



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFBA
GRUPO DE PESQUISA EM QUÍMICA ANALÍTICA (GPQA)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**



**“AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS EM DIFERENTES
TECIDOS DE BOVINO DO ESTADO DA BAHIA”**

ADELMO FERREIRA DE SANTANA

Salvador, Bahia

Março – 2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFBA
GRUPO DE PESQUISA EM QUÍMICA ANALÍTICA (GPQA)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**



**“AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS EM
DIFERENTES TECIDOS DE BOVINO DO ESTADO DA BAHIA”**

ADELMO FERREIRA DE SANTANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Câncio Souza Santos
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Maria das Graças Andrade Korn**

Salvador, Bahia

Março – 2011

Sistema de Bibliotecas da IQ/ UFBA

Santana, Adelmo Ferreira de.

Avaliação da concentração de metais em diferentes tecidos de bovino do Estado da Bahia / Adelmo Ferreira de Santana. - 2011.

166 f. : il.

Inclui apêndices e anexo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vera Lúcia Cândia Souza Santos

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Salvador, 2011.

1. Carne bovina - Consumo - Salvador (Ba). 2. Bovino - Músculo - Minerais. 3. Bovino - Fígado - Minerais. 4. Bovino - Rim - Minerais. 5. Carne bovina – Espectrometria atômica. I. Santos, Vera Lúcia Cândia Souza. II. III. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Química. III. Título.

CDD – 338.176213

CDU - 543.62:637.5'62

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a existência da vida.

A minha orientadora professora Vera Câncio pelo apoio orientação e amizade.

A Professora Maria das Graças pela ajuda, apoio, amizade e co-orientação.

Aos membros da Comissão Examinadora: Profa. Dra. Maria Emília Bavia, Prof Dr. Antônio Fernando Queiroz, Prof. Dr. Valfredo Lemos.

A minha família pela compreensão, dedicação e carinho.

A todos os professores do Instituto de Química da UFBA, por contribuírem na minha formação.

A todos os funcionários do Instituto de Química da UFBA, pela atenção e colaboração.

A Elane, Fernanda e Andréa pela amizade e paciência nesta jornada.

Aos funcionários e amigos da MEV/UFBA, Davino, César e Arinalva.

A Maria Helena, Tio Juca, Ledércia e Zenira pelo apoio e amizade.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o conteúdo de minerais no músculo, fígado e rim e constatar os fatores que influenciam na composição mineral destes tecidos em bovinos. Foi utilizado o procedimento de digestão úmida (1g de tecido, 3mL de H₂SO₄, 2,0mL de HNO₃ e 5,0mL de H₂O₂), constituídos de adição de ácido sobre a amostra em bloco digestor. A composição mineral das amostras de carne, fígado e rim de bovino foi determinada por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES). A exatidão do método foi avaliada utilizando-se uma amostra de material de referência certificado de fígado bovino. O sexo influenciou nos teores de Mg, P, Cd, Cu, Mn, e Zn em tecido muscular de bovinos machos de Feira de Santana, por outro lado os teores de Ca, Na, Al, Cr e Pb foram maiores em fêmeas. A idade influenciou na maior concentração de Ca, K, P, Mg, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb e Zn em tecido muscular de bovinos jovens. No tecido renal as concentrações de K, P, Na, Mg, Al, Cd, Cr Cu e Mn e Pb foram maiores nos bovinos jovens. No tecido hepático Ca, K, Mg, P, Mn e Pb. Os bovinos adultos da região de Guanambi e Feira de Santana apresentaram concentrações similares para todos os macro elementos em tecidos muscular e hepático. No tecido muscular os teores de Fe, Mg, K e P, Mn e Cu foram maiores em fêmeas de Guanambi, enquanto, no tecido renal os teores de Ca, Mg, K, P e Na foram superiores em fêmeas de Feira de Santana bem como os teores de Fe, K, P, Na, Mg, Al, Cd, Cr, Mn e Cu. No tecido renal de bovinos jovens de Ruy Barbosa os teores de Fe, Mg, P, Al, Cd e Pb foram maiores, enquanto os teores de Ca, Mg, K, P, Na, Cd e Zn foram maiores em tecido hepático de bovinos jovens de Rafael Jambeiro. O teor de proteína foi maior no tecido muscular, seguido do tecido hepático. Enquanto o teor de lipídeos foi maior no tecido renal. Quanto ao teor de cinzas foi maior no tecido hepático seguido do tecido muscular, enquanto o tecido renal apresentou o teor mais baixo para cinza, em amostras de bovino adulto de Feira de Santana.

Palavras-chave: Músculo, fígado, rim, composição físico-química, bovinos

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and compare the mineral content in muscle, liver and kidney and note the factors that influence the mineral composition of these tissues in cattle. Procedure was used for wet digestion (1 g of tissue, 3 mL of H₂SO₄, HNO₃ and 2.0 mL 5.0 mL H₂O₂), consisting of acid addition on the sample block digester. The mineral composition of samples of beef, beef liver and kidney was determined by Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma (ICP OES). The accuracy was assessed using a sample of certified reference material of bovine liver. Sex influenced the levels of Mg, P, Cd, Cu, Mn, and Zn in muscle tissue of male animals in Feira de Santana, on the other hand the Ca, Na and Cr were higher in females. Age influenced the higher concentration of Ca, K, P, Mg, Cd, Cr, Cu, Mn and Zn in muscle tissue of young cattle. In renal tissue concentrations of K, P, Na, Mg, Cd, Cr, Cu and Mn were higher in young cattle. In the liver Ca, K, Mg, P and Mn. The adult cattle in the region of Feira of Santana and Guanambi concentrations were similar for all macro elements in liver and muscle. In muscle tissue the Fe, Mg, K, P, Mn and Cu were higher in female Guanambi, whereas in the kidney tissue levels of Ca, Mg, K, P and Na were higher in female and Feira of Santana as the Fe, K, P, Na, Mg, Cd, Cr, Mn and Cu. In the renal tissue of young cattle Ruy Barbosa the Fe, Mg, P and Cd were higher, whereas the Ca, Mg, K, P, Na, Zn and Cd were higher in liver tissue of young cattle Rafael Jambeiro. The protein content was higher in muscle tissue, followed by liver tissue. While the lipid content was higher in kidney tissue. As for the ash content was higher in liver tissue followed by muscle tissue, while kidney tissue showed the lowest content of ash in samples of adult bovine Feira of Santana.

Keywords: muscle, liver, kidney, physical-chemical composition, cattle

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Consumo (milhões de toneladas de carne) mundial de carnes bovina, suína e avícola.....	4
Tabela 2. Países produtores de carne bovina em milhões de toneladas.....	7
Tabela 3. Rebanhos de bovinos em milhões de cabeças.....	8
Tabela 4. Variação da composição centesimal (g/100g) encontrada por diversos autores em contrafilé sem gordura de bovino.....	10
Tabela 5. Composição centesimal em (g/100g) de carne bovina crua.....	11
Tabela 6. Composição mineral encontrada (mg/100 gramas) em contrafilé sem gordura de bovino.....	13
Tabela 7. Limites estabelecidos pela ANVISA para metais Cd e Pb em alimentos.....	31
Tabela 8. Limites estabelecidos pelo PCRC/2000 para alguns metais em músculo, rim e fígado de bovino.....	32
Tabela 9. Níveis de Cd e Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) em tecidos de bovinos em diferentes partes do mundo.....	33
Tabela 10. Condições experimentais usadas no ICP OES.....	53
Tabela 11. Médias e desvios-padrão dos teores de umidade, proteína, lipídios e cinzas em amostras de tecidos de bovino adulto da microrregião de Feira de Santana.....	57

Tabela 12. Determinação do LOD e LOQ para os elementos Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, P e Zn.....	69
Tabela 13. Determinação da composição média do material de referência certificada de fígado bovino por ICP OES, para validação do método.....	69
Tabela 15. Estudos dos teores de macro elementos (mg Kg^{-1}) em tecido muscular de bovinos em diferentes países.....	73
Tabela 17. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg^{-1}) em tecido muscular de bovinos em diferentes países.....	81
Tabela 19. Estudos dos teores de macro elementos (mg Kg^{-1}) em tecido renal de bovinos em diferentes países.....	86
Tabela 21. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg^{-1}) em tecido renal de bovinos em diferentes países.....	92
Tabela 23. Estudos dos teores de macroelementos (mg Kg^{-1}) em tecido hepático de bovinos em diferentes países.....	98
Tabela 25. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg^{-1}) em tecido hepático de bovinos em diferentes países.....	104

Lista de figuras

Figura 1. Consumo de carne bovina dos principais países	5
Figura 2. Mesorregião Centro Sul Baiano, Microrregião de Guanambi e Município de Guanambi, BAHIA, 2006.....	39
Figura 3. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Feira de Santana e Feira de Santana, BAHIA, 2006.....	40
Figura 4. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Itaberaba e Município de Ruy Barbosa, BAHIA, 2006.....	42
Figura 5. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Feira de Santana e Município de Rafael Jambeiro, BAHIA, 2006.....	43
Figura 6. Procedimento de digestão das amostras de músculo, rim e fígado de bovino...	49
Figura 7. Percentagem de umidade em músculo, fígado e rim de bovino adulto de Feira de Santana.....	58
Figura 8. Composição centesimal de amostras de tecidos de bovinos adultos de Feira de Santana.....	61
Figura 9. Distribuição dos macroatmentos Fe, Ca, Mg, K, P e Na, encontrados nas amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.....	70
Figura 9.1- Perfil individual dos macroatmentos Fe e Ca, nas amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.....	71
Figura 9.2 - Perfil individual dos macroatmentos K e P nas amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.....	76
Figura 9.3 - Perfil individual dos macroatmentos Na e Mg nas amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.....	78
Figura 10. Distribuição dos teores de microatmentos encontrados em amostras investigadas de músculos de bovinos adultos de Feira de Santana.....	80

Figura 10.1 - Distribuição dos teores de Mn e Cu encontrados em amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.....	82
Figura 11. Perfil individual dos macrossubstâncias Fe, Ca, K, P, Na e Mg nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	85
Figura 11.1- Perfil individual dos macrossubstâncias Fe e Ca nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	87
Figura 11.2- Perfil individual dos macrossubstâncias K e P nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	88
Figura 11.3 - Perfil individual dos macrossubstâncias Na e Mg nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	90
Figura 12. Distribuição dos teores de microssubstâncias encontrados em amostras de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	91
Figura 12.1 - Distribuição dos teores de Cr, Mn e Cu encontrados em amostras de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	93
Figura 12.2 - Perfil individual de Zn nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.....	95
Figura 13. Distribuição dos macro elementos Fe, Ca, Mg, K, P e Na encontrados nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	97
Figura 13.1- Perfil individual de macro elementos Fe e Ca nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	99
Figura 13.2 - Perfil individual dos macro elementos K e P nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	100
Figura 13.3 - Perfil individual dos macro elementos Na e Mg nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	102
Figura 14. Distribuição dos teores de Cd, Mn, Cu e Zn encontrados em amostras de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	103
Figura 14.1- Perfil individual dos microssubstâncias Cd e Mn nas amostras investigadas	

de rim de bovino adultos de Feira de Santana.....	105
Figura 14.2 - Perfil individual dos microelementos Cu e Zn, nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.....	107
Figura 15. Macroelementos em amostras de tecidos de bovino macho (M.ma, R.ma e F.ma) e fêmea (M.fe, R.fe e F.fe) adultos de Feira de Santana.....	111
Figura 16. Microelementos em amostras de tecido muscular, renal de hepático de bovino macho (M.ma, R.ma e F.ma) e fêmea M.fe. R.fe e F.fe) adultos de Feira de Santana.....	112
Figura 17. Macroelementos em amostras de tecido muscular de bovino macho (M.ma) e fêmea (M.fe) adultos de Feira de Santana.....	113
Figura 17.1- Microelementos em amostras de tecido muscular de bovino macho (M.ma) fêmea (M.fe) adultos de Feira de Santana.....	114
Figura 18. Macroelementos em amostras de tecido renal de bovinos macho (R.ma) e fêmea (R.fe) adultos de Feira de Santana.....	115
Figura 18.1 - Microelementos em amostras de tecido renal de bovino macho (F.ma) e fêmea (F.fe) adultos de Feira de Santana.....	116
Figura 19. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovino macho (F.ma) e fêmea (F.fe) adultos de Feira de Santana.....	118
Figura 19.1 – Microelementos (Cd, Mn, Cu e Zn) em amostras de tecido hepático de bovino macho (F.ma) e fêmea (F.fe) adultos de Feira de Santana.....	119
Figura 20. Macroelementos em amostras de músculo, rim e fígado de bovinos adultos (M.ba, R.ba e F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj, R.bj e F.bj) de Rafael Jambeiro.....	122
Figura 21. Microelementos em amostras de músculo, rim e fígado de bovinos adultos (M.ba, R.ba e F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj, R.bj e F.bj) de Rafael Jambeiro.....	122

Figura 22. Macroelementos em amostras de músculos de bovinos adultos (M.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj) de Rafael Jambeiro.....	123
Figura 23. Microelementos Mn Cu e Zn em amostras de músculo de bovinos adultos (M.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj) de Rafael Jambeiro.....	124
Figura 24. Macroelementos em amostras de tecido renal de bovinos adultos (R.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (R.bj) de Rafael Jambeiro.....	125
Figura 25. Microelementos Cd, Cr, Mn, Cu e Zn em amostras de tecido renal de bovinos adultos (R.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (R.bj) de Rafael Jambeiro.....	126
Figura 26. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos adultos (F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (F.bj) de Rafael Jambeiro.....	127
Figura 27. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos adultos (F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (F.bj) de Rafael Jambeiro.....	128
Figura 28. Macroelementos em amostras de tecidos de bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro.....	131
Figura 29. Microelementos em amostras de tecidos de bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro.....	131
Figura 30. Macroelementos em músculo de bovinos jovens de Ruy Barbosa (M.joRB) e Rafael Jambeiro (M.joRJ).....	132
Figura 31. Microelementos Cd, Cr e Mn em músculo de bovinos jovens de Ruy Barbosa (M.joRB) e Rafael Jambeiro (M.joRJ).....	133
Figura 32. Macroelementos em amostras tecido renal de bovinos jovens de Ruy Barbosa (R.joRB) e Rafael Jambeiro (R.joRJ).....	134
Figura 33. Microelementos Cd, Cr, Mn Cu e Zn em amostras de tecidos renal bovinos jovens de Ruy Barbosa (R.joRB) e Rafael Jambeiro (R.joRJ).....	136
Figura 34. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos jovens de Ruy Barbosa (F.joRB) e Rafael Jambeiro (F.joRj).....	137

Figura 35. Microelementos em amostras de tecido hepático de bovinos jovens de Ruy Barbosa (F.joRB) e Rafael Jambeiro (F.joRj).....	137
Figura 36. Macroelementos em tecidos de bovinos adultos macho das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	140
Figura 37. Microelementos em tecidos de bovinos adultos machos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	141
Figura 38. Macroelementos em amostras de tecido muscular de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	142
Figura 39. Microelementos Mn, Cu e Zn em amostras de músculo de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	143
Figura 40. Macroelementos em amostras de rim de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	145
Figura 41. Microelementos Mn, Cu e Zn em amostras rim de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (F.S).....	146
Figura 42. Macroelementos em amostras fígado de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	147
Figura 43. Microelementos Mn, Cu e Zn em amostras de fígado de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	148
Figura 44. Macroelementos em tecidos de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G, R.fe G e F.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS,.R.fe e FS, F.fe FS).....	149
<i>Figura 45. Microelementos em tecidos de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G, R.fe G e F.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS, R.fe e FS, F.fe FS)...</i>	<i>150</i>
Figura 46. Macroelementos em tecido muscular de fêmea bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS).....	151

Figura 47. Microelementos em tecido muscular de fêmea bovinas adultas das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	152
Figura 48. Macroelementos em tecido renal de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (R.fe G) e Feira de Santana (R.fe FS).....	153
Figura 49. Microelementos em tecido renal de fêmea bovinas adultas das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).....	154
Figura 50. Macroelementos de tecido hepático de fêmea bovinas adultas das regiões de Guanambi (F.fe G) e Feira de Santana (F.fe FS).....	155
Figura 51. Micro elementos Cd, Cr, Mn, Cu e Zn em tecido hepático de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (F.fe G) e Feira de Santana (F.fe FS).....	156

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

F.a – Fígado de bovino macho adulto de Guanambi

F.b – Fígado de bovino macho adulto de Feira de Santana

F.ba - Fígado de bovino adulto

F.bj - Fígado de bovino jovem

F.c – Fígado de fêmea bovina adulta de Guanambi

F.d – Fígado de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

F.e – Fígado de bovino jovem de Rui Barbosa

F.f – Fígado de bovino jovem de Rafael Jambeiro

F.fe - Fígado de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

F.joRB - Fígado de bovinos jovens de Rui Barbosa

F.joRJ - Fígado de bovinos jovens de Rafael Jambeiro

Fígado G – Fígado de bovino macho adulto de Guanambi

Fígado FS - Fígado de bovino macho adulto de Feira de Santana

F.fe G - Fígado de fêmea bovina adulta de Guanambi

F.fe.FS - Fígado de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

F.ma - Fígado de bovino macho adulto de Feira de Santana

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

ICP OES - Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado

IN - Instrução Normativa

LOD – Limite de Detecção

LOQ - Limite de Quantificação

LQM – Limite de Quantificação do Método

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

M.a – Músculo de bovino macho adulto de Guanambi

M.b - Músculo de bovino macho adulto de Feira de Santana

M.ba - Músculo de bovino adulto

M.bj- Músculo de bovino jovens

M.c - Músculo de fêmea bovina adulta de Guanambi

M.d - Músculo de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

M.e – Músculo de bovino jovem de Rui Barbosa

M.f – Músculo de bovino jovem de Rafael Jambeiro

M.fe - Músculo de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

M.ma - Músculo de bovino macho adulto de Feira de Santana

M.joRB - Músculo de bovinos jovens de Rui Barbosa

M.joRJ - Músculo de bovinos jovens de Rafael Jambeiro

Músculo FS - Músculo de bovino macho adulto de Feira de Santana

M.fe FS - Músculo de fêmea bovina adulta de Feira de Santana

Músculo G - Músculo de bovino macho adulto de Guanambi

M.fe G - Músculo de fêmea bovina adulta de Guanambi

nm – Nanômetro

NRC - National Research Council

OMS - Organização Mundial de Saúde

PCRC - Plano de Controle de Resíduos

PV - Peso Vivo

R.a - Rim de bovino macho adulto de Guanambi

R.b - Rim de bovino macho adulto de Feira de Santana

R.ba - Rim de bovino adulto

R.bj - Rim de bovino jovem

R.c – Rim de fêmea bovina adulta de Guanambi

R.d – Rim de fêmea bovina adulta de Feira de Santana
R.e – Rim de bovino jovem de Rui Barbosa
R.f – Rim de bovino jovem de Rafael Jambeiro
R.fe G - Rim de fêmea bovina adulta de Guanambi
R.fe FS - Rim de fêmea bovina adulta de Feira de Santana
R.fe - Rim de fêmea bovina adulta de Feira de Santana
R.joRB - Rim de bovinos jovens de Rui Barbosa
R.joRJ - Rim de bovinos jovens de Rafael Jambeiro
Rim G - Rim de bovino macho adulto de Guanambi
Rim FS - Rim de bovino macho adulto de Feira de Santana
R.ma - Rim de bovino macho adulto de Feira de Santana
TACO - Tabela de Composição de Alimentos Coordenados
TBCA - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCA - Tabela de Composição de Alimentos
SRM - Material de Referência Padronizada
USDA - Department of Agricultura United State
WHO - World Health Organization

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Consumo mundial de carnes.....	3
1.2 Produção de carnes.	6
1.3 A carne e sua importância na alimentação humana	8
1.4 Composição química da carne	10
1.5 Composição mineral da carne.....	12
1.6 Metais essenciais	14
1.6.1 Macroelementos presente em organismos.....	15
1.6.2 Microelementos essenciais e outros	21
1.6.3 Alguns metais tóxicos.....	27
1.7 Contaminação em alimentos	30
1.8 Preocupação internacional sobre qualidade da carne.....	31
1.9 Análise química.....	33
1.9.1 Digestão das amostras.....	34
1.9.2 Espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado	36
1.10 Objetivos	37
1.11 Caracterização das regiões de procedência das amostras	38
CAPÍTULO II.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.1 Equipamentos	45
2.2 Descontaminação do material	45
2.3 Reagentes e soluções	46
2.4 Coleta das Amostras	47
2.5 Pré- tratamento das amostras	47

2.5.1 Preparo das amostras	47
2.5.2 Procedimentos para digestão da amostra	48
2.6 Avaliação da acidez final dos digeridos.....	49
2.7 Determinações da composição centesimal (umidade,cinzas, proteína e lipídeos	50
2.7.1 Umidade	50
2.7.2 Cinzas	50
2.7.3 Proteínas.....	51
2.7.4 Lipídios.....	51
2.8 Digestão das amostras de carne.....	51
2.9 Determinação das características analíticas do método	51
2.9.1 Determinação dos limites de detecção e quantificação.....	51
2.9.2 Exatidão do método.....	52
2.10 Determinação dos elementos.....	52
CAPÍTULO III.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
3. A - Estudo da composição centesimal de tecido de bovinos.....	57
3. A1 - Umidade em tecidos de bovino.....	58
3.A.2 - Proteína, lipídios e cinza em tecidos de bovino.....	61
3.A.2.a – Proteína.....	61
3.A.2b - Lipídios	63
3.A.2c – Cinza.....	65
3.b - Estudo de macro e microelementos em diferentes tecidos de bovinos.....	68
3.B .1- Características analíticas do metodo de digestão utilizado.....	68
3.B .2 – Macroelementos em músculo bovino.....	70
3.B .2 .a – Ferro.....	71
3.B .2 .b – Cálcio.....	74

3.B.2 .c – Potássio.....	75
3.B.2 .d – Fósforo.....	76
3.B.2 .e – Sódio.....	77
3.B.2 .f – Magnésio.....	78
3.B.3 – Microelementos em músculo bovino.....	80
3.B.3 a – Manganês.....	81
3.B.3 b – Cobre.....	82
3.B.3 c – Zinco.....	83
3.B.3 d - Alumínio, cádmio, cromo e chumbo.....	83
3.B.4 – Macroelementos em rim bovino.....	85
3.B.4 a – Ferro.....	86
3.B.4 b – Cálcio.....	87
3.B.4 c – Potássio.....	88
3.B.4 d – Fósforo.....	89
3.B.4 e – Sódio.....	89
3.B.4 f – Magnésio.....	89
3.B.5 – Microelementos em rim bovino.....	91
3.B.5a – Cádmio.....	92
3.B.5b – Cromo.....	95
3.B.5 c – Manganês.....	94
3.B.5 d – Cobre.....	94
3.B.5 e – Zinco.....	95
3.B.5 f – Alumínio e chumbo.....	96
3.B.6 – Macroelementos em fígado bovino.....	96
3.B.6 a – Ferro.....	97

3.B.6 b – Cálcio.....	98
3.B.6 c – Potássio.....	99
3.B.6 d – Fósforo.....	100
3.B.6 e – Sódio.....	101
3.B.6 f – Magnésio.....	102
3.B.7 – Microelementos em fígado bovino.....	103
3.B.7 a – Cádmio.....	104
3.B.7 b – Manganês.....	105
3.B.7 c – Cobre.....	106
3.B.7 d – Zinco.....	107
3.B.7 e - Alumínio, Cromo e chumbo.....	108
3.C - Estudo dos fatores que podem influenciar na absorção de elementos em tecidos de bovinos	110
3.C1 -_Estudo da influência do sexo na absorção de elementos em bovinos.....	110
3.C 1 a - Tecido muscular.....	112
3.C 1 b - Tecido renal.....	115
3.C 1 c - Tecido hepático.....	117
3.C 2 - Estudo da influência de idade na absorção de metais em bovinos.....	121
3.C 2 a - Tecido muscular.....	123
3.C 2 b - Tecido renal.....	125
3.C 2 c - Tecido hepático.....	127
3.D - Estudo da influência do habitat na absorção de metais em tecidos bovinos.....	130
3.D 1-_Bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e de Rafael Jambeiro.....	130
3.D 1a - <i>Tecido muscular de bovinos jovens</i>	132

3.D 1b - Tecido renal de bovinos jovens.....	134
3.D 1c - Tecido hepático de bovinos jovens.....	136
3.D 2 - Bovinos macho adultos das regiões de Guanambi e Feira de Santana.....	140
3.D 2 a - <i>Tecido muscular de bovino macho</i>	142
3.D 2 b - <i>Tecido renal de bovino macho</i>	144
3.D 2 c - Tecido hepático de bovino macho.....	146
3.D 3 – Fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi e Feira de Santana.....	149
3.D 3 a - <i>Tecido muscular de fêmeas adultas</i>	151
3.D 3 b - <i>Tecido renal de fêmeas adultas</i>	152
3.D 3 c - <i>Tecido hepático de fêmeas adultas</i>	145
4. CONCLUSÕES.....	158
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	166
ANEXOS.....	185

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por carne todo o tecido muscular de animais utilizado como alimento. A carne se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem, não somente do ponto de vista quantitativo como qualitativo. Além de sua riqueza em aminoácidos essenciais, ela contém umidade, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais como elementos nutritivos complementares. O músculo magro das diferentes espécies tem uma composição relativamente constante no que diz respeito a sua composição em termos de proteína, gordura, sais minerais e conteúdo aquoso. A gordura é a sua principal variável existindo nela em percentuais que variam entre 0,7 a 28,7% nos bovinos adultos, 8 a 55% nos suínos e 4 a 39% nos ovinos. Isto favorece a uma variação da proporção da proteína e demais constituintes encontrados na carne. A composição dos diferentes cortes de carne é também variável, fato, este, relacionado com a função exercida por cada um deles no organismo (PARDI *et al.*, 2001).

Os músculos, que desenvolvem maior atividade, contêm uma proporção maior de umidade, do mesmo modo que a proporção de água é tanto menor quanto mais elevado for o teor de gordura. A carne pode variar também de acordo com a idade, o sexo, a raça, a alimentação e a espécie de animal. A carne dos animais jovens contém maior proporção de umidade e menor de gordura, proteínas e sais minerais que a dos adultos. Em relação ao sexo, as fêmeas têm menor predisposição que os machos para a formação de gordura.

Em termos gerais, as carnes podem ser classificadas em vermelhas e brancas. Carnes vermelhas são aquelas que possuem maior teor de mioglobina, entre 0,4 e 2%, e são provenientes de bovinos, bubalinos, suínos, ovinos, caprinos, coelhos e avestruzes. Por sua vez, carnes com baixo teor de mioglobina, em torno de 0,1% (SGARBIERE, 1996) são denominadas de carnes brancas, por exemplo, aquelas provenientes de aves domésticas.

As fontes de contaminação para os alimentos podem estar associadas ao uso da água poluída, contato com água de esgoto ou efluentes industriais, agrotóxicos, dentre outros. Já no caso das carnes, essa possível contaminação, pode estar associada às práticas inadequadas de abate e sua exposição em lugares abertos e a emissões de gases pelos veículos (COLMENERO *et al.*, 2001).

1.1 - Consumo Mundial de Carnes

O consumo mundial de carne bovina apresentou crescimento inexpressivo nos últimos anos e em muitos países sofreu reduções. Um dos principais fatores responsáveis por esta queda no consumo foi o aparecimento na Inglaterra da Encefalopatia Espongiforme Bovina, também conhecida como “doença da vaca louca”, que foi responsável pela morte de pessoas após o consumo de carne bovina (LADEIRA *et al.*, 2006). Além disso, a concorrência com outras carnes consideradas "mais saudáveis" e em muitos casos de menor custo, também tem influenciado negativamente o consumo de carne bovina nos últimos anos. Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e

Adelmo Ferreira de Santana 3

Abastecimento, os consumos da carne suína e de frango apresentaram crescimento bem mais expressivo no período de 2000 a 2004, em relação à carne bovina, como pode ser observado na tabela 1 (BRASIL, 2006). Todavia, o cenário atual sinaliza para mudanças, já que o avanço de algumas doenças, por exemplo, a gripe aviária pelo mundo tem resultado em queda no consumo de carne de frango (LADEIRA *et al.*, 2006).

Portanto, fica claramente evidenciada a preocupação pelo consumidor por produtos saudáveis. Se a população não estiver ciente da segurança alimentar e qualidade do produto, o consumo será prejudicado, o que afetará toda a cadeia produtiva: produtores rurais, frigoríficos, varejo etc. Além disso, as contas externas de um país como o Brasil, maior exportador de carne bovina e segundo maior exportador de carne de frango, também serão fortemente afetadas (LADEIRA *et al.*, 2006).

Tabela 1. Consumo (milhões de toneladas de carne) mundial de carnes bovina, suína e avícola.

Carne /Ano	2000	2001	2002	2003	2004
Bovina	49,6	48,7	50,3	49,1	50,4
Suína	81,7	83,5	86,3	88,6	90,6
Avícola	49,4	50,6	52,3	52,5	53,3

Fonte: BRASIL, 2006.

O Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) publicou em novembro de 2005 um estudo sobre as perspectivas do consumo de carne bovina para o ano de 2006. Segundo este relatório, o consumo mundial de carne bovina deve

apresentar crescimento anual de 2,9%, chegando a 51,74 milhões de toneladas equivalentes - carcaça. Os EUA devem continuar a ser o país com o maior consumo mundial, (em torno de 13,06 milhões de toneladas, no ano 2006). Para o Brasil, o crescimento de consumo de carne bovina indicado foi de 3,9%, chegando a 7,04 milhões de toneladas. O consumo "per capita" estimado foi de 37,4 kg/pessoa, ocasionando um crescimento de 2,7% em relação a 2005. A figura 1 apresenta os dados de consumo nos principais países que utilizam este alimento (USDA, 2005).

