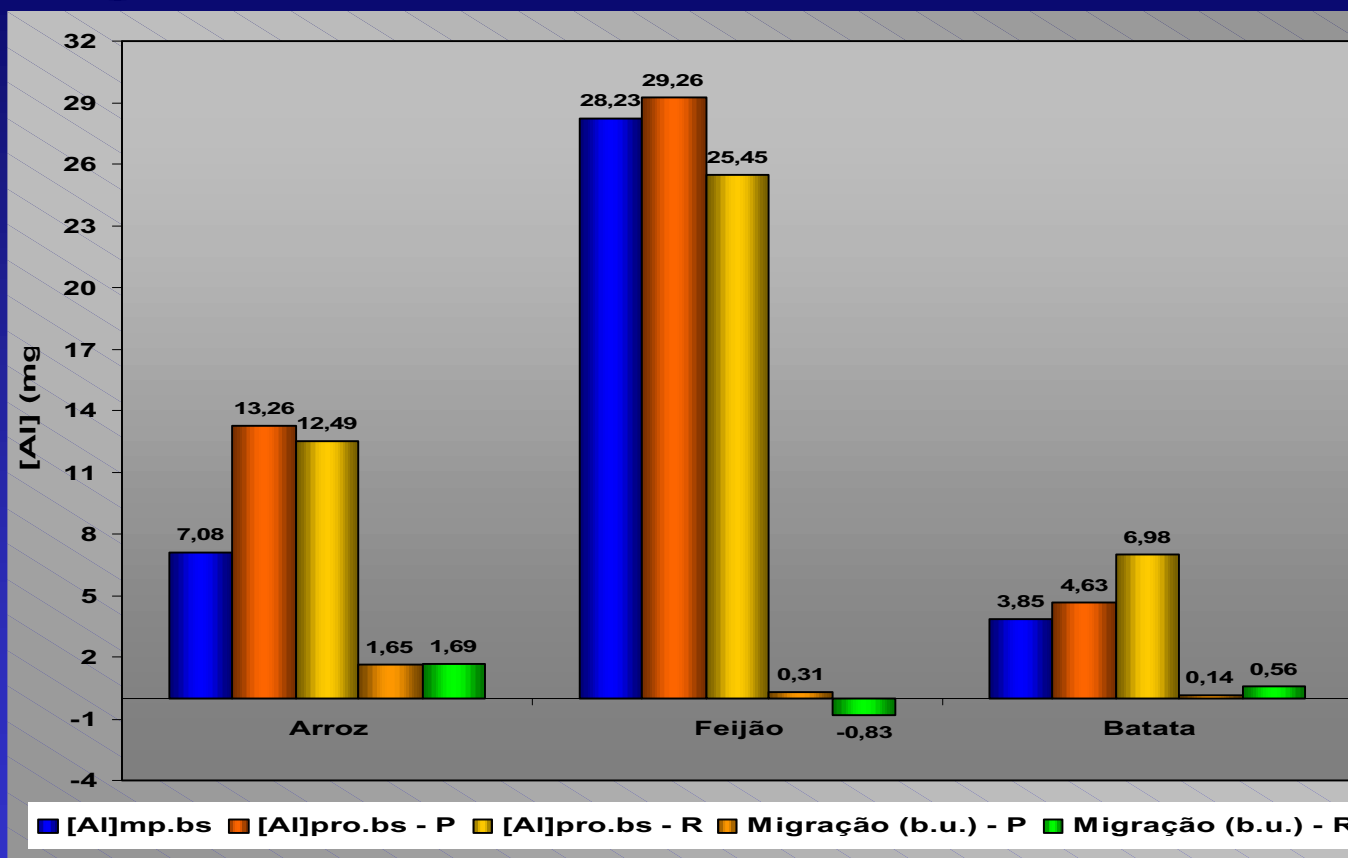
Polida

Revestida

5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos



[Al]mp.bs: Concentração de alumínio na matéria-prima em base seca, em mg/kg