Estes dados são importantes, pois mostram quais os principais mercados que o Brasil deve dirigir esforços para exportação.

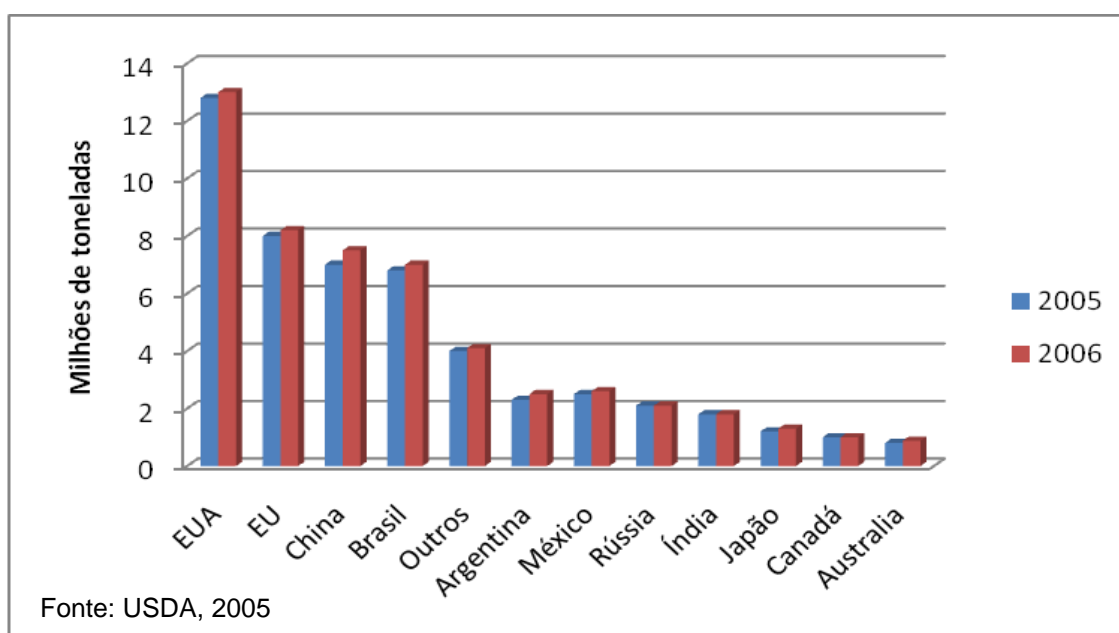


Figura 1. Consumo de carne bovina dos principais países

1.2- Produção de carnes

A produção de carnes no Brasil, somente no primeiro semestre de 2004, foi de aproximadamente 3×10^9 Kg de carne bovina, $3,5 \times 10^9$ Kg de frango e $9,5 \times 10^8$ Kg de carne de suína, considerando-se apenas os estabelecimentos sob inspeção sanitária. Sabe-se que grande parte desta produção se destina ao consumo extremo. O Brasil tem aproximadamente 172 milhões dos habitantes (IBGE, 2004), e se considerássemos que toda a produção de carne fosse consumida internamente, seria possível atender as recomendações diárias de proteína (BRASIL, 2004).

Segundo dados do USDA (2010) no ano de 2009 foram produzidos 57,4 milhões de toneladas de carne bovina no mundo, representando uma queda no crescimento de aproximadamente 1,8% em relação aquele do ano 2008, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Países produtores de carne bovina em milhões de toneladas

País/Ano	2006	2007	2008	2009	2010 ⁽¹⁾
Estados Unidos	11.980	12.096	12.163	12.105	11.828
Brasil	9.025	9.303	9.024	8.935	9.145
União Européia	8.150	8.188	8.100	8.200	7.870
China	5.767	6.134	6.100	6.000	5.500
Argentina	3.100	3.300	3.150	3.010	2.600
Índia ⁽²⁾	2.375	2.413	2.470	2.475	2.850
Austrália	2.183	2.172	2.159	2.100	2.080
México	2.175	2.207	2.225	2.230	1.731
Paquistão	1.300	1.344	1.388	1.457	1.486
Rússia	1.430	1.370	1.315	1.275	1.300
Canadá	1.391	1.279	1.285	1.340	1.285
Outros	9.526	9.347	9.426	8.828	9.038
Total	57.731	58.558	58.522	57.431	56.763

⁽¹⁾ Estimativa

⁽²⁾ Rebanho não-comercial

A Instrução Normativa nº 42 do MAPA (BRASIL, 1999) indica procedimentos para as análises físico-químicas que devem ser empregados no controle de qualidade de produtos cárneos e traça o Plano de Controle de Resíduos (medicamentos, metais e agrotóxicos) em carnes, onde são apresentados laboratórios oficiais para receberem e executarem essas análises demandadas.

O rebanho mundial de bovino encerrou o ano de 2009 com um total de pouco mais de um bilhão de cabeças de bovinos, representando uma estabilização no crescimento, equiparando-se com 2008. Para 2010 espera-se uma leve queda da taxa de crescimento verificada nos últimos anos como mostra a tabela 3. O Brasil possui o segundo maior rebanho comercial do

mundo com 179,5 milhões de cabeças de gado em 2009, segundo o USDA (2010).

Tabela 3. Rebanhos de bovinos em milhões de cabeças.

País/Ano	2006	2007	2008	2009	2010 ⁽¹⁾
Índia ⁽²⁾	290,0	296,5	303,0	303,5	304,0
Brasil	172,1	173,8	175,4	179,5	185,3
China	109,9	104,7	105,9	105,7	105,4
Estados Unidos	96,3	96,5	96,0	94,5	93,7
União Européia	89,7	88,5	89,0	88,8	88,3
Argentina	54,3	55,7	55,7	54,2	49,0
Colômbia	28,5	29,3	30,1	30,7	31,1
Austrália	27,8	28,4	28,0	27,3	27,9
México	23,7	23,3	22,8	22,6	22,1
Rússia	19,9	19,0	18,3	17,9	17,6
Venezuela	14,2	13,8	13,5	13,2	13,1
Outros	89,7	88,6	82,5	71,8	53,4
Total	1.016,0	1.018,1	1.020,5	1.010,0	991,2

⁽¹⁾ Estimativa

⁽²⁾ Rebanho não comercial

1.3 - A carne e sua importância na alimentação humana

A carne, em sentido amplo, constitui um alimento nobre para o homem, devido à produção de energia, a função plástica na formação de novos tecidos orgânicos e a regulação dos processos fisiológicos. Sua maior contribuição à dieta é devida à quantidade e qualidade de suas proteínas, à presença de ácidos graxos essenciais e de vitaminas do complexo B e, em menor proporção, ao seu conteúdo em determinados sais minerais. O músculo é o

principal componente da carne, e por isso o estudo de sua composição química; incluindo água, proteína, lipídeos, substâncias nitrogenadas não protéicas, carboidratos e outras substâncias não nitrogenadas, bem como minerais; torna-se necessário para o seu entendimento (PARDI *et al.*, 2001).

O consumo de uma grande variedade de nutrientes, pertencentes a todos os grupos de alimentos é recomendado por nutricionistas e profissionais de saúde com a finalidade de aquisição de uma alimentação balanceada. Com algumas informações básicas, qualquer pessoa pode equilibrar sua dieta e assim obter uma vida mais saudável. De acordo com os princípios de uma alimentação saudável, todos os grupos de alimentos devem compor a dieta diária (PROUDLONE, 1996; COZZOLINO, 2005).

A alimentação saudável deve fornecer água, carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e minerais, os quais são insubstituíveis e indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Assim, carnes, peixes, aves, produtos lácteos legumes, vegetais, frutas e grãos, principalmente cereais integrais, devem compor a dieta (OLIVEIRA & MARCHINI, 1998; BELITZ & GROSCH, 2000; LAWRIE, 2005).

Os alimentos protéicos de origem animal (carne bovina e aves) são alimentos de grande interesse na dieta humana (DEMIREZEN & URUÇ, 2006). Isto se deve a quantidade e a qualidade de suas proteínas, as quais são de alto valor biológico e biodisponibilidade elevada. Além disso, esses alimentos apresentam alta concentração de minerais essenciais, notadamente o ferro e o zinco, além das vitaminas A e do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, e cobalamina; BIESALSK, 2005).

O teor de minerais presentes nestes alimentos tem uma grande influência na prevenção de algumas doenças, tais como a hipertensão, osteoporose dentre outros. Todos os nutrientes contidos na carne bovina são de primordial importância na alimentação humana, destacando-se principalmente o ferro e zinco (ANDRADE *et al.*, 2004; TBCA, 2006).

1.4 - Composição química da carne

O conhecimento da composição dos alimentos consumidos no Brasil é de fundamental importância para se alcançar à segurança alimentar do país, uma vez que fornece elementos básicos para ações de orientação nutricional baseados em princípios de desenvolvimento local, diversificação da alimentação e desenvolvimento de novos produtos (TBCA, 2006).

Torres *et al.* (2000) determinaram os valores calóricos dos alimentos de origem animal comumente consumido na dieta: carne, leite e ovos a fim de compará-los com os dados das tabelas de composição centesimal mais utilizadas por profissionais da área de alimentos (Tabela 4). Observou-se, que de modo geral, ocorreram variações entre os valores das tabelas consultadas e os materiais analisados.

De maneira geral, as carnes disponibilizam nutrientes essenciais à vida. A carne é, por excelência, um alimento protéico e, por conter todos os aminoácidos essenciais, deve ser considerada uma importante fonte de proteína de elevada qualidade biológica. Ademais apresenta alta digestibilidade e biodisponibilidade de seus nutrientes (CHEFTEL *et al.*, 1989).

Tabela 4. Composição centesimal (g/100g) encontrada por diversos autores, em contrafilé sem gordura de bovino.

Composição centesimal	Torres <i>et al.</i> , 2000	USDA, 2005	*TBCA, 2006
Umidade (g)	67,27	60,77	73
Energia (kcal)	192	243	132
Proteínas (g)	19,13	19	22
Lipídeos (g)	12,78	17,93	6,0
Cinzas (g)	0,82	0,77	1,0

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

A composição centesimal, em partes comestíveis de carne bovina (TBCA, 2006) está apresentada na tabela 5.

Tabela 5. Composição centesimal (g/100g) de carne bovina crua.

Descrição do Alimento	Umidade (%)	Energia (Kcal)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Cinzas (g)
Carne bovina					
Acém, sem gordura	72	144	21	6	1,0
Contrafilé, com gordura	65	217	19	15	0,9
Contrafilé, sem gordura	73	132	22	4	1,0
Coxão duro, sem gordura	70	148	22	6	1,1
Coxão mole, sem gordura	69	171	21	9	1,0
Fraldinha	65	221	18	16	0,9
Lagarto	71	135	21	5	1,1
Maminha	70	153	21	7	1,0
Picanha sem gordura	72	134	21	5	1,0

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2006.

A composição centesimal e mineral dos alimentos é determinada na sua grande maioria pelos métodos preconizados pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz-IAL (1985) e a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000).

1.5 - Composição mineral da carne

Os minerais estão presentes no organismo e nos alimentos, principalmente na sua forma iônica, representando de 4 a 5% do peso corpóreo. Estes constituintes desempenham muitas funções essenciais, alguns como íons dissolvidos nos fluidos corpóreos e outras, como constituintes de compostos essenciais. O equilíbrio de íons minerais nos fluidos corpóreo regula a atividade de muitas enzimas, a produção de sucos digestivos, mantêm o equilíbrio ácido-básico e facilita o transporte de compostos essenciais nas membranas. Cada elemento possuindo funções específicas. O estudo dos minerais em alimentos teve um grande avanço com o desenvolvimento de técnicas analíticas sensíveis e precisas que permitem não apenas a quantificação de elementos, mas também esclarecer alguns dos mecanismos através dos quais eles exercem suas funções no organismo (COZZOLINO, 2005).

Os elementos químicos que participam do metabolismo dos seres humanos devem ser avaliados, mesmo que estejam presentes em baixas concentrações. Isto, devido à necessidade de controle da ingestão diária dos elementos essenciais e tóxicos, e sua correlação com o seu estado nutricional. O estado nutricional reflete o grau nas quais as necessidades fisiológicas dos nutrientes estão sendo alcançadas, ou seja, a relação entre o consumo de alimentos e as necessidades nutricionais do indivíduo (MARCHIONI *et al.*, 2004).

A tabela 6 apresenta a composição de minerais essenciais e traços da carne bovina.

Tabela 6. Composição mineral encontrada (mg /100 gramas) em contrafilé sem gordura de bovino.

Composição centesimal	USDA, 2005	*TBCA, 2006
Ca	5	6
Mg	18	20
Mn	0,012	<LQ
P	163	178
Fe	1,58	2
Na	53	79
K	295	325
Cu	0,069	0,06
Zn	3,14	4,6

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

Os diferentes hábitos e as condições sócio-culturais e ambientais características das diferentes regiões do planeta induzem a carência específica de nutrientes, impactadas pelas diferentes dietas. Os minerais são elementos inorgânicos amplamente distribuídos na natureza e que, no organismo, desempenham uma variedade expressiva de funções metabólicas que incluem ativação, regulação, transmissão e controle. Uma melhor quantificação destes elementos em alimentos e fluidos biológicos, assim como o conhecimento dos mecanismos, através dos quais exercem suas funções no organismo, só foi possível através do desenvolvimento de técnicas mais sensíveis e precisas que tenham sido propostas a partir da década de setenta (LOBO & TRAMONTE, 2004).

A quantidade de metais ingeridos pelos seres humanos está diretamente relacionada a hábitos alimentares e a composição dos alimentos. Por outro lado, concentração de metais em alimentos, a sua biodisponibilidade, e outros

fatores estão relacionados às características do solo como a quantidade de matéria orgânica, pH e condições mineralógicas. Além disso, a poluição ambiental e a adição de produtos químicos como fertilizantes, fungicidas, inseticidas e herbicidas nas colheitas é um motivo de preocupação. Uma vez que estes produtos podem conter vários metais e suas aplicações podem aumentar a quantidade destes compostos no solo e na água. Adicionalmente, a forma física e química na qual eles são dispersos podem aumentar a biodisponibilidade dos metais para as plantas (HAMILTON, 1995; LOBO & TRAMONTE, 2004).

As diferentes formas dos elementos atuam em diferentes meios no curso das reações químicas nos alimentos e podem ter diferentes efeitos e disponibilidades biológicas (SANTOS *et al.*, 2004). O conhecimento da concentração de determinados metais em alimentos pode fornecer informações importantes sobre o impacto da utilização de produtos químicos em colheitas e dos níveis de contaminação ambiental no setor agrícola (JULIATTI *et al.*, 2002; LOBO & TRAMONTE, 2004).

1.6 Metais essenciais

O organismo humano é formado de diversos elementos químicos que compõem os macronutrientes, os micronutrientes e os elementos traço. Alguns macro-constituintes de muitos organismos são elementos metálicos, enquanto outros, por exemplo, Cu, Mn e Zn, são micro-nutrientes essenciais ao homem, cuja necessidade diária não passa de poucos miligramas

(SANTOS *et al.*, 2004; JULIATTI *et al.*, 2002).

1.6.1 – Macroelementos presentes em organismos

Elementos como Ca, Fe, K, Mg, Na e P estão envolvidos em uma variedade de reações biológicas e suas deficiências resultam em muitos problemas de saúde.

Cálcio (Ca)

É considerado um macro elemento por ser encontrado em grandes quantidades no organismo, sendo o quinto mais abundante entre os minerais (BELITZ & GROSCH, 2000). De um modo geral, o cálcio ocupa uma posição central entre as substâncias minerais do organismo tanto quantitativamente como por sua distribuição universal, sendo encontrado no esqueleto e em outros tecidos.

No homem, o cálcio é o constituinte principal do tecido ósseo e dos dentes. A concentração do cálcio no sangue é pequena, mas a sua concentração em níveis normais é essencial para o organismo humano. Este metal tem importância para o homem nas atividades enzimáticas, por exemplo, ele é necessário para a ação de algumas enzimas (Ca^{2+} ATPase) e pode competir com o Fe no sítio de ligação, ou então ser absorvido pela célula (BERG *et al.*, 2004). Além disso, ele está associado a transmissões de impulsos nervosos, contração muscular e ao mecanismo de permeabilidade

celular. No entanto, sua grande importância está associada à construção do sistema ósseo. O cálcio é um componente essencial da alimentação (BELITZ & GROSCH, 2000), podendo minimizar, ou mesmo prevenir a osteoporose, contribuir para o funcionamento adequado do sistema nervoso e imunológico, na coagulação sanguínea e pressão arterial além de outras funções já mencionadas, (MAHAN & KRAUSE, 1998).

Os produtos a base de cereais e os vegetais folhosos são também fontes contribuintes de minerais (BELITZ & GROSCH, 2000; FUNDAÇÃO GARGILL, 1987). Nas águas naturais os sais de Ca estão presentes, eles são componentes essenciais dos tecidos das plantas e dos animais.

O cálcio é aproveitado principalmente na sua forma livre, pela sua reatividade com o oxigênio. A maior parte do Ca (90 %) é armazenada nos ossos, com um intercâmbio constante entre o sangue e tecidos. Em pequenas quantidades, Ca aumenta a absorção do Fe e em grande quantidade, inibe (BAYNES & BOTHWELL, 2004). Inúmeras doenças estão associadas aos níveis de cálcio, entre elas: síndromes hipocalcêmicas que incluem raquitismo e acidose, enquanto a hipercalcemia é acompanhada de alteração no funcionamento renal e hiperparatireoidismo.

Segundo Cozzolino (2005) a interação do cálcio relacionada com a absorção de outros elementos essenciais, deverá ser melhor avaliada.

Ferro (Fe)

O ferro talvez seja o elemento mais conhecido dos nutrientes, É

considerado um dos íons metálicos mais importantes, transportador de elétrons nas reações de óxido-redução, componente da oxidase mitocondrial, sendo usado na síntese da hemoglobina para o transporte de oxigênio e como centro ativo de muitas enzimas, nos animais superiores (BELITZ & GROSCHE, 2000). É também encontrado na mioglobina,

O ferro está presente em todas as células do organismo do homem e envolvido em um grande número de reações bioquímicas, tendo grande importância nutricional. Entretanto, um excesso na absorção de ferro nos tecidos provocados por uma predisposição genética, causa uma desordem metabólica denominada hematomacros, que pode ocasionar disfunção cardíaca e do pâncreas, pigmentação da pele e em alguns casos disfunção das glândulas endócrinas, além de artrite (COZZOLINO, 2005; BELITZ & GROSCHE, 2000).

A carne apresenta elevado teor de ferro biodisponível, sendo que os processamentos usuais de preparo e armazenamento podem contribuir para a perda de nutrientes. Na etapa de descongelamento, pode haver perda por transpiração, com consequente perda de elementos solúveis. Etapas de limpeza e higienização poderão também contribuir para perda de nutrientes solúveis em água devido ao processo de lixiviação. A cocção e a ação de ácidos desnaturam a mioglobina, levando a formação de metamioglobina (DE ANGELIS & CTENAS, 1993).

Na carne o ferro é encontrado nas duas formas: ferro heme (Fe^{2+}) e ferro não heme (Fe^{3+}). O Ferro heme é a forma biodisponível para o organismo, sendo assim facilmente absorvido pelo organismo e pelas células da mucosa

intestinal, após a proteólise da mioglobina ou da hemoglobina, representando cerca de 40% do ferro do tecido animal. As formas inorgânicas ou não heme estão presentes tanto em tecidos animais como em todos os vegetais que contêm ferro, porém são de baixa biodisponibilidade. A presença de um agente redutor, como ácido ascórbico transforma o Fe^{3+} em Fe^{2+} facilitando a sua absorção (COZZOLINO, 2005; OLIVEIRA & MARCHINI, 1998).

O ferro é responsável pelo transporte de oxigênio, sendo um dos nutrientes mais importantes para o ser humano e fundamental para a formação das hemácias (DE ANGELIS & CTENAS, 1993, FAIRBANKS, 1994, LYNCH, 1997). No entanto, a ingestão excessiva de ferro pode resultar no depósito do mesmo no fígado e em outros tecidos do organismo (COZZOLINO, 2005, BELITZ & GROSCH, 2000).

Potássio (K)

O K encontra-se nos organismos localizado principalmente nas células, regulando a pressão osmótica celular, participando na excitabilidade da célula. O conteúdo desse elemento no organismo é cerca de 2 g Kg^{-1} e sua deficiência pode produzir vários sintomas ou por consumo reduzido de alimentos ou por ingestão de alimentos pobres em potássio (BELITZ & GROSCH, 2000).

Embora em pequenas quantidades, o K é o principal cátion do líquido intracelular. Juntamente ao Na, ele está envolvido na manutenção do equilíbrio hídrico normal osmótico e equilíbrio ácido-básico. Enquanto junto ao Ca, ele é

importante na regulação da atividade neuromuscular, como também promove o crescimento celular. O seu conteúdo no músculo está relacionado com a massa muscular e armazenamento de glicogênio; logo, se o músculo está sendo formado, um suprimento adequado de K é essencial (MAHAN & KRAUSE 1998).

Magnésio (Mg)

O Mg é um cátion intracelular extremamente importante e está em segundo lugar em quantidade em relação ao K. Ele faz parte dos pigmentos verdes dos vegetais superiores. No organismo humano adulto contém aproximadamente de 20 a 28 g das quais 60% encontram-se nos ossos, 26% nos músculos e o restante nos tecidos moles e líquidos corpóreos (MAHAN & KRAUSE, 1998).

O Mg é um macroelemento essencial para a ação de muitas enzimas e está presente, principalmente, nos músculos e ossos, auxiliando na contração muscular e metabolismo energético (FRANCO, 1992). É encontrado na clorofila, sendo co-fator da fotossíntese e em várias reações enzimáticas. Apresenta papel de coenzima específica em grande número de enzimas essenciais e em processos metabólicos atua em todas as enzimas envolvidas na transferência de fosfato que utilizam ATP, como as ATPases que são muito importantes na bioquímica celular. Este elemento tem sido investigado com relação a patologias como eclampsia, alcoolismo, doenças cardíacas, aterosclerose, asma e hipertensão (COZZOLINO, 2005). Ele atua como

componente e ativador de numerosas enzimas (especialmente aquelas que transformam fosfatos ricos em energia), como estabilizador das membranas citoplasmáticas e das membranas intracelulares e dos ácidos nucléicos. O magnésio é imprescindível para vida, e como conseqüência desta posição central no metabolismo, a sua deficiência produz graves alterações (BELITZ e GROSCH, 2000). Os alimentos têm um conteúdo muito variado desse elemento, especialmente os vegetais e cereais que formam a dieta básica da maioria da população mundial (BELITZ & GROSCH, 2000).

Sódio (Na)

O conteúdo de **Na** no organismo humano é de ordem de $1,4 \text{ g Kg}^{-1}$. O principal papel do Na é em grande parte extracelular, ele atua na regulação da pressão osmótica dos líquidos extracelulares, ele também ativa algumas enzimas como a amilase, e a sua absorção ocorre rapidamente. Tanto o consumo excessivo de sódio como o deficitário produz graves alterações. Do ponto de vista da alimentação apenas é de grande gravidade o aporte excessivo, porque pode produzir hipertensão (BELITZ & GROSCH, 2000).

Fósforo (P)

O P é um dos elementos mais essenciais e está em segundo lugar depois do **Ca** em abundância nos tecidos humanos. Ao redor de 80% está presente como cristais de fosfato de cálcio nos ossos e dentes. O restante é

muito ativo metabolicamente e está distribuído por todas as células do organismo e no fluido extracelular. O **P** tem numerosas funções importantes no organismo, principalmente no metabolismo energético (MAHAN & KRAUSE, 1998).

O conteúdo de P no homem é em torno de 700 g/Kg e as necessidades deste elemento são em torno de 0,8 - 1,2 g/dia, enquanto que a sua deficiência tem como consequência alterações no metabolismo que são causadas, principalmente, por falhas enzimáticas (EVANGELISTA, 2000).

1.6.2 – Microelementos essenciais e outros

Alumínio (Al)

O alumínio é um elemento não essencial e a exposição deste, para a população é muito frequente, devido a sua presença difundida no ambiente, por exemplo, na água, nos solos, nos minerais, nas rochas e nas plantas, Está também presente naturalmente em gêneros alimentícios, por meio de utensílios domésticos, nas embalagens de alimentos, nas de cosméticos e de desodorantes, em pigmentos de tintas, em medicamentos, principalmente nos antiácidos, analgésicos, constituindo desta forma, fontes de ingestão para o homem (QUINTAES, 2000).

A ingestão do Al está associada a diversos riscos potenciais à saúde humana, por exemplo, problemas como a osteomalácia e a doenças neurodegenerativas como a encefalopatia e o mal de Alzheimer (ROBERTS, *et al.*,

1998; COZZOLINO, 2005)

Cobre (Cu)

O reconhecimento da importância do **Cu** e sua possível relação com a deficiência de ferro foi motivo de controvérsias. Porém, desde que foi estabelecido seu requerimento, juntamente com o ferro, para prevenir anemia em animais que tem no leite a única fonte de nutrientes, sua importância na nutrição de mamíferos foi reconhecida (BELITZ & GROSCH, 2000). No entanto, o excesso de **Cu** no organismo pode trazer riscos à saúde humana e de animal (COZZOLINO, 2005).

O cobre é absorvido na forma de íon Cu^{2+} e como complexo orgânico de sal quelatado com EDTA. O cobre é ativador de enzima, tais como a tirosinase, oxidase do ácido ascórbico. Além disso, ele também é constituinte essencial de muitas enzimas oxidativas vitais, de importância comparável à do Fe, utilizado no transporte de oxigênio por proteínas em animais marinhos. Esse elemento é encontrado principalmente em carnes, frutos do mar, vegetais, cereais e nozes (MAHAN & KRAUSE, 1998). O cobre é, também, importante no metabolismo dos ossos, no sistema imunológico e na prevenção de doenças cardiovasculares (COZZOLINO, 2005).

Do ponto de vista nutricional, o cobre é um elemento essencial ao organismo, sendo requerido diariamente em quantidades bem pequenas. Segundo as DRIs (Dietary Reference Intakes) a recomendação para cobre é de 700 a 900 μg dia (USDA, 2008). No organismo sua ação está relacionada ao

metabolismo e absorção do ferro, bem como na síntese da hemoglobina, sendo estimado que cerca de 30% do cobre ingerido é absorvido no trato gastrointestinal (BIEGO *et al.*, 1998).

O teor de cobre nos alimentos é de interesse, principalmente para considerações nutricionais e tecnológicas. Isto, porque devido ao potencial oxidante, o cobre pode causar mudanças indesejáveis no processo alimentar, relacionado a reações com corantes para molhos em alimentos, oxidação dos lipídios e conseqüentemente a perdas nutricionais (GOYER, 1997).

No entanto, o excesso de **Cu** no organismo pode trazer riscos à saúde tanto no animal como em humano (COZZOLINO, 2005). A fonte de cobre no ambiente tem sido decorrente da indústria elétrica e de automóveis, devido a sua utilização no revestimento de chapas elétricas, como também na produção de ligas como o latão e o bronze. Óxidos e sulfatos de cobre são usados em pesticidas, algicidas e fungicida (EVANGELISTA, 2000).

Cromo (Cr)

O **Cr** é um mineral traço, essencial, presente em diminutas proporções em alguns alimentos como carnes, cereais integrais, oleaginosas e leguminosas. Atualmente, esse mineral tem sido utilizado como suplemento alimentar, no meio esportivo, com a proposta de promover maior ganho de massa muscular e maior perda de gordura corporal. Todavia, a participação do cromo no metabolismo resume-se ao aumento da sensibilidade à insulina. Isto pode ocorrer por meio da ligação de quatro átomos de cromo a uma proteína

intracelular específica denominada apocromodulina. Esta proteína, por sua vez, liga-se ao receptor de insulina de células de tecidos periféricos concomitantemente à insulina, porém em outro sítio localizado no domínio intracelular (GOMES *et al.*, 2005).

O **Cr** é um mineral-traço essencial que participa ativamente do metabolismo de carboidratos, principalmente co-atuando com a insulina, melhorando a tolerância à glicose (MERTZ, 1969). Contudo, por agir estimulando a sensibilidade à insulina, o cromo pode influenciar também no metabolismo protéico, promovendo maior estímulo da captação de aminoácidos e, conseqüentemente, aumentando a síntese protéica (CLARKSON, 1997). A ação do cromo parece não se resumir somente à participação coadjuvante com a insulina. Apesar de não ter sido identificada nenhuma enzima dependente de cromo, este mineral parece inibir a enzima hepática hidroximetilglutaril-CoA-redutase, diminuindo a concentração plasmática de colesterol (ZIMA *et al.*, 1998). Também é atribuído ao cromo um efeito lipolítico que, somado a seus possíveis efeitos anabólicos, estimula principalmente o público esportista ao uso do cromo como suplemento na dieta para obtenção de efeitos desejáveis sobre a composição corporal (KREIDER, 1999).

Manganês (Mn)

É um microelemento essencial encontrado no ser humano, principalmente nos ossos, nas mitocôndrias de células hepáticas, hipófise,

fígado, rim, pâncreas e tecido gastrointestinal (FRANCO, 1992).

O Mn é um componente de várias enzimas, inclusive glutamina sintetase, piruvato carboxilase e superóxido dismutase mitocondrial. Ele está associado à formação de tecido conjuntivo, ósseo, ao crescimento, a reprodução e ao metabolismo de carboidratos e lipídeos. Embora seja encontrado em quantidades mínimas no organismo ele é prontamente absorvido no estômago e intestino delgado, com a taxa de absorção sendo maior na parte proximal do que na parte distal do intestino delgado. Assim como outros minerais, o Mn é absorvido por dois mecanismos mediado por carreadores e difusão passiva (COZZOLINO, 2005).

O manganês é absorvido na forma iônica Mn^{2+} e em combinações moleculares de quelatos. Ele é um constituinte ativador de enzimas relacionadas com o metabolismo do carboidrato, com as reações de fosforilação e com o ciclo do ácido cítrico, ativando diversas enzimas tais como, arginase, fosfatase de verdura e desoxi-ribonuclease (OMS, 1998).

O manganês, dentre os elementos traços, é o menos tóxico ao homem. São raros os casos de intoxicação devido à ingestão excessiva na dieta. A deficiência em seres humanos é quase inexistente, embora alguns estudos tenham relatado a ocorrência em subgrupos da população (BELITZ & GROSCH, 2000).

Nos animais, o Mn parece estar ligado aos efeitos de reprodução, função pancreática e variações no metabolismo dos carboidratos, aminoácidos e colesterol sendo um constituinte e ativador de várias enzimas (OMS, 1998).

Zinco (Zn)

É o segundo elemento traço mais abundante no corpo humano, sendo 80% distribuído em ossos, músculos, fígado e pele, sendo um elemento essencial ao metabolismo humano. Ele participa da atividade de diversas enzimas, assim como na síntese e degradação dos carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (COZZOLINO, 2005). Além disso, o Zn está envolvido na estabilização de estruturas protéicas e de ácidos nucleicos e na integridade de organelas, assim como nos processos de transporte e função imunológica (BELITZ & GROSCH, 2000). Ele é absorvido na forma de íon Zn^{2+} e também na forma de complexo molecular, como a de quelato.

Depois do ferro, o zinco é o elemento mais importante no organismo humano, estando presente em todas as células. As maiores quantidades estão presentes no fígado, músculo esquelético e ossos, sendo constituinte essencial de grandes números de enzimas, ou como estabilizador de estruturas moleculares de constituinte citoplasmático ou de membranas.

Os fatores que podem levar a deficiência do Zn no organismo são entre outros, consumo inadequado, elevado consumo de fitatos e fibras que diminuem a biodisponibilidade do zinco, má distribuição intestinal e insuficiência renal crônica (FUNDAÇÃO GARGILL, 1987).

A carne é uma das principais fontes de zinco, que é um mineral essencial para o metabolismo e para o crescimento, atuando na formação de enzimas e da insulina, assim como na recuperação de ferimentos e no funcionamento do sistema imunológico. O zinco, assim como o ferro,

geralmente é deficiente na dieta de mulheres adultas, de crianças e de atletas (COZZOLINO, 2005, ANDRADE *et al.* 2004 e SOLOMONS, 1986).

1.6.3 – Alguns Metais Tóxicos

De um modo geral todos os metais são tóxicos acima de determinado nível de consumo, embora elementos tais como: cobre, cromo e zinco desempenhem funções biológicas importantes (KRAMER *et al.*,1983). No entanto, outros elementos, como por exemplo, cádmio e chumbo não possuem nenhuma função conhecida e, mesmo em pequeníssimas quantidades, podem causar danos ao organismo humano (OMS, 1998).

Cádmio (Cd)

O **Cd** é considerado como um elemento traço. Não tem uma função fisiológica bem definida, sendo considerado extremamente tóxico com atividades imunotóxicas, nefrotóxicas, teratogênicas e carcinogênicas. Intoxicação aguda oral de seres humanos por **Cd** produz uma enterite severa com náusea e vômitos, diarreia, dor de cabeça, dores musculares, salivação, dor abdominal e choque que podem resultar em trombose venosa, embolia, coma e morte (LEWIS, 1996). Na natureza, é encontrado juntamente com o **Zn** e **Pb** (MAHAN & KRAUSE,1998). No organismo, o **Cd** é complexado por moléculas orgânicas, como carboidratos, aminoácidos, e pode substituir o **Zn** no metabolismo, provocando a inativação de alguns complexos enzimáticos.

Com relação aos grupos sulfetos, apresenta alta afinidade aumentando a sua solubilidade em lipídios, promovendo a sua bioacumulação e toxicidade (FRANCO, 1992).

A utilização de Cd em diversos processos industriais em larga escala tem originado fonte desse elemento altamente perigosa. Neste contexto, ocorre mais poluição no início com a mineração, fundição, seguido por fabricação. Em menor escala acontece também nos produtos manufaturados durante o uso, quando descartados e em resíduos de produtos contaminados por esse elemento (MAHAN & KRAUSE, 1998). O Cd tem sido encontrado em áreas e produtos agrícolas como resultado da contaminação por meio de fertilizantes fosforados e pelo uso dos resíduos de lodo de esgoto, que são também usados como fertilizante. Dessa forma ele pode entrar na cadeia alimentar humana. Nas fazendas de criação, o fígado e o rim de animais foram os órgãos alvos primários para altas concentrações de cádmio, enquanto o tecido muscular e o leite, para baixas concentrações (WHO, 1996).

No organismo, ele é complexado por moléculas orgânicas, como carboidratos, aminoácidos, e pode substituir o Zn no metabolismo, provocando a inativação de alguns complexos enzimáticos. Com relação aos grupos sulfetos, apresenta alta afinidade aumentando a sua solubilidade em lipídios, promovendo a sua bioacumulação e toxicidade. É absorvido no trato gastrointestinal, sendo esta absorção inversamente proporcional às do Zn e do Cu (FRANCO, 1992).

Chumbo (Pb)

O **Pb** é encontrado na natureza nos estados de oxidação Pb^{+2} e Pb^{+4} . Ele é considerado um dos maiores poluentes ambientais, e tem sido incriminado como causa acidental de intoxicação em animais domésticos mais de que outras substâncias, particularmente em bovinos, ovinos e eqüinos (HUMPHREYS, 1991; NRC, 1980).

No organismo, este elemento não possui efeitos benéficos ou nutritivos, A exposição a altas concentrações de **Pb** pode produzir conseqüências severas, como lesão cerebral, cólica intestinal, paralisias, anemia e morte (FERNÍCOLA *et al.*,1984; MAHAN & KRAUSE, 1998; EVANGELISTA, 2000). Uma vez absorvido o **Pb** passa à corrente sanguínea e, mais de 95% desse elemento, liga-se aos eritrócitos, causando aumento da fragilidade e redução do tempo de vida das células (BERG *et al.* 2004).

A idade é um fator a ser considerado na absorção do Pb pelo organismo. Crianças absorvem até 50%, enquanto os adultos absorvem apenas 10% da dieta (EYSINK, 1988). Além disso, este elemento se acumula no ser humano com a idade. Depois de absorvido ele se distribui principalmente para os ossos, fígado, rins e o trato respiratório superior. Sua toxicidade é atribuída à combinação com os grupamentos sulfidrilas (-SH) de aminoácidos e proteínas, resultando na inibição de enzimas. Estudos indicam que um dos primeiros sinais de intoxicação por chumbo é a porfirinúria (existência de quantidade anormal de porfirina na urina).

Os efeitos do Pb podem ser observados sobre os sistemas

hematopoético, nervoso e renal, mas sua toxicidade pode comprometer também os rins, causar anemia, impotência sexual e outros.

1.7- Contaminação em Alimentos

Os níveis de contaminantes metálicos em alimentos dependem das condições naturais (solo, clima, propriedades genéticas das plantas e animais), da composição química dos fertilizantes, rações e da poluição ambiental. Portanto, os níveis podem variar de uma região para outra e conseqüentemente há necessidade de controle restrito desses elementos nos alimentos (ARANHA *et al.*, 1994). Assim a presença de elementos metálicos nos alimentos varia amplamente, dependendo de numerosos fatores associados a condições ambientais, como por exemplo, as práticas tecnológicas e uso indiscriminado de produtos químicos.

Várias investigações têm estudado a transferência de metais pesados do solo para animais, por contaminação direta ou via vegetação (MEDEIROS *et al.*, 1988; PENUMARTHY & OEHME, 1980). Estes metais podem acumular-se nas plantas em seguida nos animais e em conseqüência no ser humano. Isto porque traços destes metais nos mais diversos alimentos têm sido detectados em níveis prejudiciais à saúde humana, daí a razão da preocupação das autoridades sanitárias em estabelecer teores máximos permitidos para estes elementos

O teor de metais contaminantes, Pb e Cd, permitidos em alimentos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), está apresentado na

tabela 7.

Tabela 7. Limites estabelecidos pela ANVISA para os metais Cd e Pb em alimentos.

Metais	Limites
Pb	2,0 mg.Kg ⁻¹
Cd	1,0 mg.Kg ⁻¹

BRASIL, 2001.

1.8- Preocupação Internacional Sobre a Qualidade de Carne

Atualmente, a poluição do ambiente por metais pesados é um sério problema, o qual tem sido reconhecido em vários países do mundo. A contaminação dos alimentos por metais tem sido motivo de preocupação por parte da comunidade científica internacional.

O consumo, não só da carne bovina e outras, mas também de suas vísceras, tem trazido preocupação para o meio científico. Isto por causa da importância principalmente do fígado e dos rins no metabolismo de metais traços e a vulnerabilidade destes órgãos para acumulação e toxicidade nos referidos tecidos (FALANDYSZ, 1991).

Diante da possível contaminação da carne por metais, o cádmio e o chumbo merecem atenção especial, devido as suas reconhecidas toxicidades. Entre as conseqüências dos efeitos tóxicos de ambos para a saúde humana pode-se citar: anemia, osteomalácia, colapso renal, infertilidade e vários tipos de câncer, além de desordens neurológicas (JONHSON, 1998, GURER & ERCAL, 2000; SOLÉ *et al.*, 1998).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa nº42 de dezembro de 1999, estabelece o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal (PCRC; Tabela 8). Os limites máximos de resíduos atribuídos para os metais Pb e Cd em músculo, rim e fígado de bovino são de 2,0 mg Kg⁻¹ e 1,0 mg Kg⁻¹, respectivamente (Brasil, 2000). Valores consistentes com os limites estabelecidos pela ANVISA para esses metais.

Tabela 8. Limites estabelecidos pelo PCRC/2000 para alguns metais em músculo, rim e fígado de bovino.

Metais	LMR*
Pb	<u>2,0 mg Kg⁻¹</u>
Cd	1,0 mg Kg ⁻¹

* Limite Máximo de Resíduo
BRASIL, 2000: Programa de Controle de Resíduos em Carnes

A literatura apresenta uma variedade de trabalhos que abordam a contaminação e presença de metais pesados em alimentos. A tabela 9 mostra resultados de estudos dos metais Cd e Pb em diversos tecidos e em diferentes partes do mundo.

Tabela 9. Níveis de Cd e Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) em tecidos de bovinos em diferentes partes do mundo.

Metal	Tecidos			Referência	Local
	Músculo	Fígado	Rins		
Pb	11	34,5	34,6	Miranda <i>et al.</i> , 2003	Espanha
Pb	40	160	210	Falandysrz,1991	Polônia
Cd	60	120	610	Falandysrz,1991	Polônia
Cd	3	70	530	Salmir e Him ,1984	Finlândia
Pb	50	100	140	Doganoc , 1996	Eslovênia
Cd	4	94	373	Doganoc , 1996	Eslovênia
Pb	10	37	-	Tahvonen e Kuppulainen,1994	Finlândia
Cd	36	66	-	Tahvonen e Kuppulainen,1994	Finlândia
Cd	-	5,1	10,3	Sedki <i>et al.</i> , 2003	Marrocos

O leite de vaca produzido na região do vale do Paraíba - SP, por exemplo, foi analisado com o objetivo de avaliar o grau de contaminação de Cd e Pb. Isto, devido a possível ingestão pelos bovinos, de gramíneas e águas contaminadas e em 43 das amostras investigadas os teores de Pb se apresentaram acima de $0,05 \text{ mg Kg}^{-1}$, o qual é o limite estabelecido pela legislação brasileira (OKADA *et al.*, 1997).

1.9- Análise Química

A química analítica está inserida diretamente na avaliação de contaminantes e nutrientes nas mais diversas amostras de alimentos. Pelo emprego de técnicas analíticas consagradas pode-se determinar o teor de vários elementos químicos e identificar riscos potenciais, no caso de elementos

tóxicos, ou qualidade nutricional de cada grupo de alimentos (COSTA, 2007). A análise química de uma amostra envolve um tratamento preliminar, na qual a amostra no final desse processo deve estar homogênea e em forma de solução, para em seguida ser realizada a determinação dos constituintes desejados. A solução representativa de uma amostra sólida é obtida por meio de um método de digestão apropriado. Enquanto a determinação de elementos em alimento pode ser realizada pelo método de Espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado que atualmente tem sido muito empregado, por apresentar importantes vantagens em relações aos outros métodos, entre elas, possibilitar análises múltiplas de forma rápida.

1.9.1 - Digestão das amostras

A decomposição úmida de material biológico através do uso de vários ácidos e reagentes oxidantes é de aplicação universal. O método de digestão úmida possui grandes vantagens sobre o método da calcinação: é mais rápido, remove mais eficientemente os resíduos orgânicos e utiliza temperaturas menores, resultando menores perdas por volatilização. No entanto, este tipo de digestão envolve o uso de grande quantidade de reagentes, incluindo ácido mineral concentrado, acarretando o perigo de contaminação e altos valores de brancos. Envolve, também, mais manipulação por parte do analista e a formação de fumos agressivos o que requer o uso de capela (SANTOS, 1998; NOBREGA, 1998).

A maioria dos procedimentos com digestão ácida envolve muitas etapas, são longos e consomem grande quantidade de ácidos. O ácido nítrico é preferencialmente utilizado nos procedimentos de digestão ácida por ser forte oxidante e por gerar H_2O , CO_2 e NO_x como produtos finais de decomposição, diferentemente do ácido sulfúrico que gera uma mistura muito agressiva. Embora o ácido nítrico seja o mais empregado na digestão úmida ele entra em ebulição a uma temperatura relativamente baixa $120^\circ C$. As vantagens desse ácido são a alta pureza e a solubilidade dos nitratos formados. O uso de apenas ácido nítrico é, algumas vezes, insuficiente, assim, ele é freqüentemente usado em combinações com outros ácidos, principalmente ácidos, sulfúrico e perclórico, os quais ao serem usados implicam em cuidados a serem tomados. Ao utilizar-se o ácido nítrico concentrado em recipientes fechados, existe variáveis a considerar, incluindo a composição e a quantidade da amostra, a quantidade de ácido usado, o volume do recipiente disponível para a expansão dos gases, e a temperatura a ser usada (KRUG, 1998; SANTOS, 1998; NÓBREGA, 1998).

A digestão por via úmida pode ser utilizada através da chapa elétrica de aquecimento, bloco digestor ou forno de microondas. Este tipo de procedimento normalmente necessita de maiores quantidades de reagentes e supervisão constante do analista (KRUG, 2006).

1.9.2 - Espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado

A técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma de argônio induzido (ICP OES) tem sido muito usada nos últimos anos para a determinação de íons metálicos. Apresenta boa sensibilidade, precisão, rapidez, atomização efetiva e análise multielementar, bem como ampla faixa dinâmica linear de trabalho, sendo capaz de realizar determinações simultâneas da maioria dos elementos da tabela periódica (KORN *et al.*, 2007).

Esta técnica tem se tornado uma ferramenta analítica poderosa e eficaz para determinação de metais e outros elementos nas mais diversas amostras, incluindo as ambientais (SILVA *et al.*, 2005) e biológicas (SANTOS JÚNIOR & KORN, 2003).

O princípio do ICP OES consiste na emissão da radiação eletromagnética nas regiões visível e ultravioleta do espectro por átomos e íons após excitação eletrônica num gás plasma de alta temperatura, operando geralmente entre 180 e 900 nm (SETTLE, 1997). De uma maneira geral, os principais componentes em um ICP OES são: fonte, sistema de introdução da amostra, sistema ótico e detector (SKOOG *et al.*, 1996).

Nesta técnica, a fonte de excitação transforma uma amostra que se encontra inicialmente como sólido, líquido ou gás, em um plasma de átomos, íons e radicais moleculares que podem ser eletricamente excitados. A desativação radiativa desses estados excitados produz um quantum de luz que é então, relacionado com o comprimento de onda, através de um espectrômetro

ou espectrógrafo, e então o espectro de emissão é detectado por um aparelho fotográfico ou fotoelétrico. O conjunto de radiações emitidas por uma espécie constitui o seu espectro de emissão, sendo que a avaliação dos comprimentos de onda permite a identificação dos elementos emissores e a medida da intensidade da radiação emitida será utilizada para determinar a concentração dos elementos presentes (ADAMS *et al.*, 1988).

O ICP OES pode apresentar interferências por efeito de matriz, que podem estar relacionadas com o sistema de introdução de amostras e fonte de excitação, e interferências espectrais, que podem estar relacionadas com o espectrômetro (MENDHAM *et al.*, 2002; GINÉ, 1988; SKOOG *et al.*, 2002). No entanto, essa técnica oferece muitas vantagens quando comparada aos métodos com chama e com atomização eletrotérmica. Uma dessas vantagens é a baixa interferência entre elementos, que é uma consequência direta de sua alta temperatura. Em segundo lugar, bons espectros de emissão são obtidos para a maioria dos elementos em um único conjunto de condições de excitação; como consequência, os espectros para vários elementos podem ser registrados simultaneamente (INGLE & CROUCH, 1988).

1.10- Objetivos

Esse trabalho apresenta uma avaliação química, destacando a composição centesimal e de metais, na carne de bovinos consumidos em regiões do Estado da Bahia, principalmente na região metropolitana de Salvador, a fim de fornecer informações dos aspectos ambientais e

nutricionais, e assim contribuir para ações mitigadoras aos problemas de segurança alimentar e de saúde da comunidade.

Para isso, a composição centesimal (umidade, proteínas, cinzas e lipídeos totais) e os elementos químicos (Al, Ca, Cd, Cu, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Pb, e Zn) foram investigados em tecido muscular, renal e hepático de bovinos, enfatizando diferentes gêneros, idades e habitats.

1.12 - Caracterização das regiões de procedência das amostras

As amostras investigadas neste trabalho foram adquiridas de bovinos das regiões do Estado da Bahia - Guanambi, Feira de Santana, Ruy Barbosa - Rafael Jambeiro. É feita a seguir uma breve descrição fisiológica desses municípios com o intuito de melhor tipificar as regiões de pesquisa.

Guanambi

Guanambi é um município que faz parte da Mesorregião Centro Sul Baiano e da Microrregião de Guanambi (Figura 2), localiza-se a 796 km de Salvador, formada pelos municípios de Caculé, Caetité, Candiba, Guanambi, Ibiassucê, Iuiú, Jacaraci, Lagoa Real, Licínio de Almeida, Malhada, Matina, Mortugaba, Palmas de Monte Alto, Pindaí, Riacho de Santana, Sebastião Laranjeiras e Urandi. A cidade registra as seguintes coordenadas geográficas: 14º13'30" de Latitude Sul e 42º46'53" de Longitude Oeste Greenwich. Seu

clima é basicamente semi-árido, e temperatura média anual de 22,6°C. O período da chuva se dá entre os meses de setembro a março.

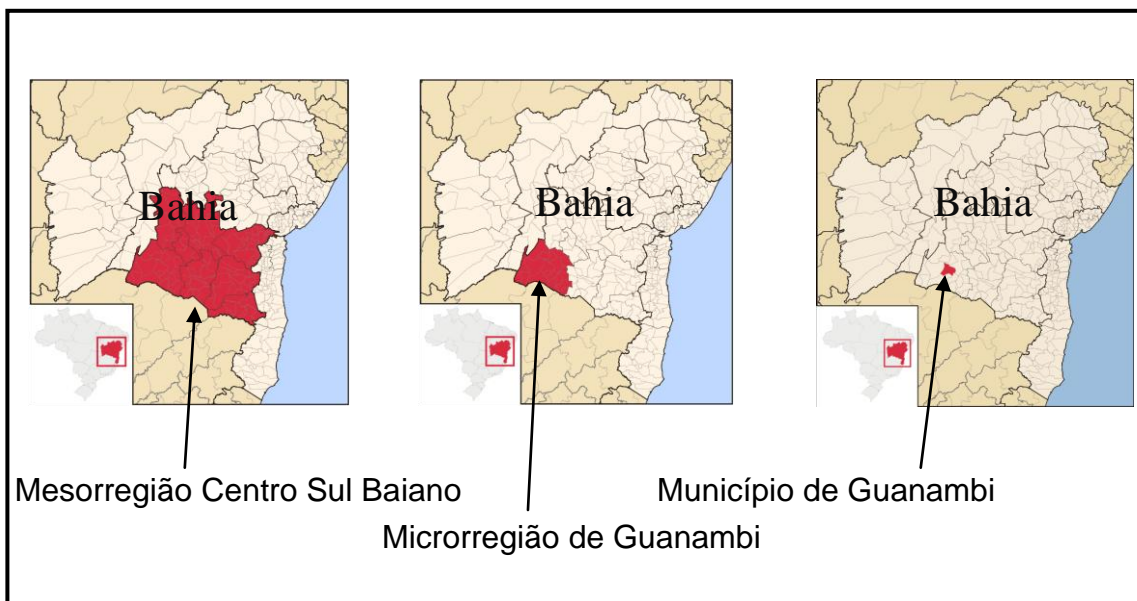


Figura 2. Mesorregião Centro Sul Baiano, Microrregião de Guanambi e Município de Guanambi, BAHIA, 2006.

A vegetação que predomina é do tipo rasteira, onde se destacam os terrenos de capoeira, apresentando uma grande fertilidade para o cultivo de algodão, feijão, mandioca e milho. O tipo de solo, como o vermelho-amarelo distrófico, planossolo solódico e eutrófico, encontrado na região, proporciona condições regulares para o cultivo de lavouras, silviculturas e para pastagem natural.

Feira de Santana

Feira de Santana é um município do Estado da Bahia, situado a 107 km de sua capital Salvador (Figura 3), que faz parte da Mesorregião Centro Norte Baiano e da Microrregião de Feira de Santana formada pelos municípios de Água Fria, Anguera, Antônio Cardoso, Conceição da Feira, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Elísio Medrado, Feira de Santana, Ipecaetá, Ipirá, Irará, Itatim, Ouriçangas, Pedrão, Pintadas, Rafael Jambeiro, Santa Bárbara, Santa Teresinha, Santanópolis, Santo Estêvão, São Gonçalo dos Campos, Serra Preta, Tanquinho e Teodoro Sampaio. Localiza-se a 12°16'00" de latitude sul e 38°58'00" de longitude oeste, a uma altitude de 234 metros.

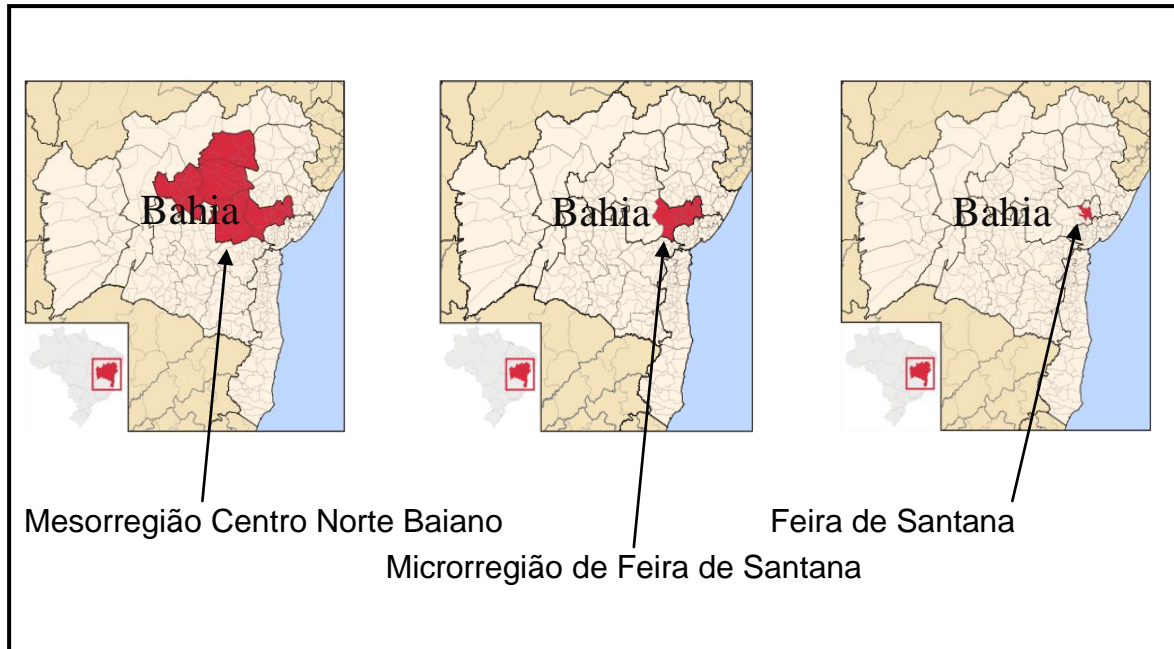


Figura 3. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Feira de Santana e Feira de Santana, BAHIA, 2006.

A cidade de Feira de Santana encontra-se num dos principais entroncamentos de rodovias do Nordeste brasileiro, é onde ocorre o encontro das BRs 101, 116 e 324. Esta cidade funciona como ponto de passagem para o tráfego que vem do Sul e do Centro Oeste e se dirige para Salvador e de outras importantes cidades nordestinas. Graças a esta posição privilegiada e distância relativamente pequena para Salvador, possui um importante e diversificado setor de comércio e serviços, além de indústrias de transformação.

Ruy Barbosa

Ruy Barbosa é um município do Estado da Bahia que faz parte da Mesorregião Centro Norte Baiano e da Microrregião de Itaberaba (Figura 4), formada pelos municípios de Baixa Grande, Boa Vista do Tupim, Iaçú, Ibiquera, Itaberaba, Lajedinho, Macajuba, Mairi, Mundo Novo, Ruy Barbosa, Tapiramutá e Várzea da Roça. Localiza-se a uma latitude 12°17'02" sul e a uma longitude 40°29'38" oeste, estando a uma altitude de 368 metros. A sua economia é voltada para a pecuária de corte.

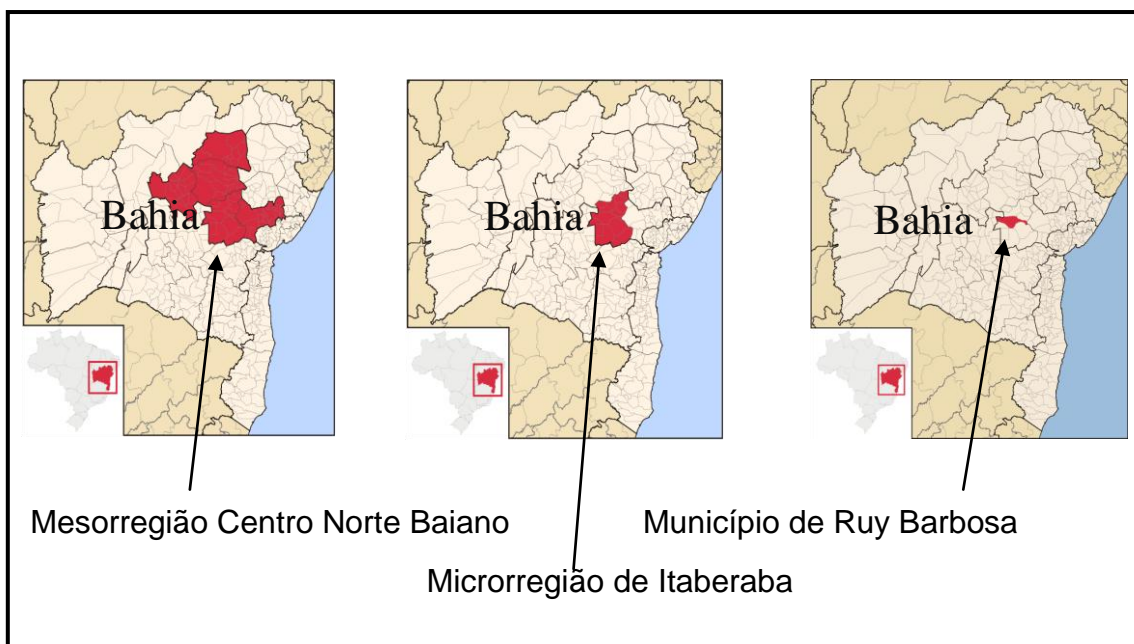


Figura 4. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Itaberaba e Município de Ruy Barbosa, BAHIA, 2006.

Rafael Jambeiro

Rafael Jambeiro é um município do Estado da Bahia que faz parte da Mesorregião Centro Norte Baiano e da Microrregião de Feira de Santana (Figura 5). Localiza-se a uma latitude $12^{\circ} 24' 30''$, longitude $39^{\circ} 30' 05''$ e altitude de 238 metros.