[Al]pro.bs: Concentração de alumínio no produto em base seca, em mg/kg

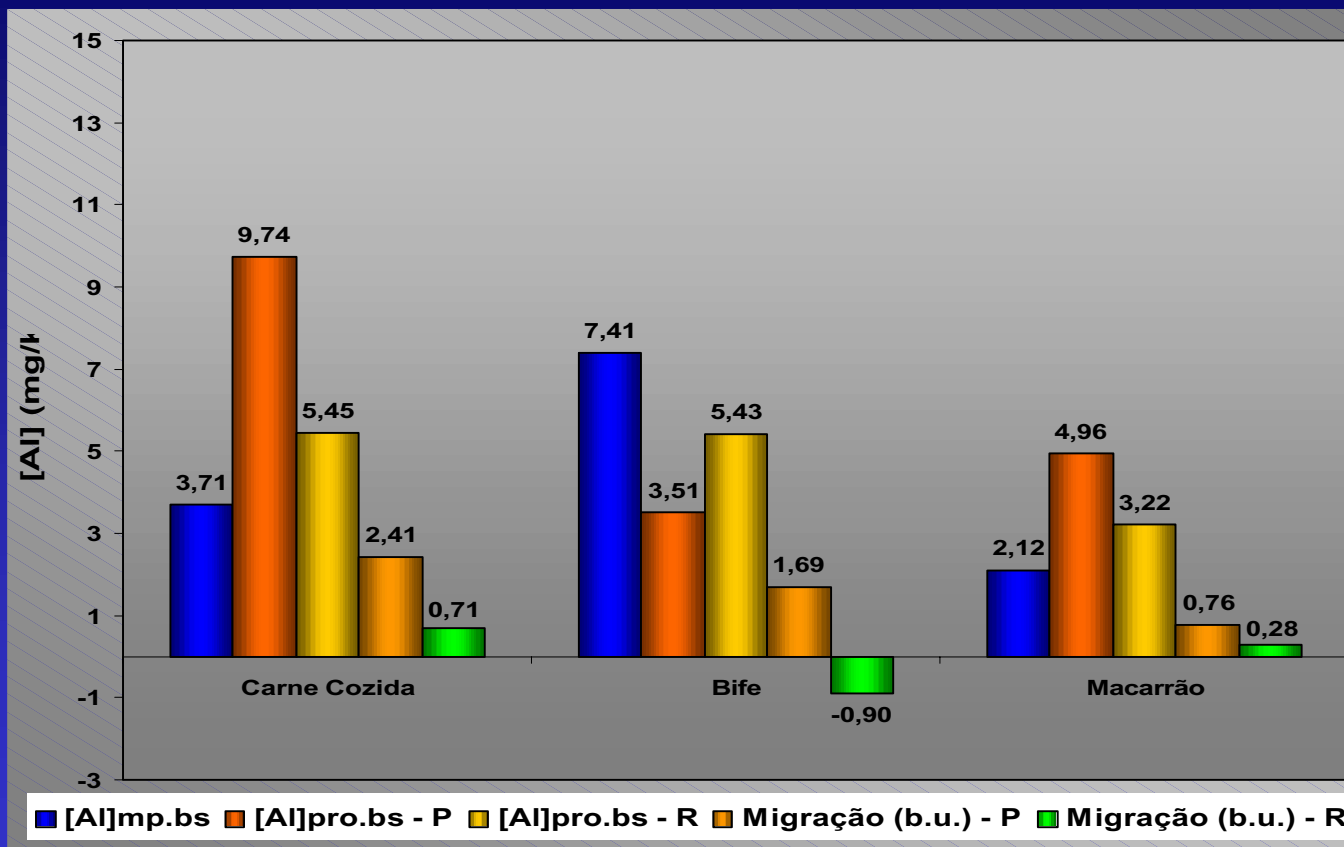
Migração (b.u.) - aumento da concentração de alumínio no produto (mg/kg), em base úmida, ou seja, na condição de consumo. P: Polida e R: Revestida.