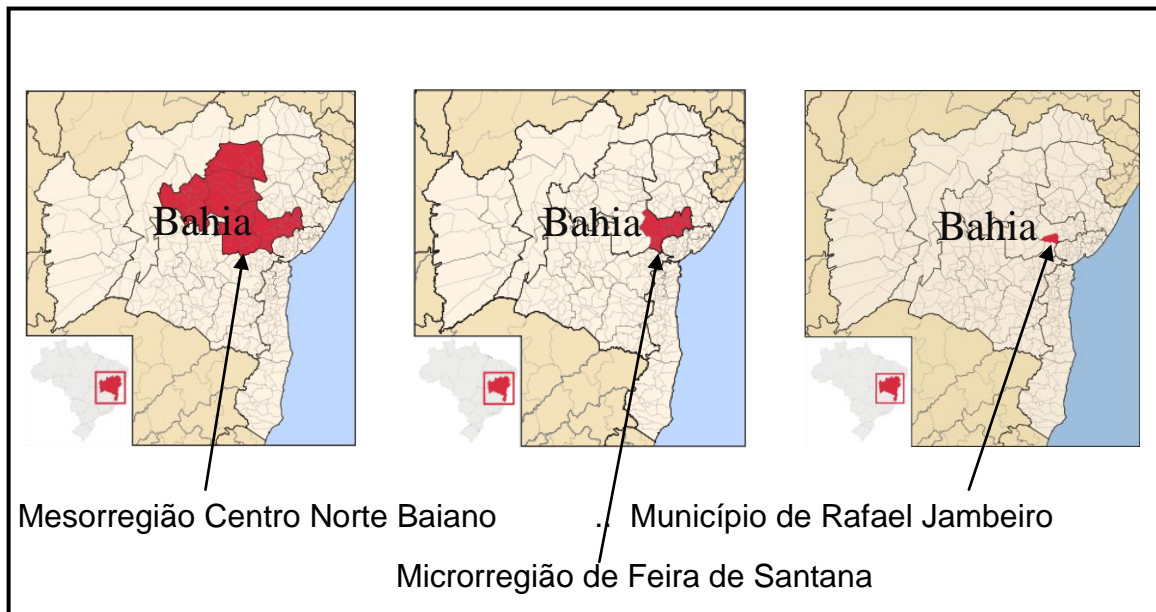


Figura 5. Mesorregião Centro Norte Baiano, Microrregião de Feira de Santana e Município de Rafael Jambeiro, BAHIA, 2006.

CAPÍTULO II – MATERIAL E MÉTODOS

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Equipamentos

Balança analítica - Sartorius BI210s

Deionizador Milli Q Academic (filtro 0,22 µm)

Destilador - QUIMIS

Estufa de Secagem e Esterilização - Modelo 315 SE

Forno Mufla - QUIMIS

Bloco digestor

Extrator de gordura (Tecnol Equipamento)

Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES) - Vista Pro (Varian, Mulgrave, Austrália)

2.2 - Descontaminação do material

Toda as vidrarias e utensílios utilizados nas análises foram previamente lavados com água corrente e então com água destilada. Em seguida, colocados em solução diluída de detergente neutro (Extran) a 0,5 % $v v^{-1}$ por 24 h e, após três lavagens com água destilada, foram imersos em HNO_3 10% $v v^{-1}$ pelo mesmo período, sendo posteriormente lavados duas vezes com água destilada e por fim com água ultrapura. Posteriormente, armazenados em ambiente isento de poeira.

2.3 - Reagentes e soluções

Todos os reagentes usados neste experimento foram de grau analítico. Os digeridos das amostras foram preparados usando os seguintes reagentes: ácido sulfúrico (Merck), ácido nítrico (Merck), peróxido de hidrogênio (Merck).

As soluções estoque na concentração de 1000 mg L^{-1} de Al, Cd, Cr, Cu, Mn e Pb foram usadas no preparo das soluções de trabalho multielementares, a partir de adequada diluição em solução de ácido nítrico $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ para as seguintes concentrações finais: 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,25 e $1,50 \text{ mol L}^{-1}$.

A solução multielementar contendo $100,0 \text{ mg L}^{-1}$ de Ca, K, e P; $50,0 \text{ mg L}^{-1}$ de Na, e $10,0 \text{ mg L}^{-1}$ de Mg foi preparada por diluição em água da solução estoque de 1000 mg L^{-1} de P (Merck), Ca (CaCO_3 – Merck), K (KCl – Merck), Na (NaCl – Merck) e Mg (MgCl_2 – Merck).

A solução de trabalho multielementar na concentração de $50,0 \text{ mg L}^{-1}$ de Fe e Zn (preparada a partir da solução padrão 1000 mg L^{-1} ; Tec Lab) foi utilizada no preparo da curva analítica de calibração a partir de adequada diluição em solução de ácido nítrico $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ para as seguintes concentrações finais: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e $10,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Para os macronutrientes (Ca, Mg, Na, K e P), uma solução estoque de $100,0 \text{ mg L}^{-1}$ (preparada a partir da solução padrão 1000 mg L^{-1} ; Merck) foi utilizada no preparo da curva analítica de calibração por adequada diluição em solução de ácido nítrico $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ para as seguintes concentrações finais: 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 25,0 e $50,0 \text{ mg L}^{-1}$.

2.4 - Coleta das amostras

Durante o período de abril a junho de 2008, foram coletadas, em frigoríficos, amostras de músculo, rim e fígado de bovino, *in natura*, de animais procedentes dos municípios de Guanambi, Feira de Santana, Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro no Estado da Bahia.

As amostras foram retiradas em triplicata, colocadas em sacos plásticos e acondicionadas em caixa de isopor com gelo, em seguida, transportadas para o laboratório, onde foram mantidas congeladas para posteriores análises.

2.5 - Pré-tratamento das amostras

2.5.1 - Preparo das amostras

As amostras de músculo, rim e fígado de bovinos, após o descongelamento foram cortadas com bisturi descartável com lâmina inox em porções menores, sendo trituradas em liquidificador, tipo doméstico, previamente descontaminado. Em seguida pesadas e colocadas em placas de Petri (20 gramas). Após a secagem em estufa de ventilação a 105⁰C durante 72 horas, o material foi moído e armazenado em frascos devidamente identificados.

2.5.2 - Procedimentos para digestão da amostra.

Procedeu-se a pesagem das amostras (cerca de 1,0 g) de músculo, rim e fígado, em balança de precisão em tubo de ensaio, em seguida adicionado com pipeta automática, 3 mL de H_2SO_4 e 2 mL de HNO_3 . O tubo, coberto com vidro de relógio, foi colocado em bloco digestor e aquecido até atingir 100°C , agitando-se ocasionalmente e, então, mantendo o aquecimento por 20 minutos. Em seguida regulou-se a temperatura para 240°C agitando-se ocasionalmente e mantendo o fluxo por uma hora. Ao final deste tempo, foi adicionado 5 mL de H_2O_2 . A mistura permaneceu em aquecimento até redução do volume para 5 mL e mostrar-se completamente límpida e transparente. Completou-se o volume para 10 mL com água ultrapura, após a solução ter atingido temperatura ambiente. O diagrama que representa o procedimento da digestão está mostrado na figura 6.

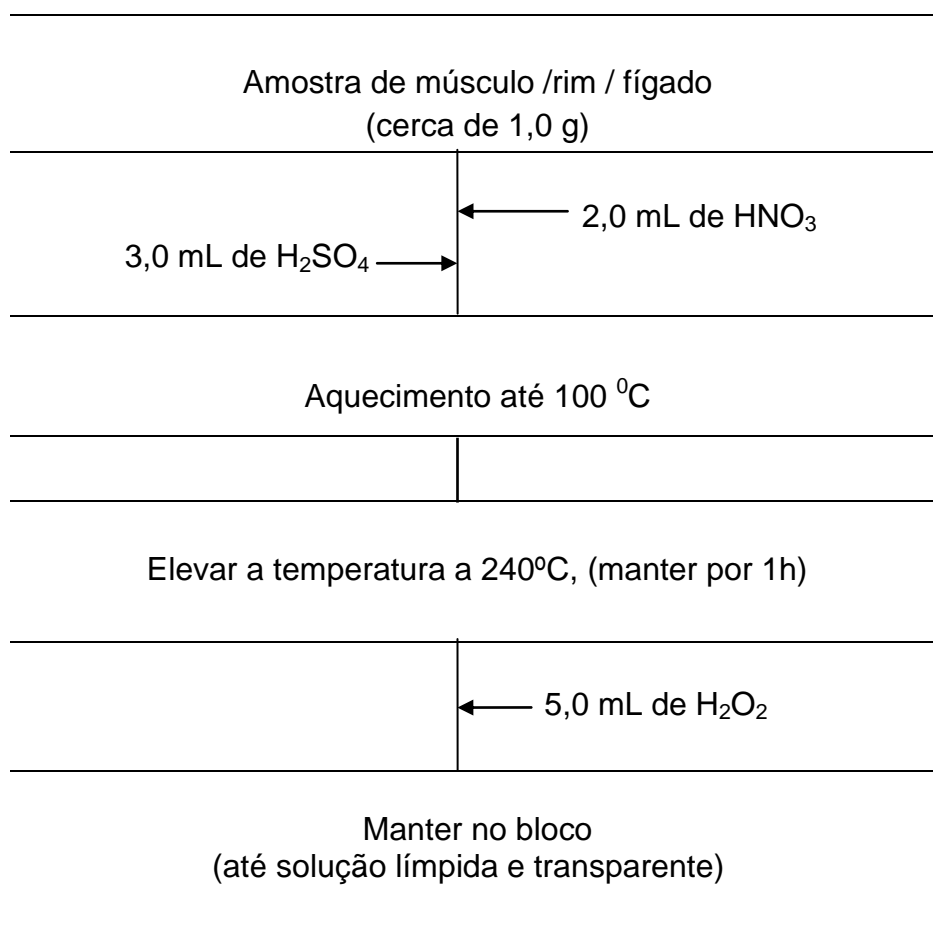


Figura 6. Procedimento de digestão das amostras de músculo, rim e fígado de bovinos

2.6 - Avaliação da acidez final dos digeridos

Para a avaliação da acidez final dos digeridos, utilizou-se 500 microlitros da amostra e titulou-se com uma solução de NaOH 0,09972 mol L⁻¹, usando solução de fenolftaleína (1,0% mv⁻¹ em etanol) como indicador. Os padrões da curva analítica de calibração foram preparados com a mesma concentração ácida dos digeridos.

2.7 - Determinações da composição centesimal (umidade, cinzas, proteína e lipídios).

2.7.1 - Umidade

Determinada por processo gravimétrico com base no aquecimento direto. Cada amostra ($\approx 2,0$ g) de músculo, rim e fígado foi acondicionada em placa de petri, previamente pesada. Em seguida, colocada na estufa de 105°C . A total desidratação foi constatada após pesagens sucessivas para a obtenção do peso constante. Antes de cada pesagem, as amostras (triplicatas) foram resfriadas em dessecador, evitando as oscilações de peso em função das variações de temperatura. Os resultados foram expressos em percentagem (%).

2.7.2 - Cinzas

Cada amostra seca ($\approx 2,0$ g), em duplicata, foi pesada em cadinho de porcelana previamente tarado, incinerada em mufla, à temperatura de aproximadamente 525°C , para obtenção de cinzas brancas até peso constante (AOAC, 2000). O valor foi expresso em percentual da amostra.

2.7.3 - Proteínas

Foi determinado segundo a AOAC (2000), o conteúdo total de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (em duplicata) foi calculado pela multiplicação do valor de nitrogênio pelo fator geral 6,25 para obtenção do teor de proteínas (NRC, 1976)

2.7.4 - Lipídios

O conteúdo de lipídios totais de amostras, previamente seca de músculo, rim e fígado bovino (≈ 2 g) foi determinado, em duplicatas, utilizando Aparelho Tecnol Equipamento (Extrator de Gordura) e éter de petróleo em temperatura de 75°C durante quatro horas.

2.8 - Digestão das amostras de carne

As amostras de carne foram digeridas utilizando o método de digestão por via úmida com adição de ácidos, empregando aquecimento em bloco digestor

2.9 - Determinação das características analíticas do método

2.9.1- Determinação dos limites de detecção e quantificação

Os limites de detecção e quantificação foram determinados de acordo as seguintes fórmulas:

$$\text{LOD} = 3 \sigma / a \quad \text{e} \quad \text{LOQ} = 10 \sigma / a$$

Onde:

(σ = desvio padrão da intensidade do sinal de 10 brancos)

a = coeficiente angular da curva analítica

Para a determinação do LOD e do LOQ, foram realizados 10 ensaios, ou seja, dez brancos foram submetidos ao processo de digestão e o sinal (absorbância ou intensidade) foi medido por ICP OES.

2.9.2- Exatidão do método

Para a validação da metodologia empregada, neste trabalho, foi utilizado o padrão de referência de fígado bovino “National Institute of Standards & Technology”- NIST/SRM-1577b.

Em cada batelada de digestão das amostras foram realizadas três provas em branco. As amostras digeridas foram transferidas quantitativamente para tubos de 10,00 mL e estes foram avolumados com água ultrapura.

2.10 - Determinação dos elementos

As determinações analíticas dos elementos foram realizadas, em triplicata, no total das amostras do tecido muscular, renal e hepático por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES) simultâneo com visão axial. Os brancos e as soluções padrões de calibração foram analisados seguindo o mesmo método aplicado às amostras.

O ICP é uma fonte espectrométrica de emissão utilizada para a determinação de traços de metais em matrizes alimentícias e outros materiais (SKOOG, *et al.*, 1996). O sistema óptico do ICP OES foi calibrado com solução estoque multielementar. As linhas espectrais foram selecionadas conforme a ausência de interferências espectrais e sensibilidade adequada para a determinação de elementos em baixas e altas concentrações. Na tabela 10 podem ser observadas as condições experimentais usadas neste experimento.

Tabela 10. Condições experimentais usadas no ICP OES

Potência RF (kW)	1,3
Vazão do gás de nebulização (L min ⁻¹)	0,70
Vazão do gás auxiliar (L min ⁻¹)	1,5
Vazão do gás do plasma (L min ⁻¹)	15
Tempo de integração (s)	1,0
Tempo de estabilização (s)	15
Tempo de leitura (min)	1
Replicatas	3
Nebulizador	V - Grove
Câmara de Nebulização	Sturman Master

O espectrômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado é constituído por: um gerador de rádio frequência, tocha, sistema de introdução de amostra, sistema óptico, detector e processadores de sinal e leitura. A amostra é transportada para dentro da câmara de expansão, e o líquido é convertido em aerossol pelo processo designado de nebulização. A amostra sob a forma de aerossol é transportada para o plasma, onde é vaporizada, atomizada e excitada e/ou ionizada. Os átomos e íons excitados emitem

radiação de comprimento de onda característico, o detector então converte o sinal radiante em um sinal eletrônico que é transformado em informação de concentração para o analista.

As linhas de emissão - (I - linha de emissão atômica; II- linha de emissão iônica) selecionadas foram: Ca (II) 396,847, K (I) 766,468, Mg (I) 285,209, Na (I) 589,592, P (I) 177,434, Al (II) 396,152, Cd (II) 226,502, Cr (II) 267,716, Cu (I) 327,398, Fe (II) 238,203, Mn (I) 257,611 e Zn (I) 213,8 .

Em todas as análises no ICP OES, o elemento usado como padrão interno ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) foi o Ytrio (Y).

CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados dos estudos: **(3A)** composição centesimal, **(3B)** avaliação das concentrações de metais em tecido muscular, hepático e renal de bovinos adultos e **(3C)** as diferenças existentes entre essas concentrações com relação ao sexo (macho e fêmea), a idade (jovem e adulto) e o **(3D)** habitat (localidades do Estado da Bahia).

3. A - ESTUDO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE TECIDO DE BOVINOS

Nesta etapa do trabalho, os teores de umidade, proteína, lipídios e cinza de amostras de músculo, fígado e rim de bovinos adultos provenientes da microrregião de Feira de Santana foram avaliados de forma a traçar um perfil da composição centesimal.

Os teores médios da composição centesimal das amostras investigadas, em triplicata, de tecidos de bovino (músculo, fígado e rim) adulto, estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Médias e desvios-padrão dos teores de umidade, proteína, lipídios e cinzas em amostras tecidos de bovino adulto da microrregião de Feira de Santana.

Tecidos	Umidade %	Proteína (g)	Lipídios (g)	Cinza (g)
Músculo	69,19 ± 0,534 ^a	19,35 ± 0,361 ^a	6,69 ± 0,295 ^a	1,26 ± 0,053 ^a
Fígado	71,11 ± 0,525 ^b	18,51 ± 0,306 ^a	5,64 ± 0,410 ^b	1,42 ± 0,078 ^b
Rim	74,17 ± 0,224 ^c	14,27 ± 0,250 ^b	9,42 ± 0,369 ^c	1,09 ± 0,060 ^c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

3. A1 - UMIDADE EM TECIDOS DE BOVINO

A figura 7 mostra a variação do teor (%) de umidade em amostras de músculo, fígado e rim de bovino adulto. Os maiores teores de umidade foram observados nas amostras de rim (faixa de variação para o rim), enquanto as de músculo os valores foram os mais baixos (68,65 a 69,72%).

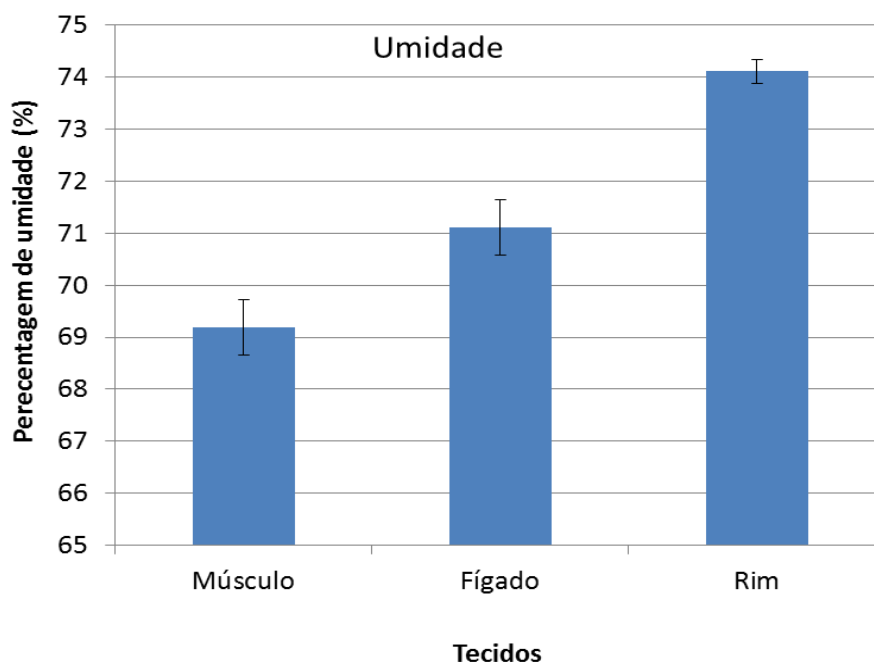


Figura 7. Percentagem de umidade em músculo, fígado e rim de bovino adulto de Feira de Santana.

Pardi et al. (2001) relata em seu trabalho que o tecido muscular de bovinos apresenta 75%-85% de água. Enquanto, Pires et al. (2008), no entanto, encontraram menores teores de umidade (63,4 a 71,3%) similares ao teor de umidade observado pelo presente trabalho e também por Vaz et al. (2001). Estes autores encontraram 71,36% de umidade na carne de animais

bovinos, castrados ou não castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore, os quais foram criados em confinamento e abatidos aos 24 meses de idade.

Mattos *et al.* (1997) avaliando a umidade da carne de bovinos Nelore, de búfalos Mediterrâneo e de Jafarabadi, encontraram os valores de 74,6%, 74,3% e 74,8 %, respectivamente, concluindo que não encontraram diferença significativas para esses valores. Intrieri *et al.* (1972) também não registraram diferença para umidade da carne entre búfalos inteiros e castrados. No entanto, Paleari *et al.* (2000) relataram diferença entre a carne de búfalas e vacas, respectivamente, de 62,9 e 60,9% de umidade. Valores mais baixos que o presente estudo. No entanto, os teores de umidade observados nas amostras de músculo, rim e fígado bovino, no presente estudo (Tabela 12) foram similares a valores relatados por outros autores (TCA/IBGE, 1999; TORRES *et al.* 2000; TBCA, 2006).

RODRIGUES *et al.* 2004) estudando o teor de umidade de carne de bovinos inteiros e castrados encontraram os valores de 73,7% e 71,0% respectivamente, concluindo que os bovinos castrados apresentaram menores valores que os bovinos inteiros. Valores maiores que aqueles encontrados no presente estudo. No entanto, Torres *et al.* (2000) observaram, em seu trabalho composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal, que o teor de umidade variou para diferentes tipos de músculo bovino, acém (74,12%), contrafilé (68,13%) patinho (74,42%) e fígado de bovino.

De acordo com FORREST *et al.* (1979) a água pode estar no músculo sob três formas: ligada, imobilizada e livre. Devido à distribuição de elétrons, as

moléculas de água possuem carga neutra, mas são polares e podem associar-se a grupos reativos de proteínas musculares carregadas eletricamente. Do total de água no músculo aproximadamente 5% se apresenta na forma ligada. A água ligada é capaz de permanecer no músculo mesmo quando submetida a pressões externas. A água que se mantém ligada apenas por forças superficiais é denominada de água livre e esta se encontra em maior abundância no músculo (HARRIS e SHORTOSE, 1988). A capacidade de retenção de água é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização (ROÇA, 2007a).

Fernandes *et al.* (2009) observaram em bovinos, que foram abatidos aos 18 meses de idade, valores de umidade variando de 73,86 a 75,08% no tecido muscular, valores maiores que os observados no presente estudo. Estes autores concordaram com a afirmativa de Lawrie (2005) de que animais jovens apresentam maior proporção de água no músculo. Lawrie (2005) relatou ainda que a aparência da carne antes do cozimento, durante o cozimento e a suculência durante a mastigação da mesma é afetada pela capacidade de retenção de água.

3.A.2 - PROTEÍNA, LIPÍDIOS E CINZA EM TECIDOS DE BOVINO

Os teores de proteína, lipídios e cinza investigados nas amostras de bovinos adultos provenientes de Feira de Santana estão apresentados na figura 8 e na tabela 11. O teor de cinza foi mais elevado em fígado e músculo, no entanto o rim apresentou valor mais baixo (Fig. 8).

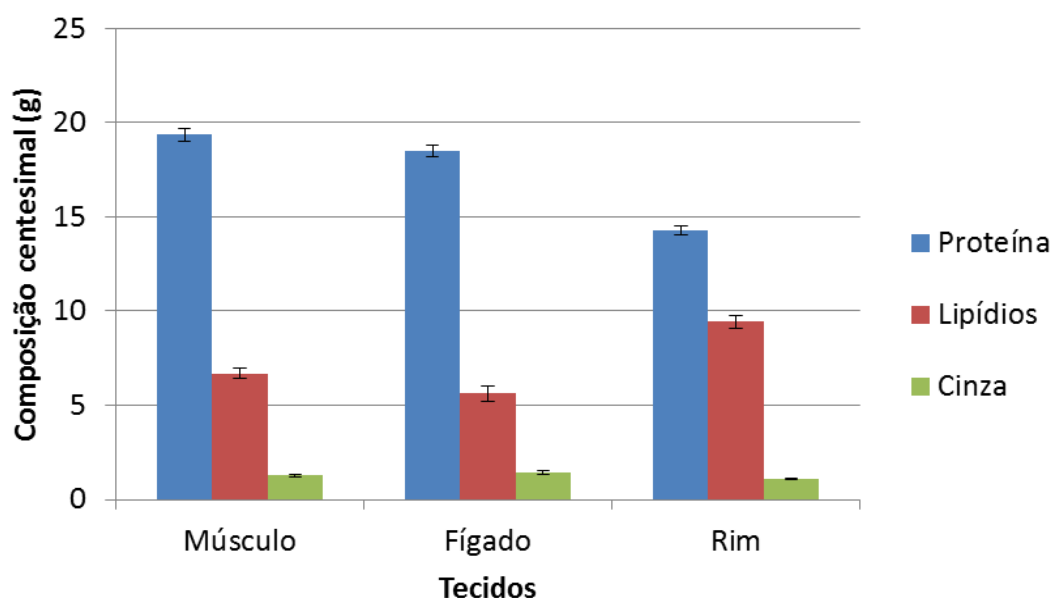


Figura 8. Composição centesimal de amostras de tecidos de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.A.2.a – PROTEÍNA

O teor de proteína foi mais alto no músculo (19,82 e 18,35 g), seguido de fígado (18,8 e 17,95 g) e por último no rim (15,21 e 13,86) Fig. 8. O teor de proteína em amostras de músculos encontrados neste estudo foi *cerca de* 10% Adelmo Ferreira de Santana

maior que o valor (17,6 g) observado em estudos realizados por Tbca (2006). Enquanto, em amostras de fígado o valor observado foi similar ao encontrado (19,9 g) por Tca (1999), 34% maior que o encontrado (12,1 g) por Torres *et al.* (2000) contudo, nas amostras de rim o valor observado foi similar ao teor(15,8 g) observado por Tca (1999).

Mattos *et al.* (1997) avaliaram o teor de proteínas de carne de bovinos Nelore (23,3%), de búfalos Mediterrâneo (22,7%) e de Jafarabadi (21,8%) e concluíram não haver diferença significativa entre os teores encontrados para as diversas raças investigadas. No entanto, o valor de proteína observado para a carne bovina, por esses autores, foi maior do que o teor médio encontrado no presente estudo (colocar o valor médio de proteína). Paleari *et al.* (2000), também observaram teor mais elevado de proteína (31,9 %), em carne de vaca. Fernandes *et al.* (2009) também encontrou valores de proteínas mais baixos, variando de 21,36 a 21,49%, em carne de novilhos e novilhas da raça Canchim, no entanto, também mais elevados que a media obtido no presente estudo.

Vaz *et al.* (2001), em análise da carne de animais bovinos inteiros em relação aos castrados de grupos Charolês x Nelore, não encontraram diferença, entre eles, quanto ao teor de proteínas. O valor médio observado foi em torno de 26,3%, também mais elevado do que o valor médio encontrado no presente trabalho. No entanto, Alves *et al.* (2005) em seu trabalho *Maciez da carne bovina*, concordando com Pardi *et al.* (2001), relataram que o teor de proteínas de tecido muscular de bovino é composto de 16%-22%. Valores consistentes com aqueles observados no presente estudo. Em concordância a

Adelmo Ferreira de Santana 62

essa faixa de valores, Pires *et al.* (2008) encontraram o teor médio de 19,73%, bem próximo ao valor verificados por Torres *et al.* (2000) de 19,12%, também consistente com os valores obtidos no presente estudo. Torres *et al.* (2000) também relatam valores de proteínas em diferente tipo de corte de músculo da carne bovina, variando 18,09 a 20,27 sendo mais baixo no fígado de bovino (12,08%).

Segundo Pardi *et al.* (2001), existem variações no teor protéico da carne em relação aos cortes cárneos, idade, alimentação, sexo e raça do animal, embora não sejam significativas.

A carne bovina é considerada um alimento nobre para o homem pela qualidade de suas proteínas, as quais apresentam elevado valor biológico pela disponibilidade de todos os aminoácidos essenciais e pela digestibilidade dos mesmos. A digestibilidade da fração protéica da carne varia de 95% a 100% e contém todos os aminoácidos essenciais ao ser humano.

3.A.2b - LIPÍDIOS

O teor de lipídios (9,91 e 8,86 g) foi mais elevado no rim, seguido de músculo (7,12 e 6,28 g) e fígado (6,33 e 5,14) Fig. 8.

Alves, *et al.* (2005) em seu trabalho "Maciez da carne bovina", concordando com Pardi *et al.* (2001), relatam em seus trabalhos, que tecido muscular bovino contém de 1%-13% de gorduras. Valores condizentes com os teores observados no presente trabalho. Torres *et al.* (2000) em seu trabalho "Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal"

também relata uma variação de 4,02 a 12,78% de lipídios em carne bovina, concordante com o valor médio (6,69 g) encontrado para lipídios, observado no tecido muscular no presente trabalho, embora este valor tenha sido cerca de 56 % menor que os valores (16 g) encontrados em Tbca (2006).

Nas amostras de fígado do presente estudo, o valor de lipídio encontrado foi de 5,52 g sendo similar ao relatado (5,3 g) por Torres *et al.* (2000), no entanto foi cerca de 23 % inferior ao valor (7,0 g) descrito por Tbca (2006) e 33% superior ao (3,8 g) observado por Tca (1999). Por outro lado o valor médio de lipídios observado nas amostras de rim foi de 9,51g em torno de 38% maior que o valor (5,4 g) referido em Tca (1999).

Mattos *et al.* (1997) não encontraram diferença significativa no teor de gordura ao avaliarem a carne de bovinos Nelore e búfalos Mediterrâneo e Jafarabadi, (1,2 *versus* 0,6 e 1,0%). No entanto, Paleari *et al.* (2000) não encontraram diferença para gordura da carne de búfalas e de vacas em final de vida reprodutiva (1,75 *versus* 1,74%).

Pires *et al.* (2008) encontraram valores de lipídios totais, base seca (BS), variando de 22,0 a 26,7% (teor de umidade de 63,4 a 71,3%) na carne bovina proveniente de diferentes grupos genéticos próximos ao valor 30,9% de lipídios (BS). Entretanto, mais recentemente, Padre *et al.* (2006) encontraram um valor ainda mais alto, 36,4% (BS) em amostras de carne bovina de três diferentes grupos genéticos em pastagem. Valores mais elevados que os observados no presente estudo. Esta diferença pode está relacionada com a idade e alimentação, visto que, animais mais velhos ou em confinamento tendem apresentar maior concentração de lipídios no tecido muscular.

Existe grande variação no teor de lipídios presentes na carne bovina e isso pode ser influenciado por vários fatores, tais como sexo, raça e alimentação do animal, assim como do corte cárneo. Além disso, Fernandes *et al* (2009) relata em seu trabalho que o teor de gordura corporal nos animais mais velhos é maior, o que também contribui para a diminuição no teor de água corporal.

O valor energético da gordura da carne é da ordem de 8,5 cal/g. A gordura da carne, além do aspecto energético, é importante pelos ácidos graxos essenciais, colesterol e vitaminas lipossolúveis, sendo também indispensável para os aspectos organolépticos de sabor e uso culinário. A digestibilidade da gordura varia em função dos ácidos graxos constituintes, sendo que a gordura interna tem digestibilidade em torno de 77% enquanto a externa chega a 98% (PARDI, *et al.* 2001).

3.A.2c – CINZA

Os teores médios de cinzas observados no presente estudo foram mais elevados em fígado (1,42 g) e músculo (1,26 g), no entanto o rim apresentou valor (1,09 g) mais baixo (Fig. 8).

A cinza é o resíduo inorgânico após a queima da matéria orgânica, (550°C – 570°C), a qual foi transformada em CO₂, H₂O e NO₂. A determinação da cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. Estes minerais são analisados tanto para fins nutricionais como

também para segurança Pardi *et al.* (2001). A substância mineral do corpo compreende vários elementos em quantidades variáveis, em diferentes partes do corpo, de acordo com suas funções.

Alves *et al.* (2005) concordando com Pardi *et al.* (2001), afirma em seu trabalho que o tecido muscular possui 1% de minerais, enquanto, Torres *et al.* (2000) encontraram 0,82 a 1,04% no teor de cinza de músculo de bovino, valores próximo, levemente mais baixos, ao teor médio de 1,26 %, encontrado no tecido muscular, observado no presente estudo.

Mattos *et al.* (1997), não notaram diferença para o teor de minerais pela obtenção das cinzas (1,1% para todos os grupos) ao avaliarem a carne de bovinos Nelore e de búfalos Mediterrâneo e Jafarabadi. Da mesma forma Intriery *et al.* (1972) também não encontraram diferença para o teor de cinzas entre búfalos inteiros e castrados (1,14 *versus* 1,03%). Paleari *et al.* (2000) também não observaram diferença para o teor de minerais da carne de búfalas e de vacas em final da vida reprodutiva (5,53 *versus* 5,35%). No entanto, Pires *et al.* (2008) avaliando o efeito da dieta sobre a composição centesimal da carne bovina de quatro diferentes grupos genéticos abatidos precocemente, concluíram que somente o teor de cinzas foi afetado pela interação do tipo de dieta.

O teor de cinza observado no presente estudo em músculo (1,26 g) foi cerca de 28,6% maior que aquele (0,9 g) obtido por TBCA (2006). Nas amostras de fígado o valor encontrado foi similar aos observados por vários autores (TORRES *et al.* 2000; TCA, 1999; TBCA, 2006), enquanto para

amostras de rim o valor obtido de 1,09 g foi similar ao valor (1,2 g) observado em Tca (1999).

Todos os minerais essenciais ao ser humano; tais, ferro, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco; estão presentes na carne bovina, sendo que esses estão mais ligados ao tecido magro. Cabe destaque o fato de que a carne apresenta-se como fonte expressiva de ferro, onde se ressalta que parte desse elemento (40% a 60%) é altamente absorvível (PARDI, et al., 2001).

O estudo da composição centesimal mostrou que o tecido renal apresentou maior teor de umidade em relação aos tecidos muscular e hepático, por outro lado, o teor de proteína foi mais alto nos tecidos muscular e hepático e mais baixo no tecido renal, enquanto o teor de lipídeo foi maior no tecido renal, e menor no tecido hepático, quanto ao teor de cinza o fígado apresentou maior concentração, quando comparado com o tecido renal muscular.

3.B – ESTUDO DE MACRO E MICROELEMENTOS EM DIFERENTES TECIDOS DE BOVINOS

Neste item serão apresentados os resultados obtidos com o estudo das características analítica do método de digestão empregado na determinação dos elementos investigados. Em seguida, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos para macro elementos (**Fe, Ca, Mg, K, P e Na**) e micro elementos (**Al, Cd, Cr, Mn, Pb, Zn, Cu**) que foram investigados em amostras de músculo, rim e fígado de bovinos obtidas nos seguintes frigoríficos: Frimasa, no município de Simões Filho e Frifeira no município de Feira de Santana, no Estado da Bahia.

3.B.1- CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DO METODO DE DIGESTÃO

UTILIZADO

As características analíticas do método foram avaliadas através dos limites de detecção e de quantificação, faixa linear, precisão e exatidão.

Os valores para os limites de detecção e de quantificação estão mostrados na Tabela 12

Para verificar a exatidão do procedimento foi realizada análise com as amostras de padrão de referência de fígado bovino “National Institute of Standards & Techonogy”- NIST/SRM-1577b . Os resultados obtidos para a validação da metodologia empregada estão descritos na Tabela 13.

Tabela 12. Determinação do LOD e LOQ para os elementos **Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, P, Pb** e **Zn**.

Elementos	LOD ($\mu\text{g g}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Al	0,51	1,7
Ca	0,05	0,17
Cd	0,03	0,09
Cr	0,36	1,2
Cu	0,77	2,6
Fe	0,17	0,56
K	1,0	3,4
Mg	0,05	0,18
Na	0,83	2,8
P	15	51
Zn	2,9	9,7

Tabela 13. Determinação da composição média do material de referência certificada de fígado bovino por ICP OES, para validação do método.

Metal	Valor obtido	Referência
Cu	$146,1 \pm 5,54 \mu\text{g g}^{-1}$	$160 \pm 15 \mu\text{g g}^{-1}$
K	$0,919 \pm 0,62\%$	$0,994 \pm 0,002\%$
Mg	$529 \pm 20 \mu\text{g g}^{-1}$	$601 \pm 28 \mu\text{g g}^{-1}$
Na	$0,216 \pm 0,21\%$	$0,243 \pm 0,006\%$
P	$1,11 \pm 0,64 \%$	$1,10 \pm 0,03\%$
Pb	<LOD	$0,129 \pm 0,004 \mu\text{g g}^{-1}$
Zn	$99,7 \pm 3,6 \mu\text{g g}^{-1}$	$127 \pm 16 \mu\text{g g}^{-1}$

3.B.2 – MACROELEMENTOS EM MÚSCULO BOVINO

Seis diferentes amostras de tecido muscular de diferentes bovinos (**M.a**, **M.b**, **M.c**, **M.d**, **M.e**, e **M.f**) tiveram seus conteúdos de macroelementos (**Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na**) investigados e suas concentrações médias estão apresentadas na figura 9 e na Tabela 14 (Anexo 1).

De um modo geral, o perfil de distribuição dos macroelementos nas diversas amostras de músculo de bovinos investigadas mostrou-se similares entre si. Isto é, em cada amostra de músculo a concentração dos macroelementos decresceu na ordem **K > P > Na > Mg > Ca > Fe** (Fig. 9).

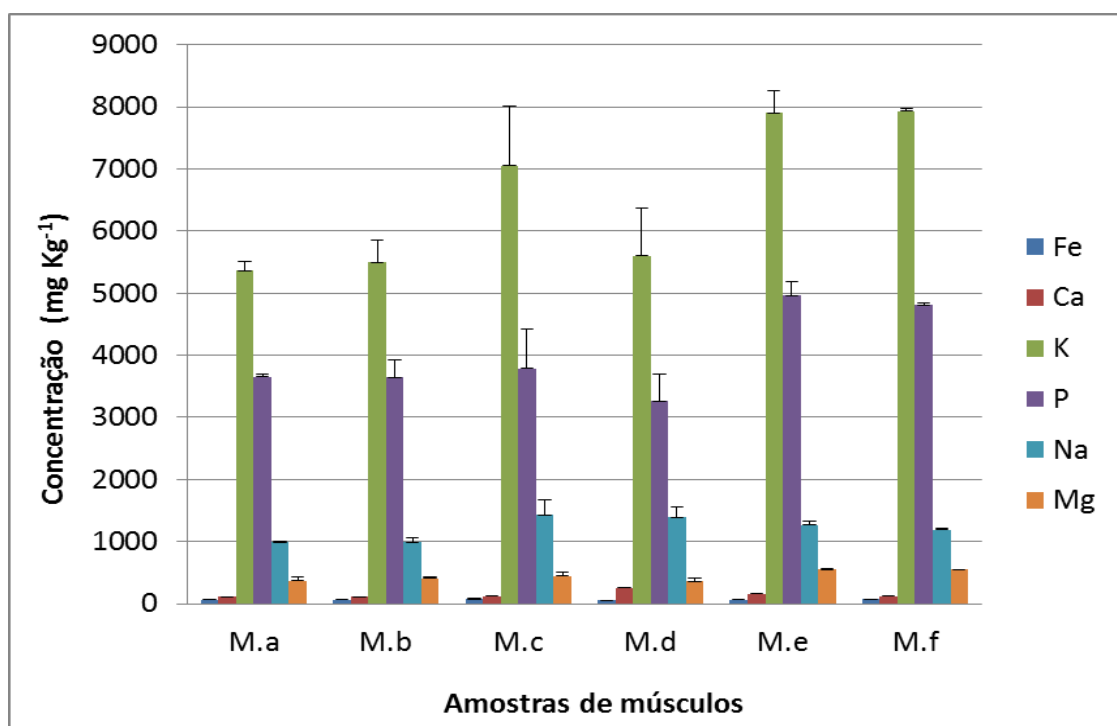


Figura 9. Distribuição dos macroelementos **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na**, encontrados nas amostras de tecido de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.2.a - FERRO

O teor de **Fe** nas amostras de músculo de bovino analisadas apresentou variação de 54,3 a 72,5 mg Kg⁻¹ (Tabela 14; anexo 1), sendo que as amostras **M.c** seguida por **M.f** apresentaram os valores mais elevados, enquanto a amostra **M.d** foi a que apresentou o menor valor (Fig. 9.1).

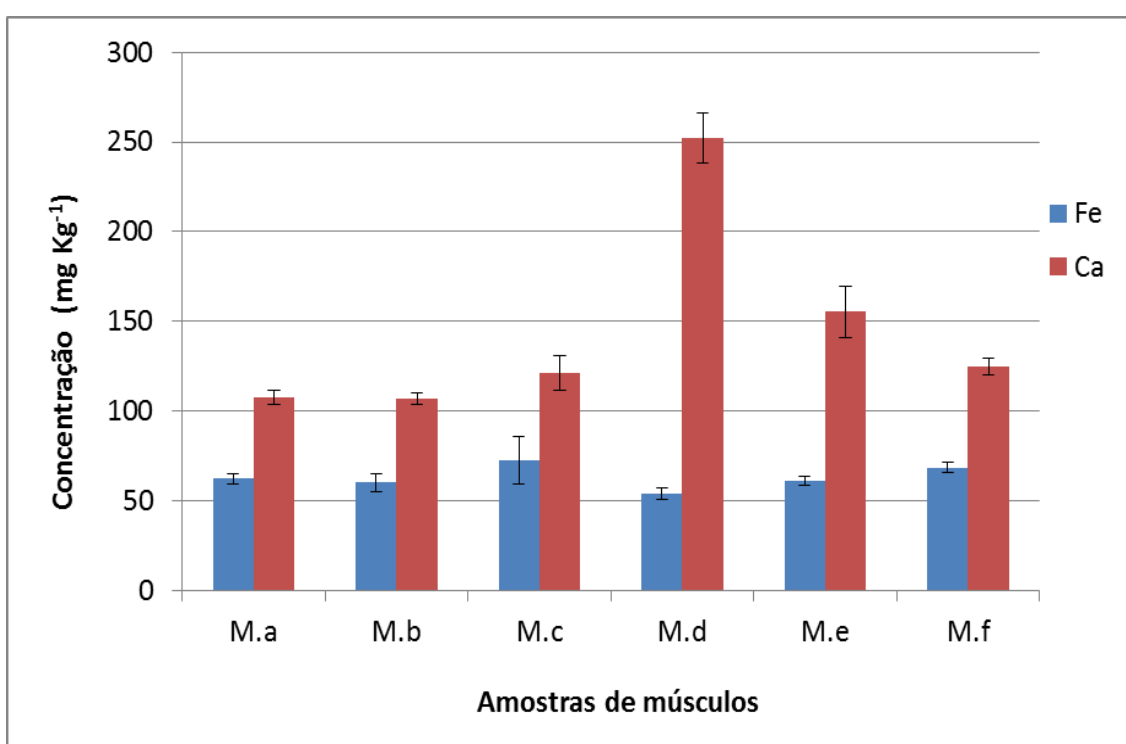


Figura 9.1 - Perfil individual dos macromelementos **Fe** e **Ca** nas amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

Os resultados encontrados para o Fe, no presente estudo, variaram de 54,3 a 72,5 mg Kg⁻¹ em amostras de músculo de bovino (Fig.9.1). Em bovino do Egito, o teor de Fe observado por Abou-Arab (2001) em tecido muscular de bovinos foi de 76 mg Kg⁻¹, valor levemente superior ao encontrado no presente

trabalho. Em contraste, Philippi (2001) relata em seu trabalho, também no Brasil, valor de Fe bem mais elevado (196 mg Kg^{-1}) em tecido muscular de bovino. No entanto, vários trabalhos da literatura relataram teores de Fe inferiores ($15 - 52 \text{ mg Kg}^{-1}$) aos encontrados no presente estudo (Tabela 15) .

Essa heterogeneidade no teor de Fe em tecido muscular bovino observada entre os resultados obtidos pelos diferentes autores, provavelmente, prende-se ao fato de que vários fatores estão envolvidos nessa disparidade, tais como raça, idade, habitats, ração e gênero entre outros.

No ser humano, o ferro talvez seja o elemento mais conhecido, em virtude de seu papel essencial na hemoglobina, também encontrado na mioglobina, responsável pelo transporte de oxigênio, sendo um dos nutrientes mais importantes para a formação das hemácias (DE ANGELIS & CTENAS, 1993; FAIRBANKS, 1994; LYNCH, 1997).

Segundo Domene (2011), a escassez de Fe no organismo humano pode provocar sérios danos, tais como a anemia, resultado de um conjunto de doenças relacionadas com a saúde das células vermelhas do sangue, também chamadas de eritrócitos ou hemácias. Essas células desempenham, entre outros papéis importantes para a manutenção da saúde, a nobre função de transportar o oxigênio que chega aos pulmões pela inspiração do ar, para cada uma das células do organismo. No trajeto de retorno, são também as hemácias que carregam o gás carbônico produzido pela respiração celular, que será eliminado, novamente com a ajuda dos pulmões, pela expiração. A carne bovina é uma das melhores fontes alimentares deste nutriente. A razão pela qual se recomenda a adoção de carne bovina desde a alimentação infantil

prende-se ao fato de que a absorção do ferro nela contido é mais eficiente do que a observada a partir de alimentos de origem vegetal. Por outro lado, a ingestão excessiva de ferro resulta no depósito do mesmo no fígado e em outros tecidos do organismo (COZZOLINO, 2005; BELITZ & GROSCH, 2000). Siqueira *et al.* (2006) no artigo de revisão “Papel adverso do ferro no organismo” chama atenção para o fato de que o acúmulo de ferro nos tecidos, células e organelas tem sido associado a diversos processos patológicos, tais como câncer, doenças hepáticas e cardíacas, diabetes, disfunções hormonais e do sistema imunológico e mesmo doenças crônicas degenerativas.

Tabela 15. Estudos dos teores de macro elementos (mg Kg^{-1}) em tecido muscular de bovinos em diferentes países.

Fe	Ca	K	P	Na	Mg	Referências	Local
196	501	3954	2262	621	270	Philippi, 2001	Brasil
76	-	-	-	--	-	Abou - Arab, 2001	Egito
52	-	-	-	-	-	Koréneková <i>et al.</i> , 2002	Eslováquia
39	45	-	-	-	-	López Alonso <i>et al.</i> , 2004	Espanha
20	60	3250	1780	790	200	TBCA, 2006	Brasil
21	410	18670	18930	1170	1080	Camargo <i>et al.</i> , 2008	Brasil
28	110	3550	1710	650	180	Lawrie, 1998	Brasil
23	-	-	-	-	-	Falandysz, 1993	Polônia
16	50	2950	1630	530	180	USDA, 2005	EUA
63	148	6555	4960	1214	448	Santana, 2011	Brasil

3.B.2.b – CÁLCIO

O teor de **Ca** nas amostras de músculo de bovino analisadas apresentou uma variação de 107,2 a 252,3 mg Kg⁻¹ (Tabela 14, anexo 1), onde a amostra **M.d** apresentou o valor mais elevado seguido da amostra **M.e**, enquanto as amostras **M.c** e **M.f** apresentaram valores similares, bem como as amostras **M.a** e **M.b** (Fig. 9.1).

Estudos realizados, na Espanha, por López Alonso *et al.* (2004), analisando Ca em carne bovina encontraram valor de 45 mg Kg⁻¹ inferior aos encontrados no presente trabalho. No entanto, Phillppi (2001) e Camargo *et al.* (2008) relataram, em seus trabalhos no Brasil, valores bem mais elevados (501 e 410 mg Kg⁻¹) aos observados no presente estudo. Por outro lado Lawrie (1998), em trabalho também no Brasil, constatou valor inferior a deste estudo. Essas discrepâncias encontradas no teor Ca dos diferentes trabalhos pode ser atribuída a fatores como raça, idade, corte de carne, além de método de determinação utilizado.

No ser humano a maior parte do Ca (90%) é armazenada nos ossos, com um intercâmbio constante entre o sangue e tecidos (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 1988). A concentração do cálcio no sangue é pequena, mas a sua concentração em níveis normais é essencial para o organismo humano. Este mineral tem grande importância para o homem, nas atividades enzimáticas, contração muscular, transmissões de impulsos nervosos, mecanismo de coagulação sanguíneo, e mecanismo de permeabilidade celular (BELITZ & GROSCH, 2000; FUNDAÇÃO GARGIL, 1987).

3.B.2.c – POTÁSSIO

Nas amostras de músculo de bovino analisadas o teor de **K** apresentou variação de 5.359,0 a 7.931,0 mg Kg⁻¹ (Tabela 14, anexo 1). Maiores valores foram encontrados nas amostras **M.f** e **M.e**, enquanto **M.a**, **M.b** e **M.d** apresentaram valores similares (Fig. 9.2).

Lawrie (1998), Tbcá (2006) e Philippi, (2001) em estudos realizados em tecidos de bovino do Brasil, e Usda (2005), do EUA, encontraram valores de 3.550, 2.740, 3.250, 3.954 e 2.950 mg Kg⁻¹, respectivamente. Valores, esses, cerca de 50% mais baixo do que aqueles encontrados para o K no presente trabalho. Por outro lado, Camargo *et al.* (2008), em trabalho realizado também no Brasil, em carne de bovinos de grupos genéticos diferentes, encontraram valor de 18.670 mg Kg⁻¹ para o **K**, bem mais elevado aos observados no presente estudo.

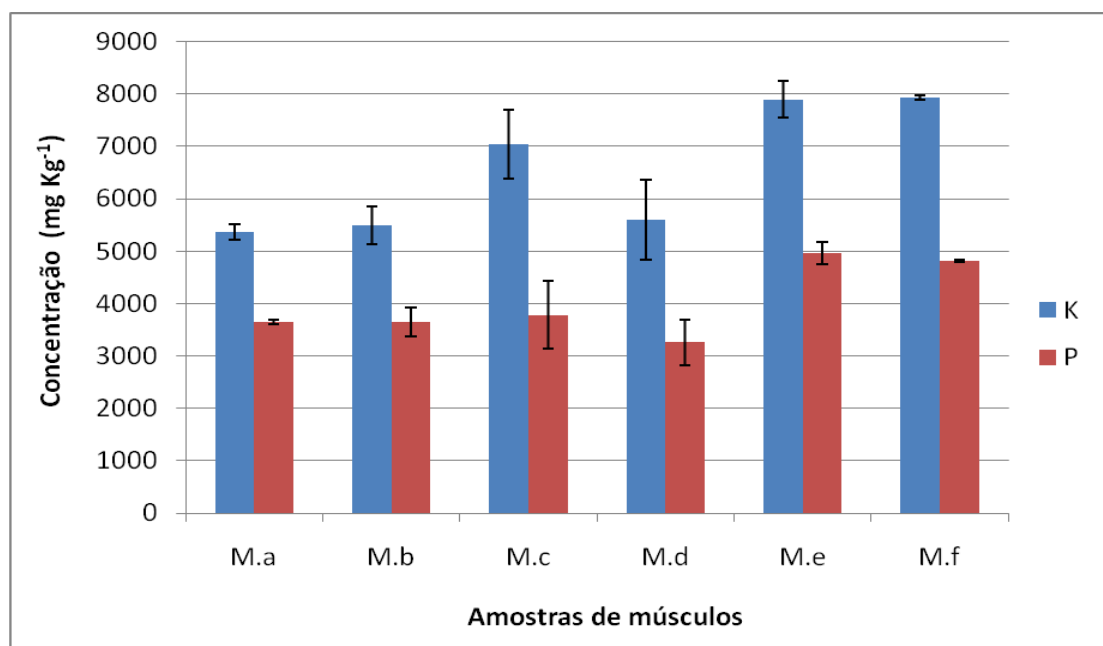


Figura 9.2 - Perfil individual dos macroelementos **K** e **P** nas amostras investigadas de tecido de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

Os diversos resultados encontrados para **K** em tecido muscular de bovino pode está relacionados a vários fatores inclusive aqueles externos como ração, já que este constituinte é encontrado em diferentes concentrações em vegetais.

3.B.2.d – FÓSFORO

O teor de **P** nas amostras de músculo de bovinos analisadas apresentou uma variação de 3256,7 a 4962,0 mg Kg⁻¹ (Tabela 14, Anexo 1). Os valores maiores foram encontrados nas amostras **M.e** e **M.f**, enquanto a amostra **M.d** apresentou o menor valor (Fig. 9.2).

Em trabalho apresentado por Usda (2005) do EUA e outros trabalhos realizados também no Brasil de Philippi (2001), Tbca (2006) e Lawrie (1998) relatam valores para **P** de 1.630, 1.710, 2.262 e 1310 mg Kg⁻¹, respectivamente. Valores esses mais baixos do que aqueles encontrados no presente trabalho. Por outro lado em trabalho realizado também no Brasil, em tecido muscular de bovino foi relatado, o valor de P de 18.930 mg Kg⁻¹ muito mais elevado que o observado no presente estudo.

3.B.2.e – SÓDIO

O teor de **Na** nas amostras de músculo de bovinos analisadas apresentaram variação de 985,3 a 1.431,0 mg Kg⁻¹ (Tabela 14, Anexo 1). Os valores mais altos foram observados nas amostras **M.c** e **M.d** enquanto que **M.a** e **M.b** apresentaram valores mais baixos e similares entre si (Fig. 9.3).

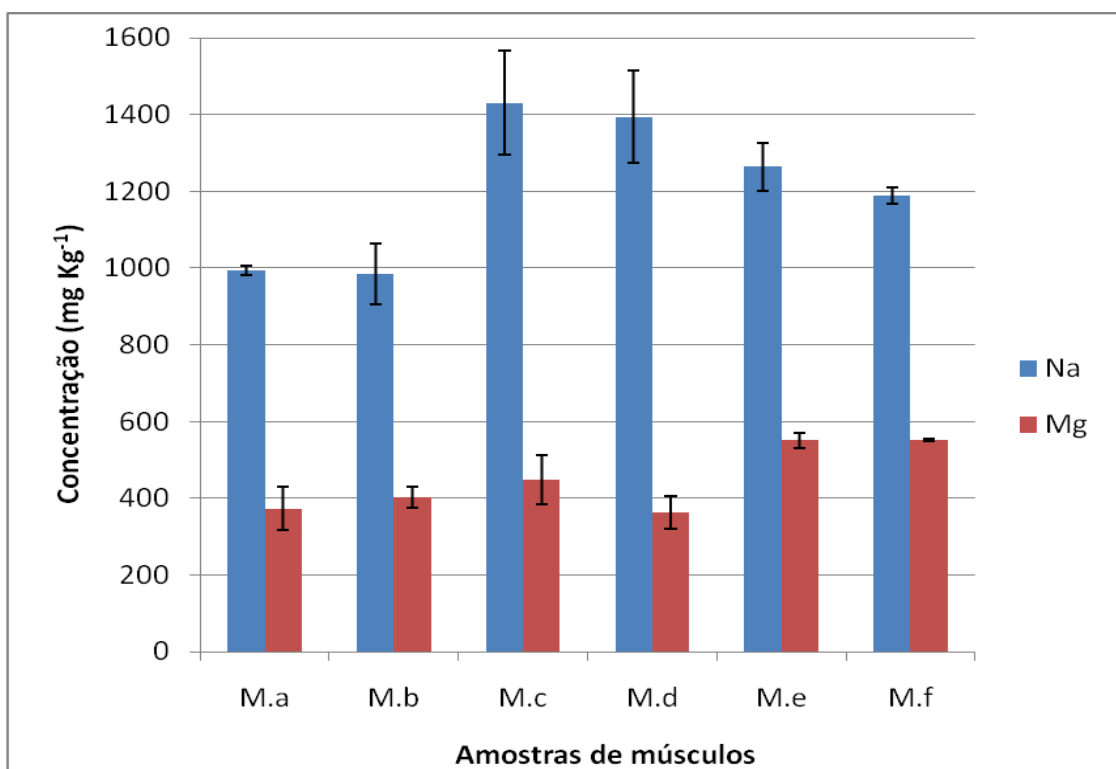


Figura 9.3 - Perfil individual dos macroelementos **Na** e **Mg** nas amostras investigadas de tecido de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

Teores de 1170 mg Kg⁻¹ e de 1214 mg Kg⁻¹ de Na em tecido muscular de bovino, dentro da mesma faixa de valores observados no presente estudo, foram encontrados também no Brasil, por Camargo *et al.* (2008). No entanto, também no Brasil, Lawrie (1998), Phillppi (2001), Tbca (2006) e no EUA por Usda (2005) observaram valores de **Na** (650, 621, 790 e 530 mg Kg⁻¹, respectivamente) inferiores aqueles encontrados no presente estudo.

3.B.2.f - MAGNÉSIO

O teor de Mg nas amostras de músculo bovino analisadas apresentou variação de 362,3 a 551,3 mg Kg⁻¹ (Tabela 14, Anexo 1), sendo que as

Adelmo Ferreira de Santana

amostras **M.a** e **M.d** apresentaram os valores mais baixos, enquanto as amostras **M.e** e **M.f** apresentaram os mais altos (Fig.9.3).

Camargo *et al.* (2008), em estudo realizado no Brasil, em músculo de bovino de grupos genéticos diferentes, observaram teor de **Mg** (1.080 mg Kg^{-1}) superior aos observados no presente estudo. Por outro lado, vários outros trabalhos realizados no Brasil, por Philippi (2001), Tbca (2006) e Lawrie (1998) e no EUA por Usda (2005), encontraram concentrações inferiores, 270, 180, 200 e 180 mg Kg^{-1} , respectivamente.

Os resultados dos macroelementos, **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg**, encontrados no presente trabalho e comparados com aqueles relatados na literatura indicam uma indefinição, sem tendência definida para a concentração desses elementos no tecido muscular. Este fato pode ser creditado a vários fatores, tais como: às diferenças entre o sistema de confinamento, grupo genético dos animais, gênero e de idade que podem influenciar na maior ou menor retenção desses macroelementos no tecido muscular, devido a uma alimentação mais balanceada, diferenças raciais, diferença na absorção e acumulação.

3.B.3 – MICROELEMENTOS EM MÚSCULO BOVINO

Os resultados para os microelementos detectados nas amostras de tecidos musculares **M.a**, **M.b**, **M.c**, **M.d**, **M.e**, e **M.f** de bovinos estão apresentados na figura 10 e na tabela 16 (Anexo1). Em todas as amostras de músculo investigadas, o **Zn** foi o elemento que apresentou maiores concentrações, quando comparado com os demais microelementos investigados (Fig. 10).

Os teores de **Al**, **Cd**, **Cr** e **Pb** nas amostras de músculo de bovino analisadas apresentaram-se abaixo dos limites de quantificação do método (LOQ para **Al** = 4,30 mg Kg⁻¹, **Cd** = 0,12 mg Kg⁻¹, **Cr** = 0,32 mg Kg⁻¹ e para **Pb** = 0,53 mg Kg⁻¹).