5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos



[Al]mp.bs: Concentração de alumínio na matéria-prima em base seca, em mg/kg

[Al]pro.bs: Concentração de alumínio no produto em base seca, em mg/kg

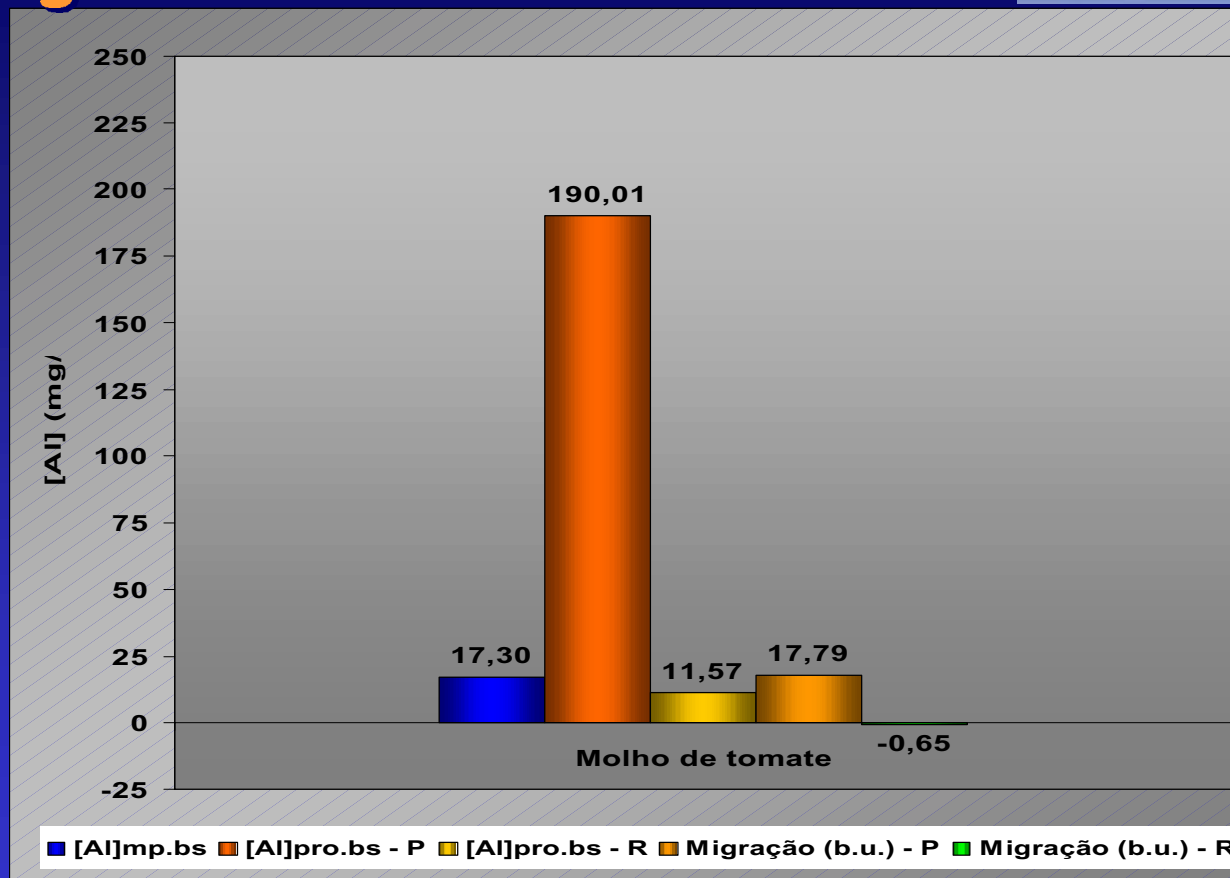
Migração (b.u.) - aumento da concentração de alumínio no produto (mg/kg), em base úmida, ou seja, na condição de consumo. P: Polida e R: Revestida.



5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos



[Al]mp.bs: Concentração de alumínio na matéria-prima em base seca, em mg/kg

[Al]pro.bs: Concentração de alumínio no produto em base seca, em mg/kg

Migração (b.u.) - aumento da concentração de alumínio no produto (mg/kg), em base úmida, ou seja, na condição de consumo. P: Polida e R: Revestida.