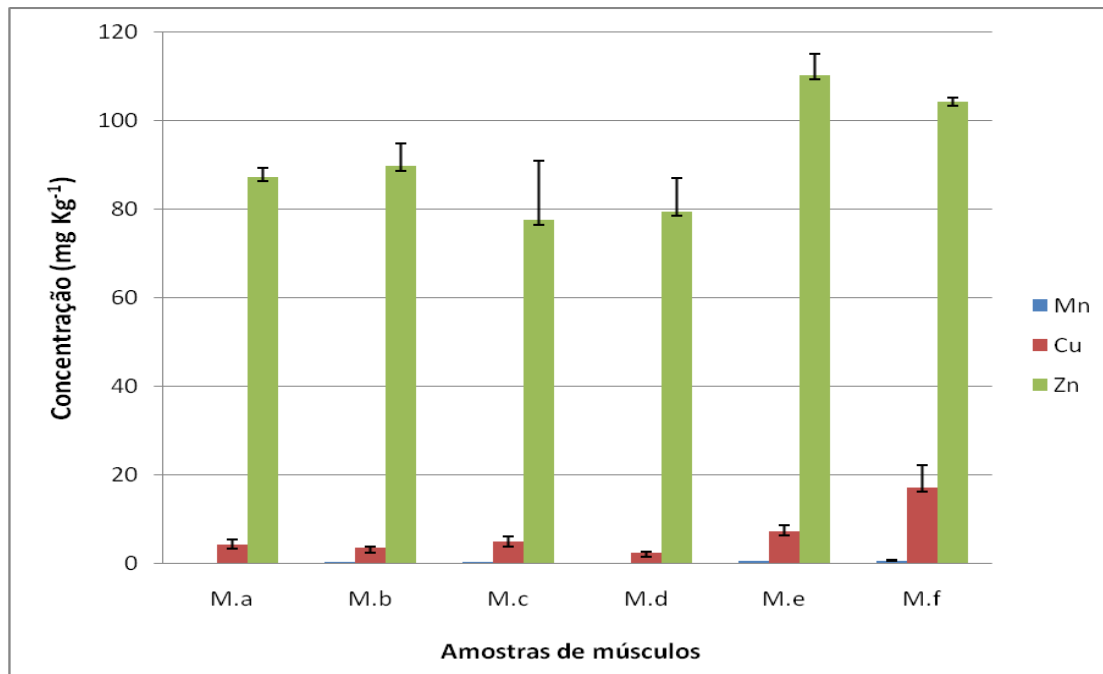


Figura 10. Distribuição dos teores de microelementos encontrados em amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.3 a – MANGANÊS

O teor de **Mn** nas amostras de músculo de bovino analisadas apresentou uma variação significativa de 0,457 a 0,717 mg Kg⁻¹. Os maiores valores foram observados nas amostras **M.f** e **M.e** enquanto a amostra **M.c** de fêmea da região de Guanambi apresentou o menor valor (Fig. 10.1).

Em estudos realizados por Falandysz, (1993), López Alonso *et al.* (2004), Jukna *et al.* (2006) e Demirezen & Uruç (2006) foram observados valores inferiores ao do presente estudo, enquanto Abou-Arab (2001) e Camargo *et al.* (2008) encontraram em tecido muscular de bovino valor para **Mn** superior ao valor médio observado no presente estudo (Tabela 17).

Tabela 17. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg⁻¹) em tecido muscular de bovinos em diferentes países.

Cr	Mn	Cu	Zn	Referências	Local
-	0,11	1,20	-	Falandysz, 1993	Polônia
0,08	0,17	0,52	29	Jukna et al., 2006	Lituânia
0,05	0,19	1,63	50,4	López et al. 2004	Espanha
0,09	0,07	9,4	111	Demirezen & Uruç, 2006	Turquia
-	-	6,3	81,2	Koréneková <i>et al.</i> (2002)	Eslováquia
-	1,10	2,80	34,8	Abou-Arab, 2001	Egito
-	1,74	3,3	146	Camargo et al., 2008	Brasil
-	-	1,26	52,7	López et al. 2000a	Espanha
-	-	1,30	43,0	Lawrie, 1998	Brasil
-	-	1,87	-	Skalická et al. 2005	Eslováquia
-	0,48	5,6	91,4	Santana, 2011	Brasil

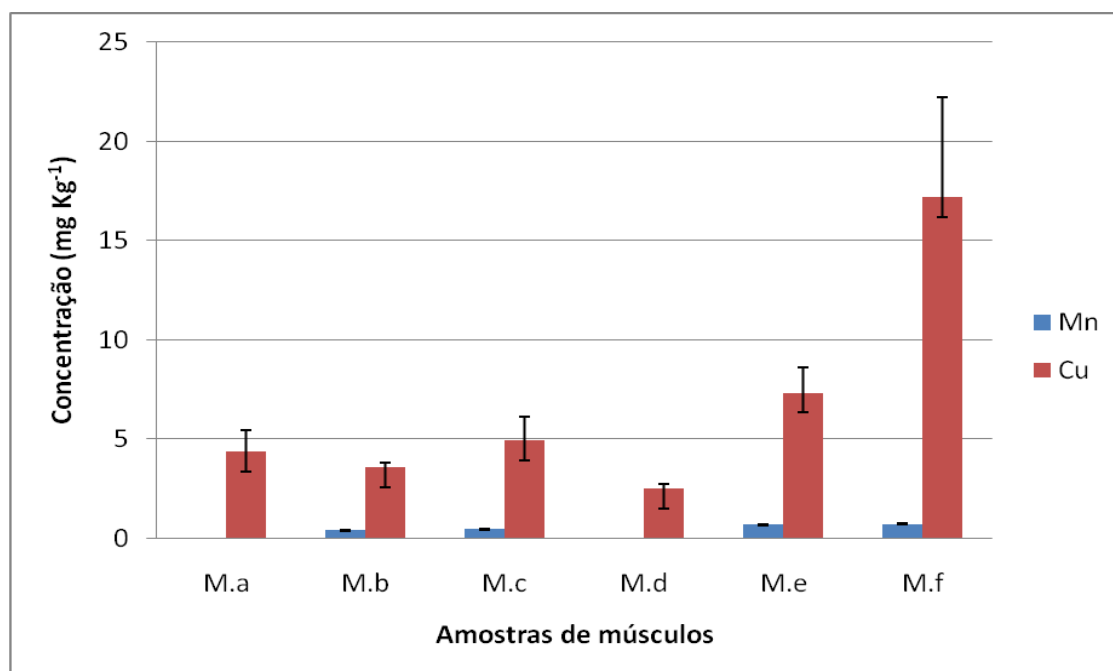


Figura 10.1 - Distribuição dos teores de **Mn** e **Cu** encontrados em amostras investigadas de músculo de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.3 b – COBRE

O teor de **Cu** encontrado nas amostras de músculo de bovino analisadas apresentou uma variação de 2,51 a 17,2 mg Kg⁻¹. A amostra **M.f** se diferenciou das demais apresentando o maior teor de Cu, seguida de longe pela **M.e**. Enquanto que a amostra **M.d** foi a que apresentou o menor teor (Fig. 10.1).

Estudos realizados por vários autores em músculo de bovino encontraram valores inferiores aos observados no presente trabalho (LAWRIE, 1998; LÓPEZ ALONSO *et al.* 2000a; ABOU-ARAB, 2001; LÓPEZ ALONSO *et al.* 2004; SKALICKÁ *et al.* 2005; JUKNA *et al.*, 2006 e CAMARGO *et al.* (2008). No entanto, Koréneková *et al.* (2002) e Demirezen & Uruç (2006) encontraram em músculo bovino valores superiores ao valor médio

encontrado no presente estudo

3.B.3 c – ZINCO

O **Zn**, como já foi mencionado, foi o microelemento que apresentou maior concentração em todas as amostras de músculo analisadas, com uma variação entre de 78,0 a 110,3 mg Kg⁻¹ e os maiores teores foram observados nas amostras **M.e** e **M.f** (bovinos jovens) conforme pode ser visto na figura 10.

Embora Camargo *et al.* (2008) tenham observado, em músculo bovino, valor de **Zn** (144,3 mg Kg⁻¹) superior ao encontrado no presente estudo (91,5 mg Kg⁻¹), vários pesquisadores encontraram valores inferiores desse elemento, variando de 1,26 a 61 mg Kg⁻¹ (LAWRIE,1998; LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2000a; ABOU-ARAB, 2001; KORÉNEKOVÁ *et al.*, 2002; LOPEZ ALONSO *et al.*, 2004; JUKNA *et al.*, 2006 e DEMIREZEN & URUÇ, 2006)

3.B.3 d - ALUMÍNIO, CÁDMIO, CROMO E CHUMBO

Nas amostras de tecido muscular de bovinos os teores de **Al**, **Cd**, **Cr** e **Pb** estiveram abaixo dos limites de quantificação do método (LQM) para estes elementos (4,3 mg Kg⁻¹, 0,12 mg Kg⁻¹, 0,32 mg Kg⁻¹ e 0,52 mg Kg⁻¹, respectivamente).

Em tecidos muscular de bovinos López Alonso *et al.* (2000b) encontraram valores para **Cd** de 0,09 mg Kg⁻¹).

López Alonso *et al.* (2004) e Demirezen & Uruç (2006) estudando tecido muscular de bovinos obtiveram para Cr valores (0,05 e 0,09 mg Kg⁻¹ respectivamente) inferiores ao valor médio do presente estudo. No entanto, em estudos realizados por Farmer e Farmer (2000), Falandysz, (1993), López Alonso *et al.* (2000a), Abou-Arab (2001) e Miranda *et al.* (2003) em tecido muscular de bovino foram encontrados valores para Pb entre 0,011 a 0,77 mg Kg⁻¹, com o limite mais elevado superior ao encontrado no presente trabalho..

3.B.4 – MACROELEMENTOS EM RIM BOVINO

As concentrações médias dos macrosselmentos **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na** determinados nas amostras de rim bovino estão apresentadas na Figura 11 e na Tabela 18 (Anexo 1).

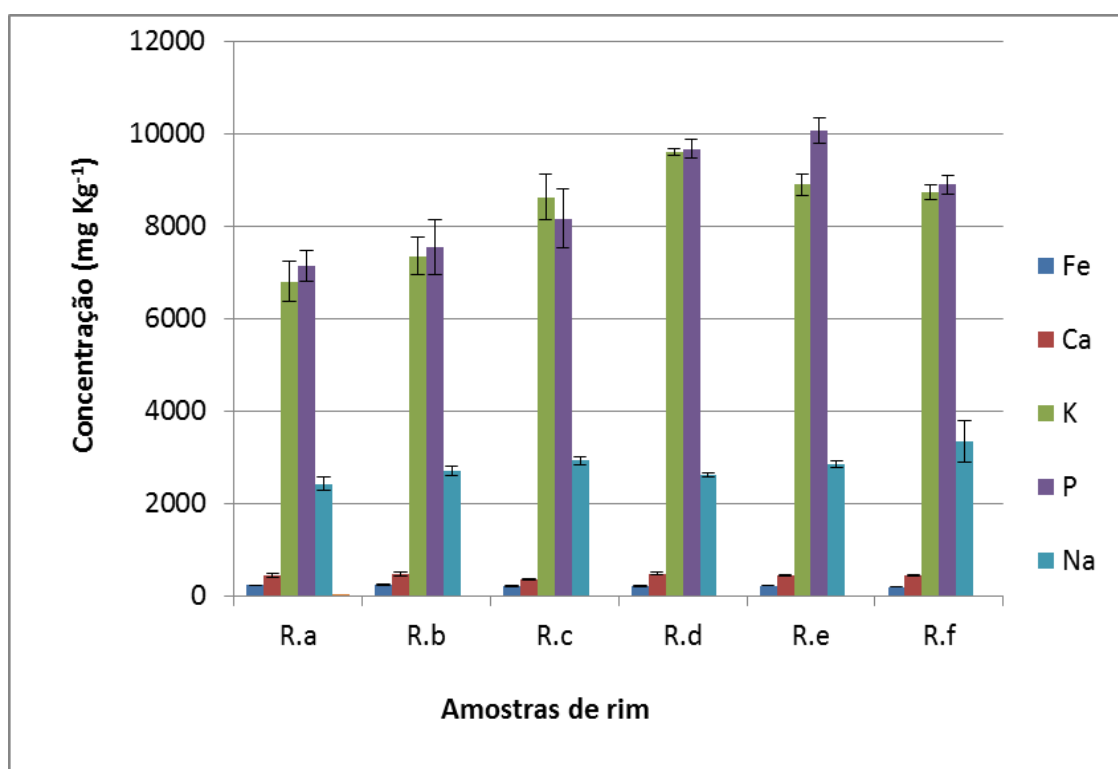


Figura 11. Perfil individual dos macrosselmentos **Fe**, **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.

De um modo geral, todas as amostras de rim de bovinos investigadas apresentaram uma distribuição de macro elementos típica, mostrando concentração mais elevada para o **K** ou **P** seguida pela do **Na** (cerca de 30 a 40% menor que a primeira) e então concentração bem menor para o **Mg** seguida pelo **Ca** e o **Fe**.

3.B.4 a – FERRO

O teor de **Fe** das amostras de rim bovino analisadas apresentou variação de 187 a 242 mg Kg⁻¹ (Fig. 11.1). De um modo geral, as amostras apresentaram valores relativamente próximos entre si, com o valor maior na amostra **R.b** e o valor menor na amostra **R.f**.

Em trabalhos realizados por vários autores em tecido renal bovino foram observados teores de **Fe** menores que o valor médio encontrado no presente estudo (LAWRIE, 1998; TCA, 1999; ABOU-ARAB, 2001; USDA, 2001; MIRANDA *et al.*,2005; BLANCO-PENEDO *et al.*, 2006 e LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2004) conforme a tabela 19

Tabela 19. Estudos dos teores de macro elementos (mg Kg⁻¹) em tecido renal de bovinos em diferentes países.

Fe	Ca	K	P	Na	Mg	Referências	Local
16	100	2700	3400	1400	150	Lawrie, 1998	Brasil
56	-	-	-	-	-	Abou-Arab, 2001	Egito
58	-	-	-	-	-	Miranda <i>et al.</i> ,2005	Espanha
55	260	-	-	-	-	Blanco-Penedo <i>et al.</i> ,2006	Espanha
55	77	-	-	-	-	López-Alonso <i>et al.</i> , 2004	Espanha
46	130	2620	2570	1820	170	Usda, 2001	EUA
36	260	-	2190	-	-	Tca, 1999	Brasil
216	434	8299	8529	2807	519	Santana, 2011	Brasil

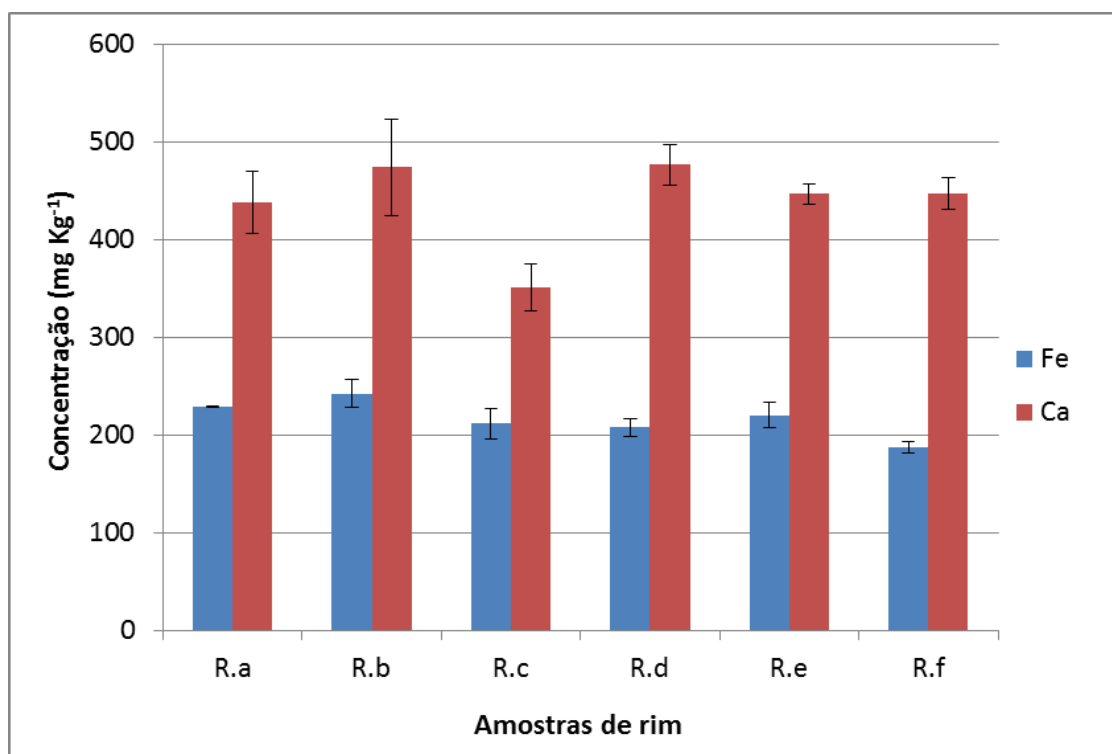


Figura 11.1 - Perfil individual dos macroelementos **Fe** e **Ca** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos em Feira de Santana.

3.B.4 b – CÁLCIO

O teor de **Ca** das amostras analisadas de rim bovino apresentou variação de 351 a 476 mg Kg⁻¹ (Fig. 11.1). As amostras **R.a**, **R.b**, **R.d**, **R.e** e **R.f** apresentaram valores de **Ca** relativamente próximos entre si, exceto na amostra **R.c** que apresentou o valor desse elemento bastante inferior. Isto pode estar relacionado a algum fator, tal como a idade da matriz, pois, o número de gestação e lactação pode implicar na descalcificação do animal.

Em estudo realizado por Lawrie (1998), e Tca, (1999) e Usda (2001), López-Alonso *et al.* (2004) e Blanco-Penedo *et al.* (2006) avaliando o teor de

Ca em rim bovino foram observados teores inferiores aos encontrados neste estudo.

3.B.4 c – POTÁSSIO

O teor de **K** das amostras de rim bovino analisadas apresentou uma variação de 6.798 a 9.607 mg Kg⁻¹ (Fig. 11.2). O menor valor apresentado foi da amostra **R.a** enquanto o maior valor foi da amostra **R.d**. As amostras **R.c**, **R.e** e **R.f** mostraram valores, relativamente, similares. Em estudo realizado por Lawrie (1998) e Usda, (2001) foram encontrados valores inferiores ao deste estudo.

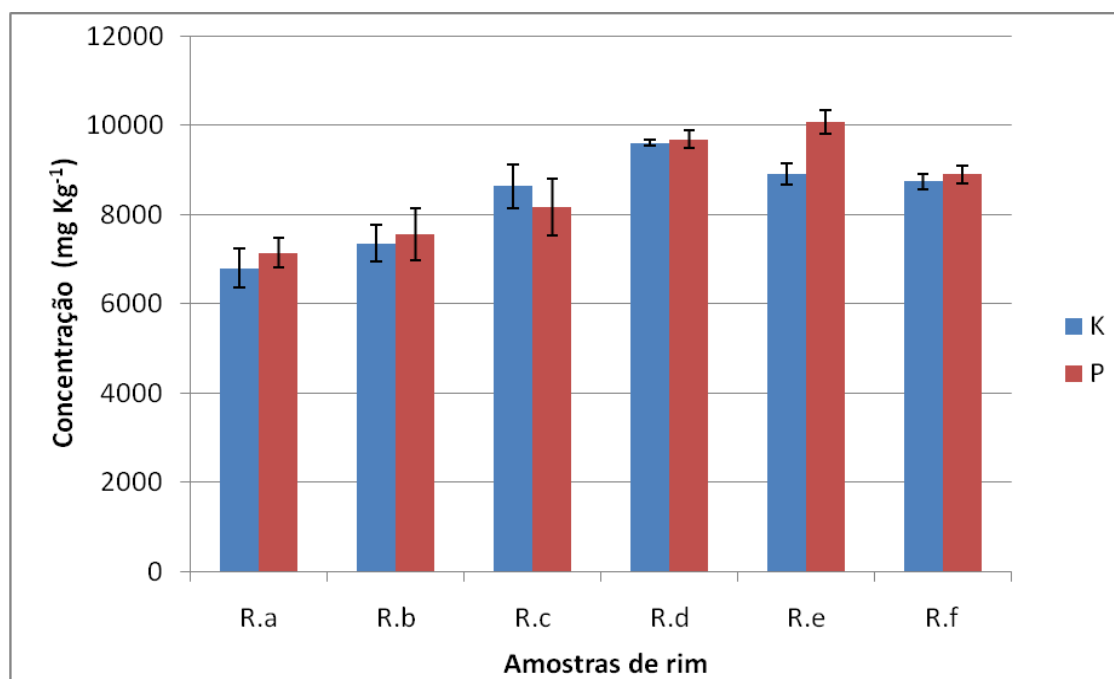


Figura 11.2 - Perfil individual dos macroelementos **K** e **P** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos em Feira de Santana.

3.B.4 d – FÓSFORO

Em amostras de rim bovino o teor de **P** encontrado variou de 7.143 a 10.072 mg Kg⁻¹ (Fig. 11.2). As amostras **R.e** e **R.d**, apresentaram os maiores valores, seguidas pelas amostras **R.f** e **R.c**. Os menores valores foram encontrados nas amostras **R.a** e **R.b**. Os valores encontrados no presente estudo foram maiores que os apresentados na literatura (LAWRIE, 1998; TCA, 1999 e USDA, 2001).

3.B.4 e – SÓDIO

Para **Na**, o teor encontrado neste trabalho teve uma variação de 2.420 a 3.340 mg Kg⁻¹. O teor mais alto desse elemento foi observado na amostra **R.f** e o mais baixo na amostra **R.a** (Fig. 11.3). Neste estudo o teor de **Na** apresentou valor superior aos encontrados em trabalhos realizados na literatura (LAWRIE, 1998; USDA, 2001).

3.B.4 f – MAGNÉSIO

O teor de **Mg** das amostras de rim bovino analisadas variou de a 402,3 a 606,0 mg Kg⁻¹. As amostras **R.d** e **R.e** apresentaram os maiores valores. Enquanto que **R.a** foi a que apresentou o menor teor de magnésio (Fig. 11.3).

O valor médio de **Mg** observado neste estudo em rim de bovino foi superior aos teores encontrados por Lawrie (1998) e Usda (2001).

As variações nos teores dos macromelementos observadas, entre si, nos resultados das amostras investigadas podem ser em decorrência de influência de fatores, tais como sexo, idade ou mesmo habitat dos animais.

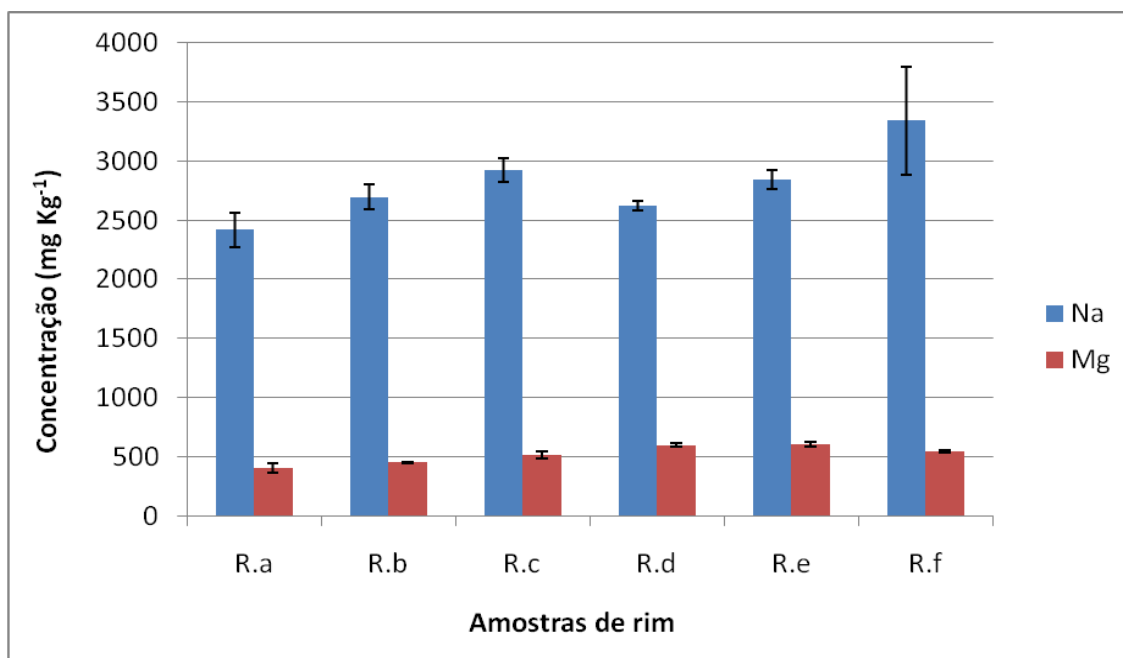


Figura 11.3 - Perfil individual dos macromelementos **Na** e **Mg** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.5 – MICROELEMENTOS EM RIM BOVINO

Os microelementos químicos detectados nas amostras de rim bovino (R.a, R.b, R.c, R.d, R.e, e R.f) estão apresentados na figura 12 e na tabela 20 (Anexo1). Os teores de **Al** e **Pb** estiveram abaixo dos limites de quantificação do método (LQM) para estes elementos ($4,3 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $0,52 \text{ g Kg}^{-1}$ respectivamente).

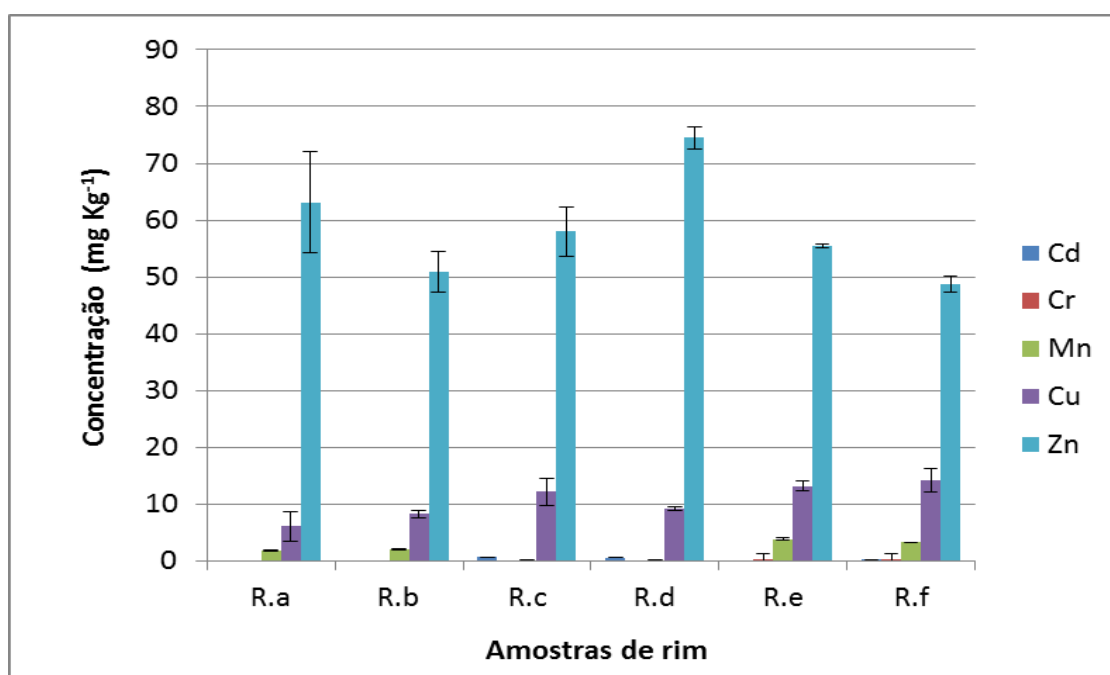


Figura 12. Distribuição dos teores de micro elementos encontrados em amostras de rim de bovinos adultos em Feira de Santana.

De um modo geral, os microelementos em todas as amostras de rim analisadas, apresentaram uma distribuição relativamente típica (Fig.12). Destacando o **Zn** como elemento de concentração mais elevada, seguida de longe pelo **Cu** e então pelos outros em bem menores concentrações.

3.B.5 a – CÁDMIO

O teor de **Cd** nos tecidos de rins de bovinos analisados, no presente estudo, variou de 0,283 a 0,693 mg Kg⁻¹. Não foi observado **Cd** nas amostras **R.a, R.b e R.e**. Entre as amostras investigadas, **R.c e R.d** apresentaram os maiores valores. (Fig. 12.1).

Salisbury & Chan (1991), Lopéz *et al.* (2000a), Abou-Arab (2001), Jukna *et al.* (2006), López Alonso *et al.* (2004) e Blanco-Penedo *et al.* (2006) em estudos com tecido renal de bovinos adultos encontraram valores inferiores para **Cd**, enquanto Falandysz (1993) e Zasadowski *et al.* (1999) observaram para este elemento valores médios superiores aos encontrados no presente estudo (Tabela 21).

Tabela 21. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg⁻¹) em tecido renal de bovinos em diferentes países.

Cd	Cr	Mn	Cu	Zn	Referências	Local
0,61	-	0,93	5,60	22	Falandysz, 1993	Polonia
0,46	-	-	7,58	27,4	Salisbury & Chan (1991)	Canadá
1,7	-	-	4,20	18,8	Zasadowski <i>et al.</i> (1999)	Polônia
0,32	0,04	0,72	3,19	15,9	Lopéz <i>et al.</i> 2004	Espanha
0,22	0,77	2,30	3,20	20,4	Abou-Arab, 2001	Egito
0,17	0,05	0,63	3,18	16,8	Jukna <i>et al.</i> 2006	Lituânia
0,46	-	-	3,67	20,0	Lopéz <i>et al.</i> 2000a	Espanha
0,07	-	1,19	4,6	26	Blanco-Penedo <i>et al.</i> 2006	Espanha
-	-	-	3,00	12,0	Lawrie, 1998	Brasil
-	-	-	6,88	-	Skalická <i>et al.</i> 2005	Eslováquia
0,50	0,40	1,90	10,5	58,4	Santana, 2011	Brasil

3.B.5 b – CROMO

O teor de **Cr** nos tecidos de rins de bovinos analisados, no presente estudo, variou de 0,327 a 0,333 mg Kg⁻¹. Não foi observado **Cr** na amostra **R.a** (Fig.12.1). Entre as amostras investigadas, **R.e** e **R.f** apresentaram os maiores valores, enquanto as demais estiveram abaixo de limite de quantificação. Os estudos de López Alonso *et al.* (2004) e Jukna *et al.* (2006) obtiveram valores inferiores, enquanto Abou-Arab (2001) encontrou para **Cd** em tecido renal valor superior ao que foi verificado no presente trabalho (Tabela 21).

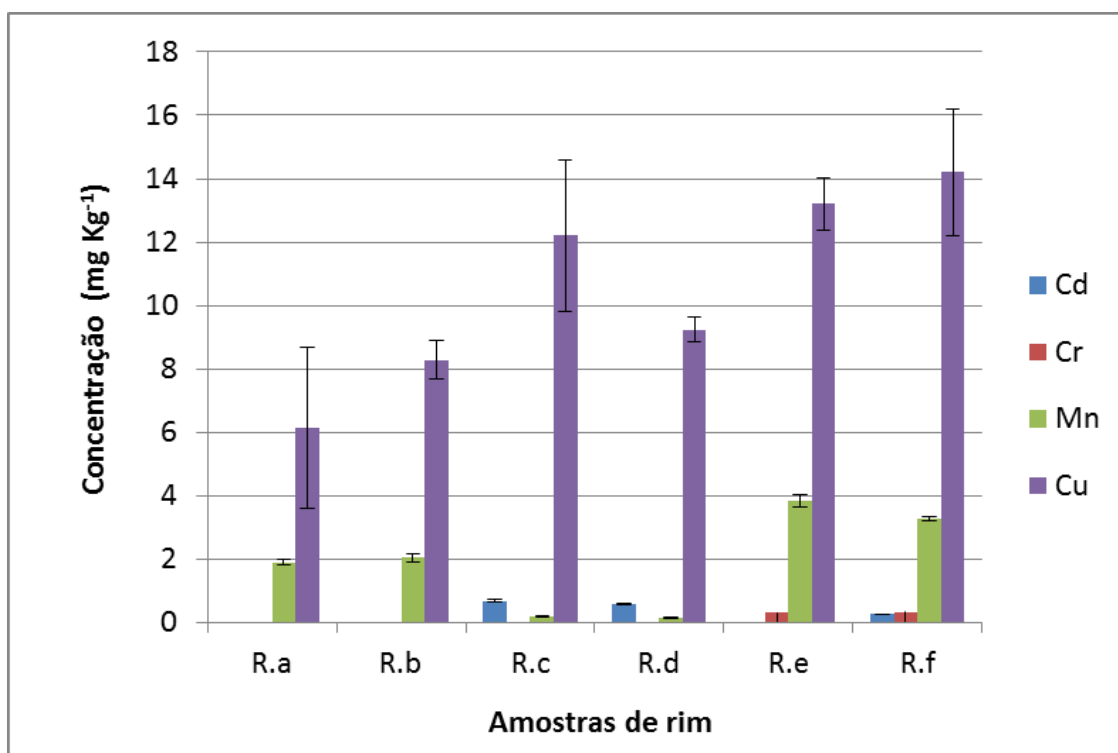


Figura 12.1 - Distribuição dos teores de **Cd**, **Cr**, **Mn** e **Cu** encontrados em amostras de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.5 c – MANGANÉS

O teor de **Mn** mostrou variação de 0,152 a 3,84 mg Kg⁻¹, nas amostras de rim bovino, destacando-se nas amostras **R.b**, **R.e** e **R.f**. (Fig.12.1).

Em estudos realizados por Falandysz (1993), López Alonso *et al.* (2004) e Blanco-Penedo e colaboradores (2006) e Jukna *et al.* (2006) foram encontrados teores variando de cerca de 22 a 75%, mais baixo que o encontrado no presente trabalho (Tabela 21). No entanto Abou-Arab (2001) relatou em seu trabalho teores para **Mn** aproximadamente 35% superior a média obtida neste estudo (1,90 mg Kg⁻¹) em tecido renal de bovino . As concentrações relativamente elevadas do **Mn** em apenas duas das amostras investigadas podem ter sido influenciadas por algum fator como, por exemplo, sexo, idade ou a utilização de mistura mineral fornecida aos animais.

3.B.5 d – COBRE

O teor de **Cu**, das amostras de rim bovino, mostrou variação de 6,14 a 14,2 mg Kg⁻¹. Avaliações realizados em tecido renal bovino por Falandysz (1993), Lawrie (1998), López Alonso (2000a), Abou-Arab (2001), López Alonso *et al.* (2004), e Skalická *et al.* (2005), Salisbury & Chan (1991), Zasadowski *et al.* (1999), Jukna *et al.* (2006) e Blanco-Penedo *et al.* (2006) encontraram teores de **Cu** inferiores ao teor médio encontrado neste estudo (Tabela 21).

3.B.5 e - ZINCO

O teor de **Zn** encontrado nas amostras de tecido renal bovino analisadas apresentou variação de 48,7 a 74,5 mg Kg⁻¹. O maior valor foi observado na amostra **R.d.** seguido pela o teor da amostra **R.a.** No entanto, a amostra **R.f** apresentou o menor valor (Fig. 12.2 , tabela 20, no anexo 1)

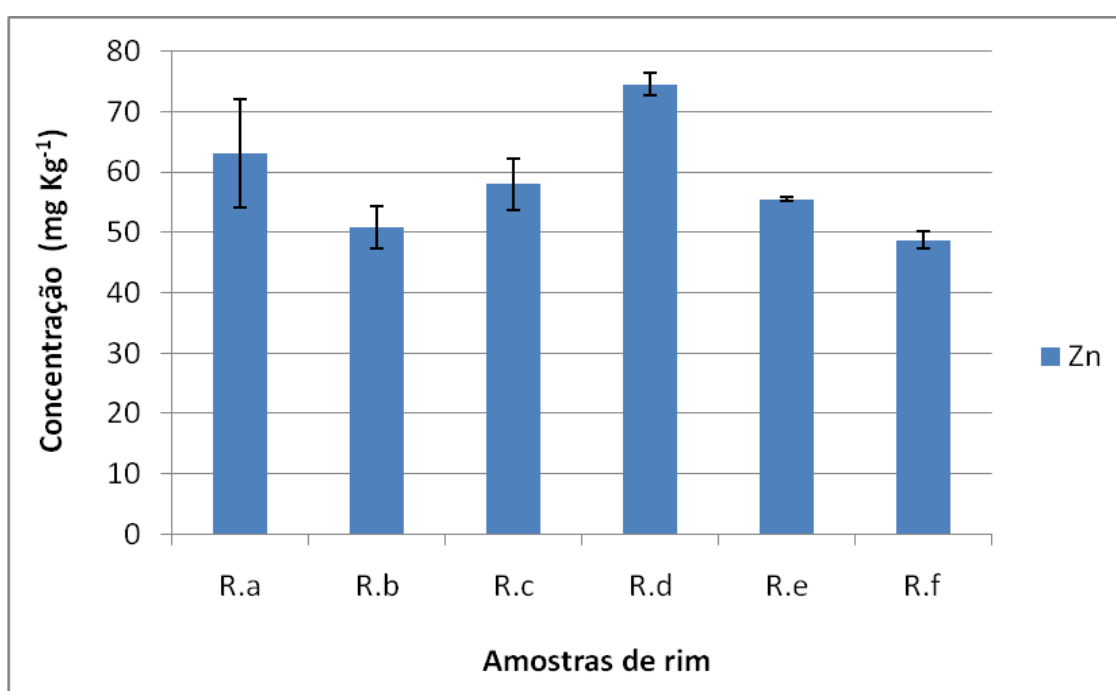


Figura 12.2 - Perfil individual de **Zn** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.

Conforme tabela 21, em estudos em tecido renal bovino foram encontrados valores para **Zn** mais baixo que os teores observados no presente estudo (SALISBURY & CHAN 1991; LAWRIE, 1998; ZASADOWSKI *et al.*, 1999; LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2000a; ABOU-ARAB, 2001; LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2004; JAKNA *et al.*, 2006 e SKALICKÁ *et al.*, 2005).

3.B.5 f – ALUMÍNIO E CHUMBO

Embora no presente estudo, os teores de **Al**, e **Pb**, em amostras de tecidos de rins de bovinos, se apresentassem abaixo do LQM do método para estes elementos, indicando amostras sem contaminação desses metais, a literatura apresenta vários estudos onde eles foram encontrados em tecidos de rim de bovino (Tabela 21).

Falandysz (1993) encontrou em amostras de rim valor para **Cd** de 0,61 mg Kg⁻¹, enquanto Aranha *et al.* (1994), López Alonso *et al.* (2000a), Abou-Arab (2001), Sedki *et al.* (2003), Miranda *et al.* (2003), Blanco-Penedo *et al.* (2006) e Jukna *et al.* (2006) encontraram valores de 0,010 a 0,23 mg Kg⁻¹, respectivamente, em tecido renal bovino. Por outro lado, Farmer & Farmer (2000) e Alonso *et al.* (2004) observaram teor de 0,05 mg Kg⁻¹ para **Cd** em tecido renal. Em análise de amostras de tecido renal realizadas por Salisbury & Chan (1991), Falandysz (1993), Aranha *et al.* (1996), López Alonso *et al.* (2000), Farmer & Farmer (2000), Abou-Arab (2001), Miranda *et al.* (2003), Jukna *et al.* (2006), Miranda *et al.* (2005), e Blanco-Penedo *et al.* (2006) foram encontrados para o **Pb** valores na faixa de 0,009 a 0,35 mg Kg⁻¹.

3.B.6 – MACROELEMENTOS EM FÍGADO BOVINO

As concentrações médias dos macrossubstâncias **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na**, determinadas nas amostras de fígado bovino estão apresentadas na figura 13 e na tabela 22 (Anexo 1).

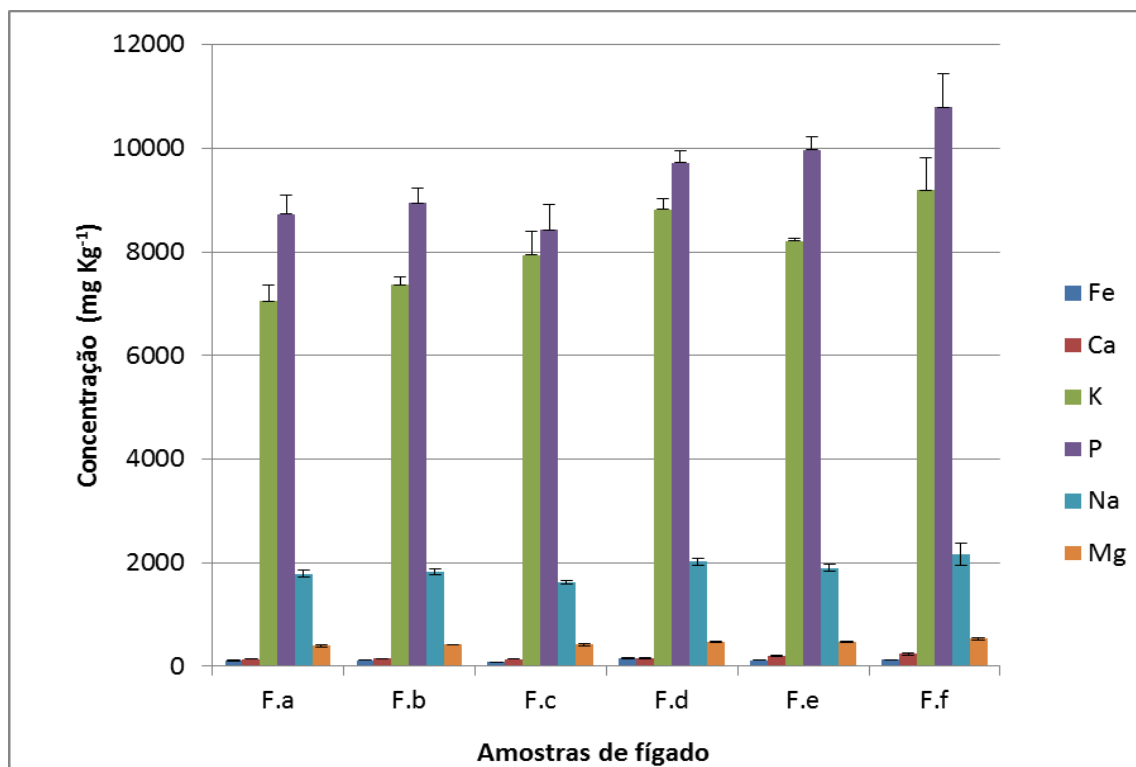


Figura 13. Distribuição dos macroelementos **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na** encontrados nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

De um modo geral, as amostras de tecido de fígado bovino analisadas, apresentaram distribuição típica para os macroelementos, com teor mais elevado para o **P**, seguido de perto pelo do **K** e então com o valor bem menor, o **Na**, e por fim os elementos **Mg**, **Ca** e **Fe** (Fig.13).

3.B.6 a - FERRO

O teor de **Fe** encontrado nas amostras de fígado bovino teve variação de 79 a 156 mg Kg⁻¹. A amostra que apresentou o maior valor de **Fe** foi a **F.d** e a de menor teor foi a **F.c** (Fig. 13.1).

Os valores de **Fe** encontrados no presente trabalho foram superiores aos valores observados de 70, 49, 20 e 66 mg Kg⁻¹ para Lawrie (1998), Usda (2001), Tcba (2006), e López Alonso *et al.* (2004), respectivamente. Foram também maiores que os relatados por Falandysz (1993) que encontrou o valor de 44 mg Kg⁻¹. No entanto Koréneková *et al.* (2002) estudando **Fe** em tecido hepático, encontraram valor (147 mg Kg⁻¹) dentro da faixa de concentração do estudo aqui apresentado (Tabela 23).

Tabela 23. Estudos dos teores de macrossubstâncias (mg Kg⁻¹) em tecido hepático de bovinos em diferentes países.

Fe	Ca	K	P	Na	Mg	Referências	Local
44	-	-	-	-	-	Falandysz, 1993	Polônia
70	60	3200	3600	810	190	Lawrie, 1998	Brasil
49	50	3130	3870	690	180	Usda, 2001	EUA
66	46	-	-	-	-	López Alonso <i>et al.</i> 2004	Espanha
147	-	-	-	-	-	Koréneková <i>et al.</i> 2002	Eslováquia
66	40	2650	3340	760	120	Tcba, 2006	Brasil
82	100	3180	-	-	-	Tca, 1999	Brasil
117	171	8092	9430	1879	450	Santana, 2011	Brasil

3.B.6 b - CÁLCIO

O teor de **Ca** encontrado nas amostras de fígado bovino variou de 141 a 238,5 mg kg⁻¹. A amostra **F.f** foi a que apresentou o maior teor, seguido pela **F.e**. As amostras **F.a**, **F.b**, **F.c** e **F.d**. apresentaram teores aproximadamente similares, no entanto a que apresentou o menor teor foi a **F.c**. (Fig. 13.1).

O teor médio de **Ca** observado neste estudo foi superior aos encontrados por Lawrie (1998), Tca (1999), Usda (2001), López Alonso *et al.*

(2004) e Tbca (2006) que encontraram valores de 60, 82, 49, 46,1 e 40 mg kg⁻¹, respectivamente, em tecido hepático de bovino (Tabela 23).

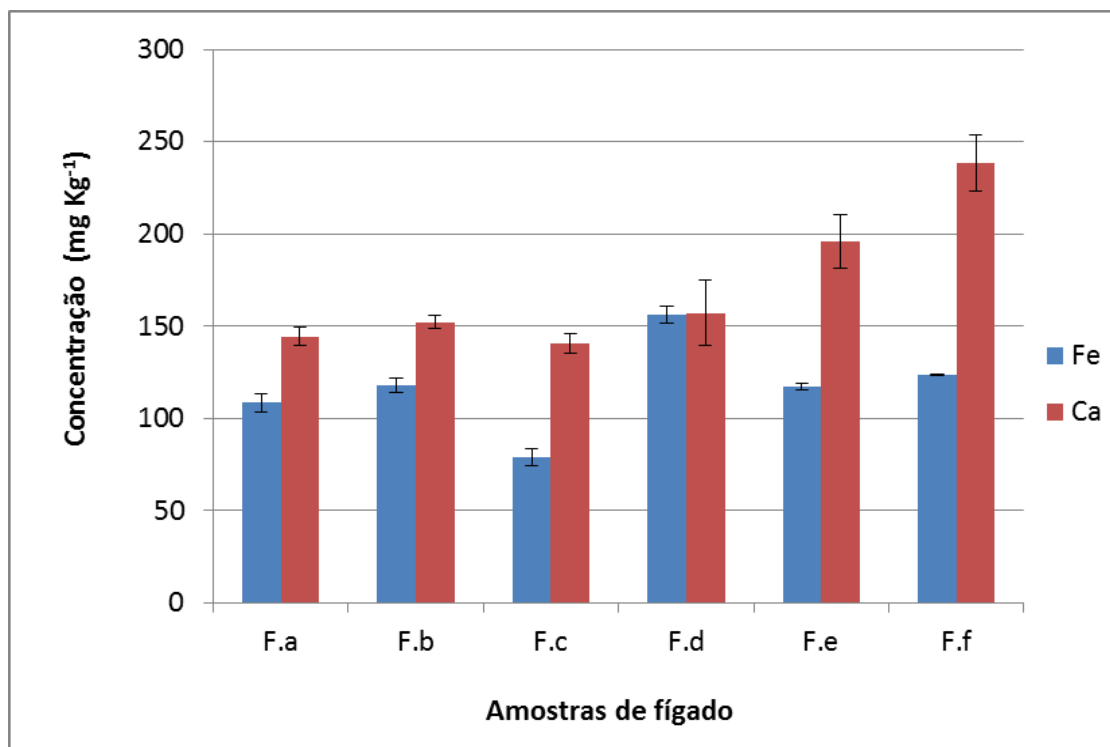


Figura 13.1 - Perfil individual de macroelementos **Fe** e **Ca** nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.6 c - POTÁSSIO

Nas amostras de fígado o teor **K** apresentou 7.044 a 9.186 mg kg⁻¹ de variação. Conforme a tabela 23, o valor médio encontrado no presente estudo é superior aos observados por Lawrie (1998), Usda (2001) e Tbca (2006), onde foram observaram valores de 3.200, 3.130 e 2.650 mg kg⁻¹, respectivamente, em tecido hepático de bovino (Fig.13.2).

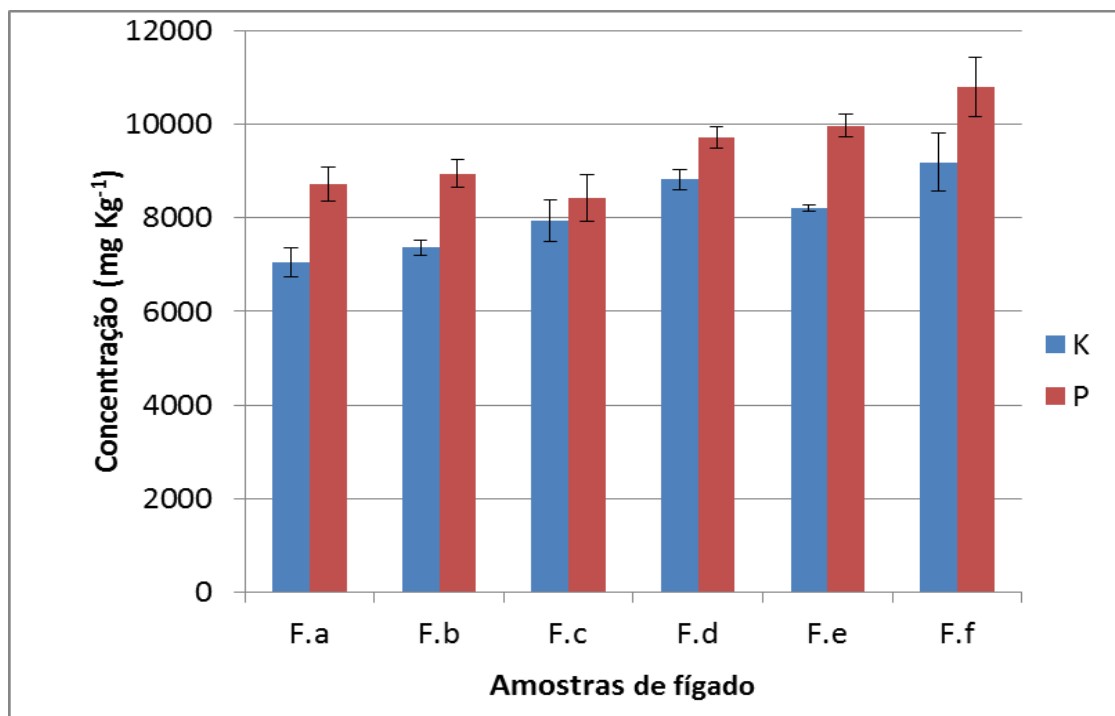


Figura 13.2 - Perfil individual dos macroelementos **K** e **P** nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.6 d – FÓSFORO

Nas amostras de fígado o teor de **P** encontrado teve variação de 8.420 a 10.798 mg Kg⁻¹. As amostras **F.a** e **F.b** tiveram valores aproximadamente similares assim como as amostras **F.d** e **F.e** também foram relativamente similares entre si com relação a este elemento. Entretanto a amostra **F.f** foi a que apresentou valor superior em relação aos obtidos para as demais amostras e a **F.c** a que apresentou o menor valor (Figura 13.2). Em estudos realizados por Lawrie (1998), Usda (2001), Tca (1999) e Tcba (2006) foram observados

para o **P** teores de 3.600, 3.870, 3,580 e 3.340 mg Kg⁻¹, inferiores aos encontrados no presente estudo (Tabela 23).

3.B.6 e – SÓDIO

O teor de **Na** em amostras de fígado bovino apresentou variação de 1.575 a 2.158 mg Kg⁻¹. A amostra que apresentou maior teor de **Na** foi a **F.f** enquanto, a que apresentou menor foi a **Fc**. As amostras **F.a** e **F.b** apresentaram teores de **Na**, relativamente similares entre si (Fig. 13.3).

No presente trabalho o valor observado para **Na** foi superior aos valores encontrados por Lawrie (1998), Usda (2001) e Tcba (2006) de 810, 690 e 760 mg Kg⁻¹, respectivamente, para fígado bovino, conforme mostrado na tabela 23.

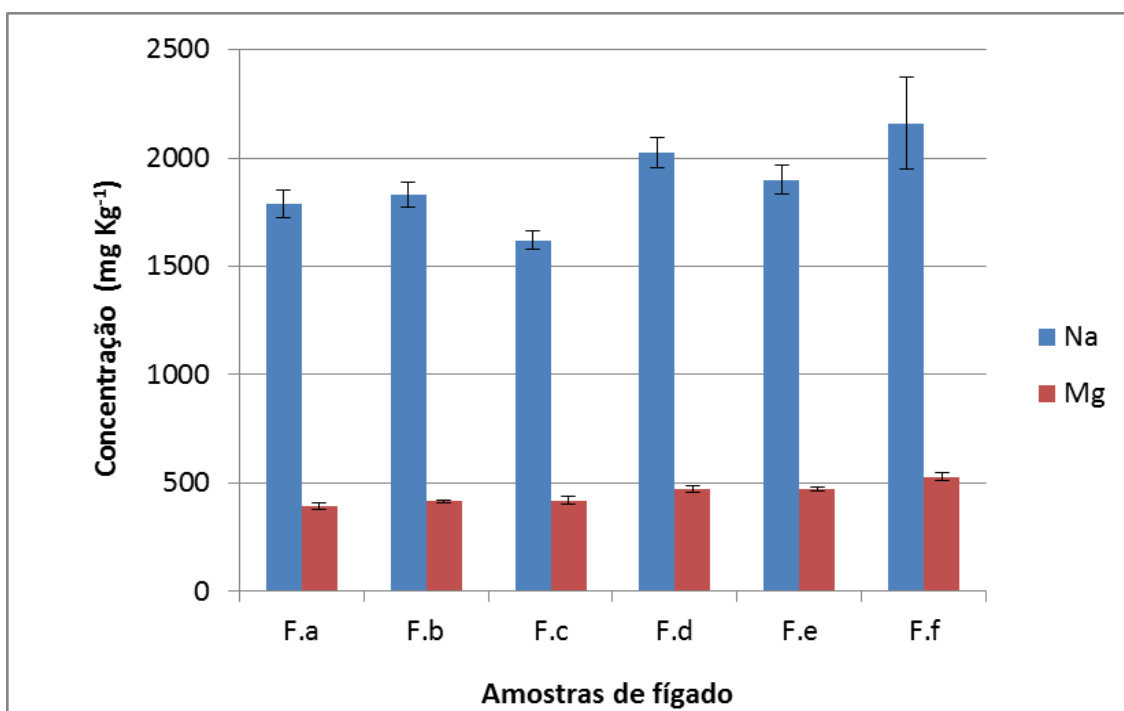


Figura 13.3 - Perfil individual dos macroelementos **Na** e **Mg** nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.6 f – MAGNÉSIO

Nas amostras de fígado analisadas foram encontrados valores de **Mg** variando de 395 a 529 mg Kg⁻¹. A variação deste elemento entre as amostras foi relativamente pequena. A amostra **F.f.** foi a que apresentou um teor máximo (Fig. 13.3).

O teor médio observado para o **Mg** no presente trabalho foi superior aos estudos realizados por Lawrie (1998), Usda (2001) e Tcba (2006) em fígado de bovino foram encontrados valores de 190, 180 e 120 mg Kg⁻¹, respectivamente (Tabela 23).

3.B.7 – MICROELEMENTOS EM FÍGADO BOVINO

Os resultados obtidos para os microelementos **Cd**, **Mn**, **Cu** e **Zn** nas amostras de fígado **F.a**, **F.b**, **F.c**, **F.d**, **F.e**, e **F.f** de bovinos estão apresentados na figura 14 e na tabela 24 (Anexo 1). As amostras de fígado analisadas apresentaram teores mais elevados de **Cu** seguido do **Zn**, enquanto o **Mn** apresentou maiores teores nas amostras **F.e** e **F.f** analisadas.

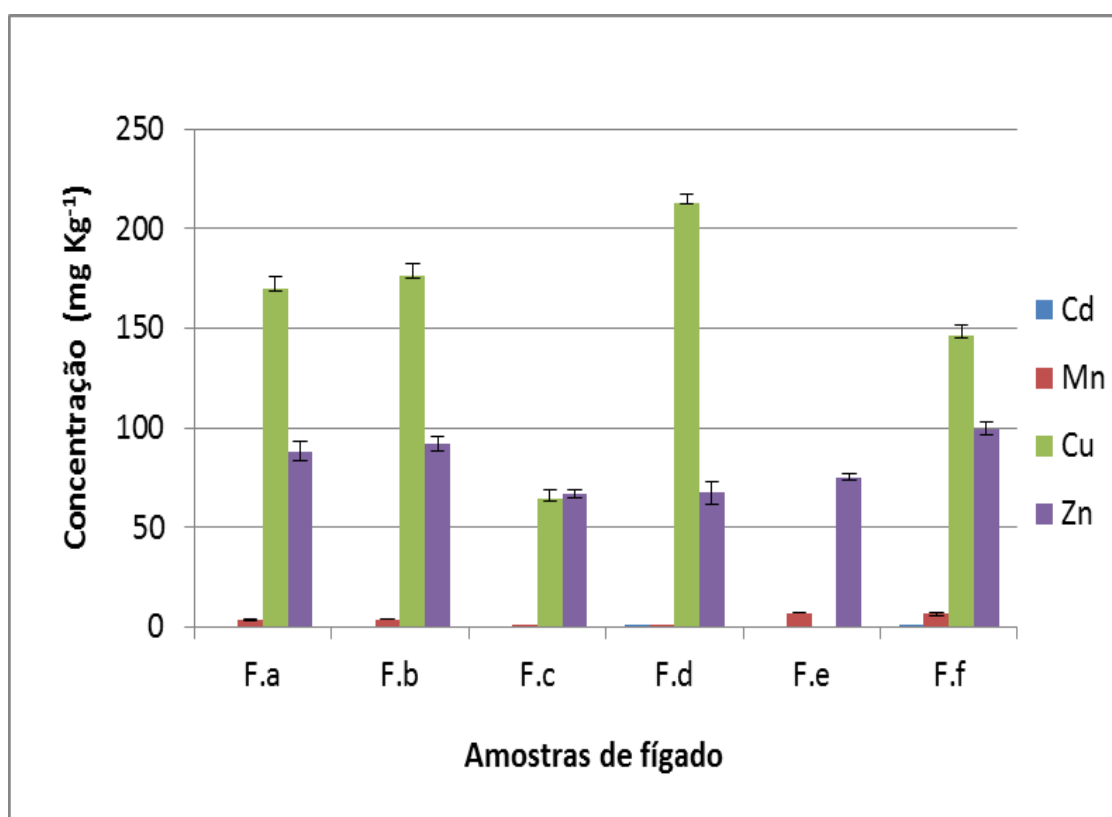


Figura 14. Distribuição dos teores de **Cd**, **Mn**, **Cu** e **Zn** encontrados em amostras de tecido de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.7 a - CÁDMIO

Os teores de **Cd** encontrados neste trabalho apresentaram uma variação de 0,120 a 0,146 mg Kg⁻¹ e só foram detectados nas amostras **F.d** e **F.f** conforme, mostra a figura 14.

Trabalhos realizados por Farmer & Farmer (2000), Abou-Arab (2001), Koréneková *et al.* (2002), Jukna *et al.* (2006) e Blanco-Penedo *et al.* (2006) observaram valores inferiores para **Cd** em tecido hepático bovino, enquanto Zasadowski *et al.* (1999) encontraram valores superiores ao encontrado no presente estudo para **Cd** em fígado bovino (Tabela 25)

Tabela 25. Estudos dos teores de microelementos (mg Kg⁻¹) em tecido hepático de bovinos em diferentes países.