5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Ingestão de alumínio proveniente do cozimento em panelas de alumínio polidas

| Panela | Alimento | Quantidade* (g) | Migração de Al (mg/kg - b.u.) | Ingestão de Al (mg) |
|--------|------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------|
| Polida | Arroz | 125,0 | 1,649 | 0,206 |
| | Feijão | 86,0 | 0,315 | 0,027 |
| | Bife | 64,0 | 1,695 | 0,108 |
| | Batata cozida | 175,0 | 0,144 | 0,025 |
| | Macarrão | 105,0 | 0,758 | 0,080 |
| | Molho de tomate | 30,0 | 17,790 | 0,534 |
| | Carne cozida – lagarto | 90,0 | 2,406 | 0,216 |
| | Doce de leite | 40,0 | - | - |

* Conforme Nutrição Hoje (www.marcelinas-rio.com.br)



5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Ingestão de alumínio proveniente do cozimento em panelas de alumínio revestidas

| Panela | Alimento | Quantidade* (g) | Migração de Al (mg/kg -b.u.) | Ingestão de Al (mg) |
|---------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|
| Revestida | Arroz | 125,0 | 1,692 | 0,211 |
| | Feijão | 86,0 | - | - |
| | Bife | 64,0 | - | - |
| | Batata cozida | 175,0 | 0,560 | 0,098 |
| | Macarrão | 105,0 | 0,282 | 0,030 |
| | Molho de tomate | 30,0 | - | - |
| | Carne cozida – lagarto | 90,0 | 0,709 | 0,064 |
| Doce de leite | 40,0 | - | - | |

* Conforme Nutrição Hoje (www.marcelinas-rio.com.br)

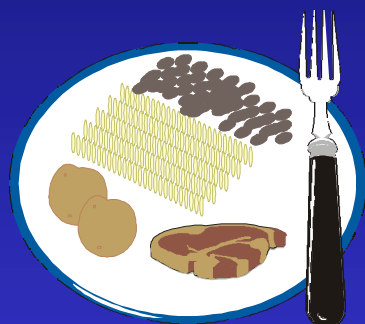


5 Contribuição do cozimento na ingestão de alumínio



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

Exemplo de refeição de um adulto de 60kg
Panela alumínio polida

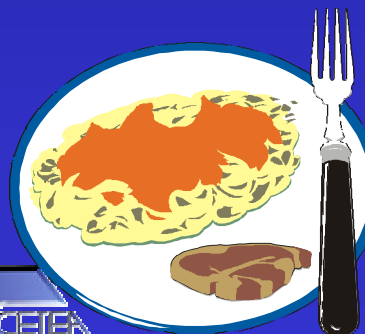


+



=

Ingestão de
0,37mg Al



+



=

Ingestão de
0,83mg Al

6 Conclusões



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

- O estudo realizado permitiu verificar que ocorre uma dissolução de alumínio durante o cozimento de alimentos em panelas de alumínio polidas, que varia de 0,144mg/kg (matéria úmida) para a batata a 17,79mg/kg (matéria úmida) para o molho de tomate. Produtos ácidos apresentam maior migração de alumínio.
- Em panelas revestidas a dissolução mostrou-se nula para vários produtos (feijão, bife e molho de tomate) e o máximo foi observado para o arroz, equivalente a 1,692mg/kg (matéria úmida).



6 Conclusões



I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos

- **A comparação desses dados de migração com o limite de ingestão de alumínio, correspondente a 1mg/kg de peso corporal por dia, permitiu verificar que a contribuição do cozimento em panelas de alumínio na ingestão desse elemento, considerando-se os produtos avaliados nesse estudo, é de cerca de 2% do máximo tolerável, portanto, não relevante, quando se leva em conta o teor de alumínio que provém do próprio alimento e de coadjuvantes de processo e também de outras fontes de ingestão.**





**I Seminário
Alumínio para
Utensílios Domésticos**

Obrigada pela atenção!

*Sílvia Tondella Dantas
Fone: (19) 3743-1940
e-mail: silviatd@ital.org.br*