Cd	Cr	Mn	Cu	Zn	Referências	Local
-	-	1,80	29,0	-	Falandysz, 1993	Polônia
0,112	-	4,80	86,4	22,3	Abou-Arab, 2001	Egito
-	-	-	60,6	59,8	Lopéz Alonso <i>et al.</i> 2000a	Espanha
-	-	-	25,0	40,0	Lawrie, 1998	Brasil
-	-	-	94,8	-	Skalická <i>et al.</i> 2005	Eslováquia
0,130	-	-	84	80	Koréneková <i>et al.</i> , 2002	Eslováquia
0,014	-	33,35	89,6	53,9	Blanco-Penedo <i>et al.</i> 2006	Espanha
0,070	0,06	0,9	11,4	22,8	Jukna <i>et al.</i> 2006	Lituânia
0,080	-	-	-	26,9	Farmer & Farmer, 2000	Kazaquistão
0,160	-	-	26,4	41,3	Zasadowski <i>et al.</i> 1999	Polônia
0.120	0,31	2,43	12,2	81,5	Santana, 2011	Brasil

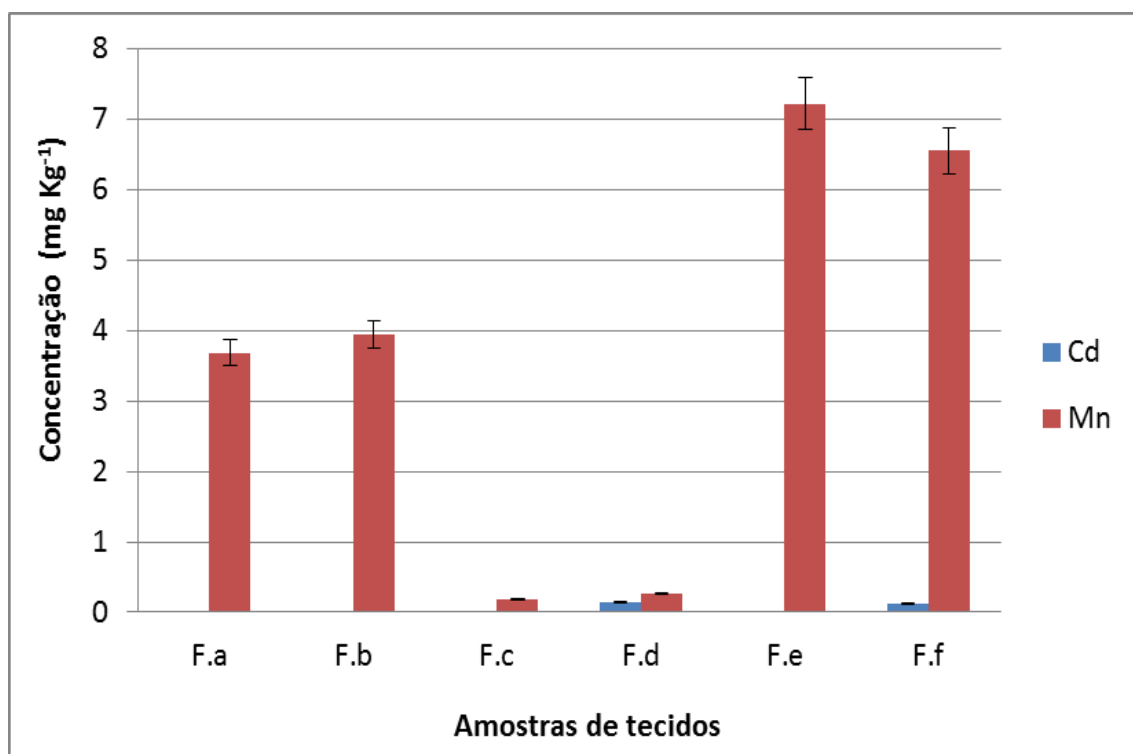


Figura 14.1 - Perfil individual dos microelementos **Cd** e **Mn** nas amostras investigadas de rim de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.7 b - MANGANÊS

Neste estudo as amostras de fígado apresentaram variação no teor de **Mn** de 0,182 a 7,22 mg Kg⁻¹. As amostras **F.e** e **F.f** apresentaram valores de **Mn** muito mais elevados, destacando-se das demais (Fig. 14.1).

Em trabalhos realizados por Abou-Arab (2001) e Blanco-Penedo *et al.* (2006) foram encontrados valores para o Mn de 4,8, e 1,19 mg Kg⁻¹ superiores a média observada neste estudo, enquanto Falandsyz (1993) e Jukna *et al.* (2006) observaram valores inferiores ao valor médio encontrado no presente trabalho (Tabela 25)

3.B.7 c - COBRE

A variação no teor de **Cu** observada nas amostras de fígado bovino deste estudo foi de 64,4 a 213,2 mg Kg⁻¹. A amostra **F.e** foi a que apresentou maior concentração desse elemento. As amostras **F.a** e **F.b** apresentaram teores similares entre si, enquanto as amostras **F.c** e **F.d** também apresentaram similaridade entre si. (Fig. 14.2).

Estudos realizados pelos pesquisadores Jukna *et al.* (2006) encontraram valores dentro da faixa de concentração encontrada no presente trabalho. No entanto, trabalhos relatados na literatura (Tabela 25) em tecido hepático de bovino apresentaram concentrações de **Cu** superiores ao valor médio encontrado no presente estudo (FALANDYSZ, 1993; LAWRIE, 1998; LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2000a; ABOU-ARAB, 2001; KORÉNEKOVÁ *et al.*, 2002; SKALICKÁ *et al.*, 2005; BLANCO-PENEDO *et al.*, 2006 e ZASADOWSKI *et al.* 1999).

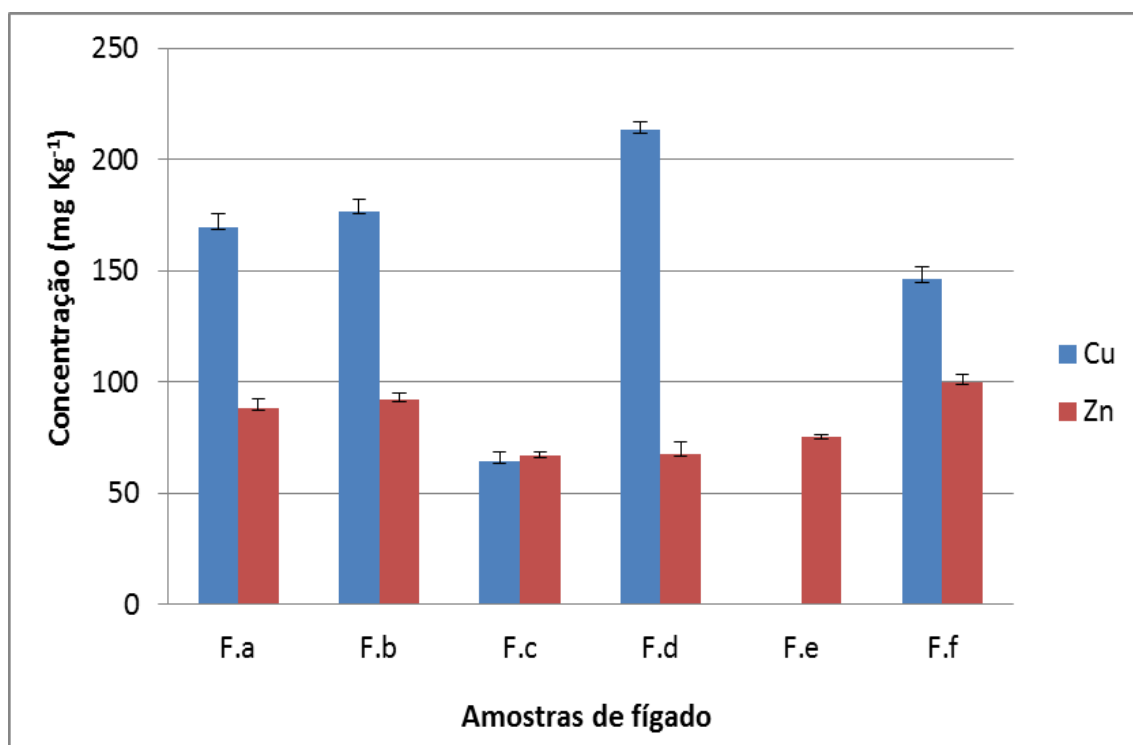


Figura 14.2 - Perfil individual dos microelementos **Cu** e **Zn**, nas amostras investigadas de fígado de bovinos adultos de Feira de Santana.

3.B.7 d – ZINCO

O teor de **Zn**, neste estudo, variou de 67,0 a 99,7 mg Kg⁻¹. A amostra que apresentou maior concentração para esse elemento foi a **F.f** seguida pelas **F.b** e então pela **F.a**. As amostras **F.c** e **F.d** foram as de menores teores com relação as demais e tiveram resultados similares entre si. (Fig.14.2).

Em estudos realizados por Koréneková *et al.* (2002) foram encontrado, para **Zn** teores superiores a média deste estudo. Por outro lado a literatura (Tabela 25) relata trabalhos que apresentam teores de Zn inferiores ao valor médio observado no presente estudo, em tecido hepático bovino

(LAWRIE, 1998; ZASADOWSKI *et al.*, 1999; FARMER & FARMER, 2000; ABOU-ARAB, 2001; LOPÉZ ALONSO *et al.* 2000a ; BLANCO-PENEDO *et al.*, 2006 e JUKNA *et al.*, 2006).

3.B.7 e - ALUMÍNIO, CROMO E CHUMBO

Os teores de **Al**, **Cr** e **Pb** encontrados neste estudo estiveram abaixo do limite de quantificação de 4,3 mg Kg⁻¹, 0,32 mg Kg⁻¹ e 0,52 mg Kg⁻¹, respectivamente.

Em estudos em tecido hepático bovino realizado por López Alonso *et al.* (2004) e Jukna *et al.* (2006) encontraram respectivamente valores para **Cr** de 2,28 e 0,87 mg Kg⁻¹, superiores ao valor médio observado no presente estudo (Tabela 25). Trabalhos realizados por pesquisadores encontraram valores na faixa de 0,053 a 0,79 mg Kg⁻¹ para **Pb** em tecido hepático bovino (ARANHA *et al.*, 1994; FARMER & FARMER, 2000; LÓPEZ ALONSO *et al.*, 2000a; ABOU-ARAB, 2001; KORÉNEKOVÁ *et al.*, 2002; JUKNA *et al.*, 2005; BLANCO-PENEDO *et al.*, 2006; LOPEZ ALONSO *et al.*, 2004; MIRANDA *et al.*, 2005).

Os macrolementos, em tecido renal de bovino, se destacaram em teor quando comparados com o tecido muscular, principalmente o **P** que no tecido renal ficou bem mais próximo do valor do **K**

O tecido muscular apresentou as menores concentrações de todos os macrolementos e dos microelementos **Cd** e **Mn** quando comparado com os tecidos renal e hepático.

O tecido renal mostrou maiores concentrações de **Fe**, **Ca** e **Na** em relação ao tecido hepático.

No tecido hepático foram observadas concentrações elevadas dos microelementos **Cu** e **Zn** em relação ao tecido renal. O macro elemento **P** também apresentou concentração elevada o que é justificado pela importância desse macro elemento na participação do metabolismo energético do organismo, que em parte é realizado pelo fígado. Os tecidos muscular, renal e hepático são fontes importantes de **Zn**, enquanto para o **Cu** as maiores reservas são encontradas no tecido hepático.

Estes resultados indicam que cada tecido possui variação na capacidade de retenção dos macro e microelementos, bem como as características de cada tipo de solo, alimentação e manejo dos animais e categoria animal.

3.C - ESTUDO DOS FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA ABSORÇÃO DE ELEMENTOS EM TECIDOS DE BOVINOS

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados de estudos investigativos de fatores, tais como SEXO (macho e fêmea) IDADE (adulto e jovem) e LOCALIDADE (habitat) que possa influenciar na absorção de macro e micro elementos em tecidos (muscular, renal e hepático) de bovino.

3.C 1 - ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO SEXO NA ABSORÇÃO DE ELEMENTOS EM BOVINOS

As concentrações médias dos macromelementos (**Fe, Ca, Mg, K, P e Na**) e dos microelementos (**Cd, Cr, Mn, Pb, Cu e Zn**) investigadas nas amostras de tecidos muscular, renal e hepático de bovino adultos machos e fêmeas estão apresentados nas figuras 15 e 16 e nas tabelas 26 e 27 (Anexo 2) respectivamente.

De um modo geral não foi observada diferença significativa no padrão do perfil de distribuição de macro e micro elementos dos diferentes tecidos (músculo, rins e fígado), com relação ao gênero (macho e fêmea) do bovino.

Nas amostras de músculo de bovino macho e fêmea adulta deste estudo, a distribuição dos macromelementos em macho e fêmea apresentou similaridade entre si. No entanto, foram observados maiores teores de **Ca, K e Na** nas amostras de tecido muscular de fêmea bovina, bem como para o **P** que foi maior em bovino adulto. No tecido renal os teores foram maiores para **K, P e**

Na em amostras de fêmeas, enquanto no tecido hepático os teores de **Fe**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** foram maiores em amostras de fêmeas bovinas Fig.15).

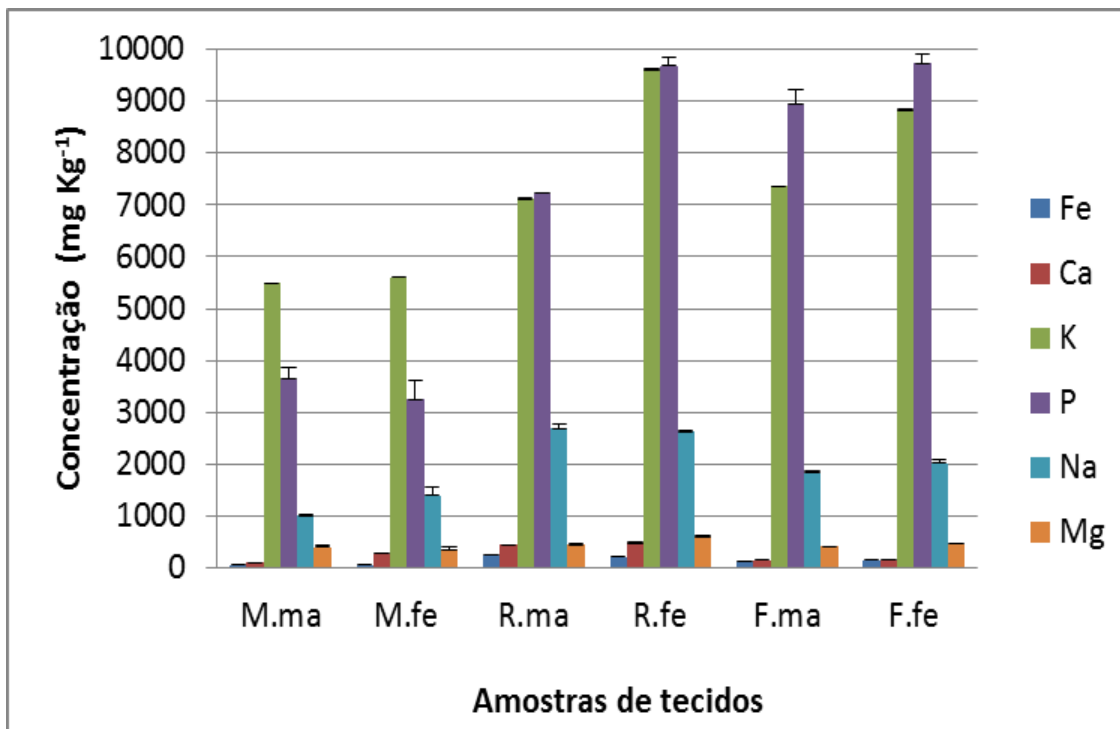


Figura 15. Macroelementos em amostras de tecidos muscular, renal e hepático de bovino macho (M.ma, R.ma e F.ma) e de fêmea (M.fe, R.fe e F.fe) adultos de Feira de Santana.

As amostras dos diferentes tecidos (músculo, rins e fígado) de bovinos machos e fêmeas investigadas apresentaram similaridade nas distribuições dos micro elementos com valores da concentração do **Zn** destacada em todos os tecidos e **Cu** em tecido hepático de bovinos, sendo que o maior teor foi observado em fêmeas bovinas (Fig.16).

3.C 1 a - TECIDO MUSCULAR

O padrão do perfil de distribuição dos macromelementos em tecido muscular de bovino observado em ambos os gêneros, macho e fêmea, apresentou o **K** como o elemento de maior teor, seguido pelo o **P** e então pelo **Na**, **Mg**, **Ca** e **Fe**. Embora sem grande diferença, nas amostras de fêmea, os teores dos macromelementos foram maiores, exceto para o **P** que o teor foi levemente mais baixo (Fig.17).

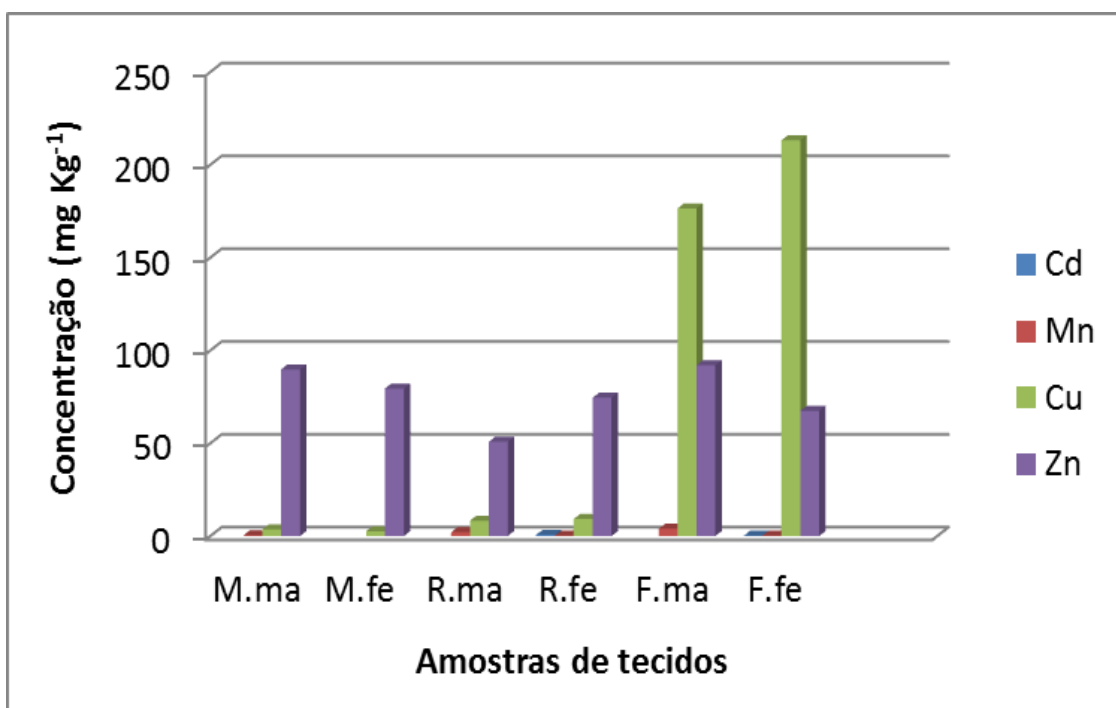


Figura 16. Microelementos em amostras de tecido muscular, renal de hepático de bovinos machos (M.ma, R.ma e F.ma) e de fêmeas (M.fe. R.fe e F.fe) adultos de Feira de Santana.

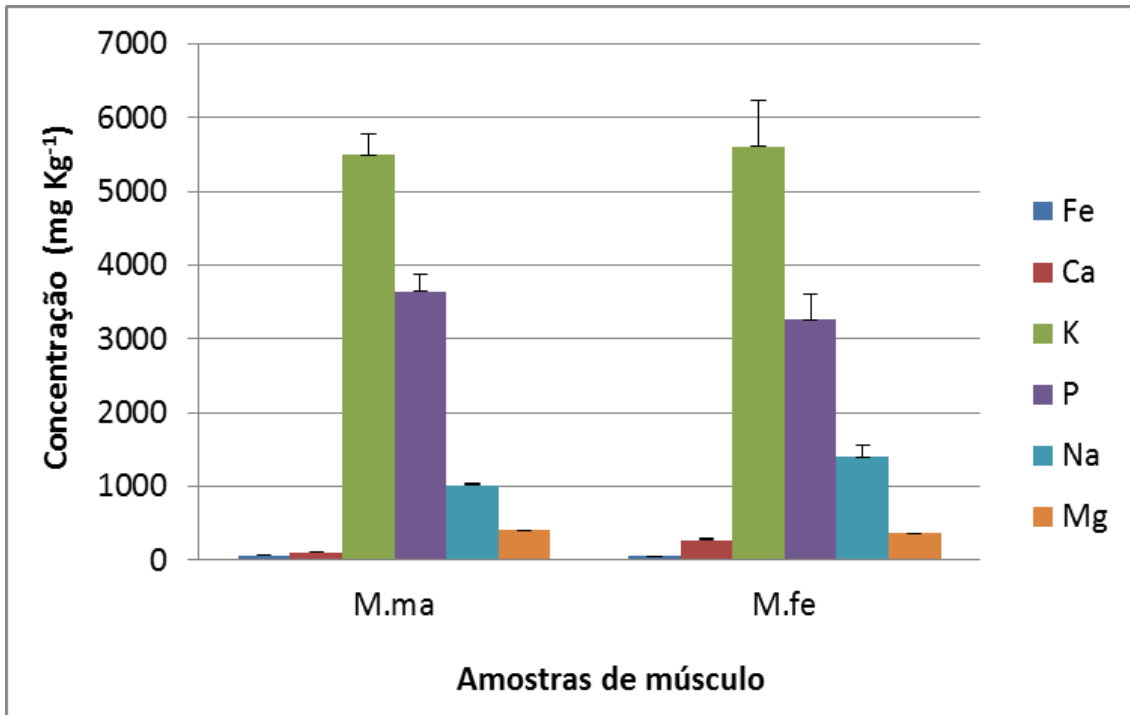


Figura 17. Macroelementos em amostras de tecido muscular de bovino macho (M.ma) e de fêmea (M.fe) adultos de Feira de Santana.

Na distribuição dos microelementos em tecido muscular, o **Cu** e **Zn** elementos que mais se destacaram em ambos os gêneros, sendo maior nas amostras de macho, enquanto que o teor de **Mn** apresentou-se maior em músculo de macho (Fig.17.1).

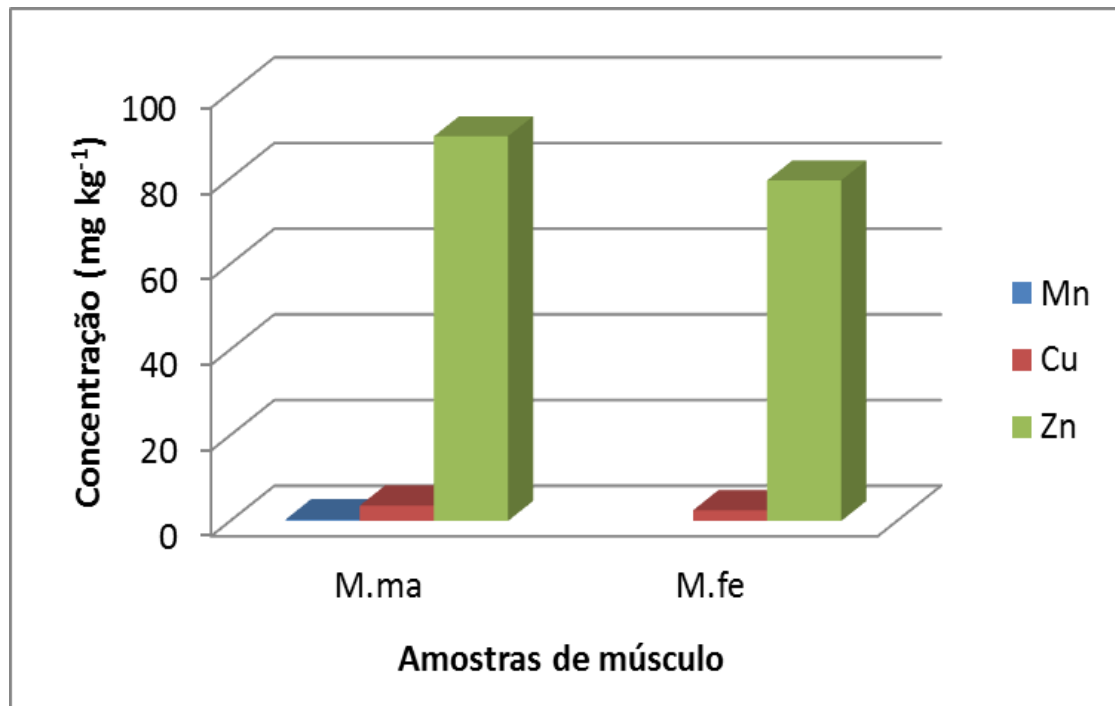


Figura 17.1 Microelementos em amostras de tecido muscular de bovino macho (M.ma) e de fêmeas (M.fe) adultos de Feira de Santana.

O teor elevado de **Ca** em amostras de fêmeas pode estar relacionado com as sucessivas gestações e lactações, considerando que a maioria das fêmeas são disponibilizada para o abate com idade avançada.

Estudos em músculo de bovinos machos e fêmeas realizados por Jukna *et al.* (2006) foi constatado para **Cu** maior teor em fêmeas, enquanto para **Cd**, **Cr**, **Pb** valores foram similares, por outro lado o **Mn** e **Zn** os teores foram maiores em músculo de bovinos machos. Miranda *et al.* (2003) observaram em tecido muscular teores de **Zn** superiores em fêmeas quando comparado com bovinos machos adultos. López-Alonso *et al.* (2000a) avaliaram músculo de bovinos jovens e não encontraram diferença significativa nos teores de **Cd**, **Pb**, **Cu** e **Zn** entre machos e fêmeas.

3.C 1 b - TECIDO RENAL

Os macroelementos das amostras de rim de bovino, tanto em tecidos de macho como de fêmea, seguiram um mesmo padrão de perfil de distribuição. Os elementos **K** e **P** apresentaram os teores próximos entre si e foram os mais elevados, quando comparados aos demais, em seguida o **Na** com teor relativamente menor e então os elementos **Fe**, **Ca** e **Mg** bem mais baixo (Fig.18).

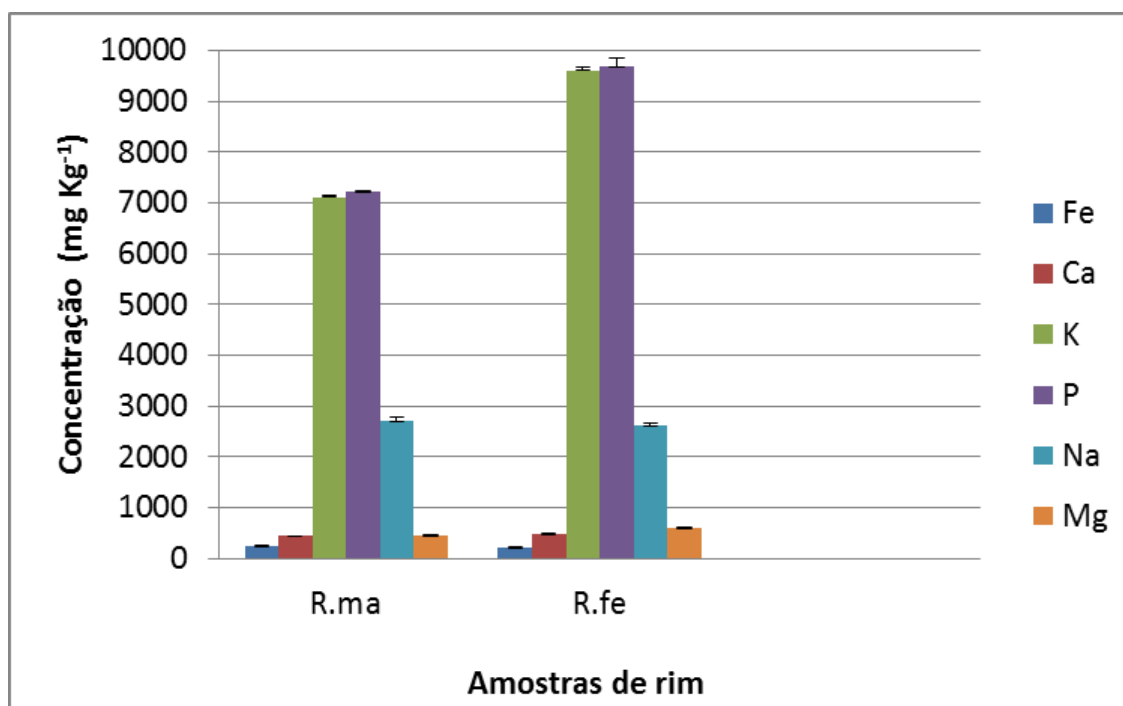


Figura 18. - Macroelementos em amostras de tecido renal de bovino macho (R.ma) e de fêmea (R.fe) adultos de Feira de Santana.

No entanto, quando o gênero do bovino é comparado, os teores dos macro_ elementos **K**, **P** e **Mg** das amostras de rins de fêmea apresentaram-se mais elevados. Aparentemente, os valores para **Ca** e **Na** foram similares entre os gêneros, enquanto o **Fe** foi maior em tecido renal de macho (Fig.18)

Nas amostras de rim de bovinos foi o **Mn** que apresentou teor mais elevado em tecidos de bovinos machos, enquanto o **Cd** foi encontrado apenas em tecido renal de fêmeas (Fig.18.1), já o **Cu** apresentou valores similares, enquanto o **Zn** apresentou teor mais elevado nas amostras de fêmeas.

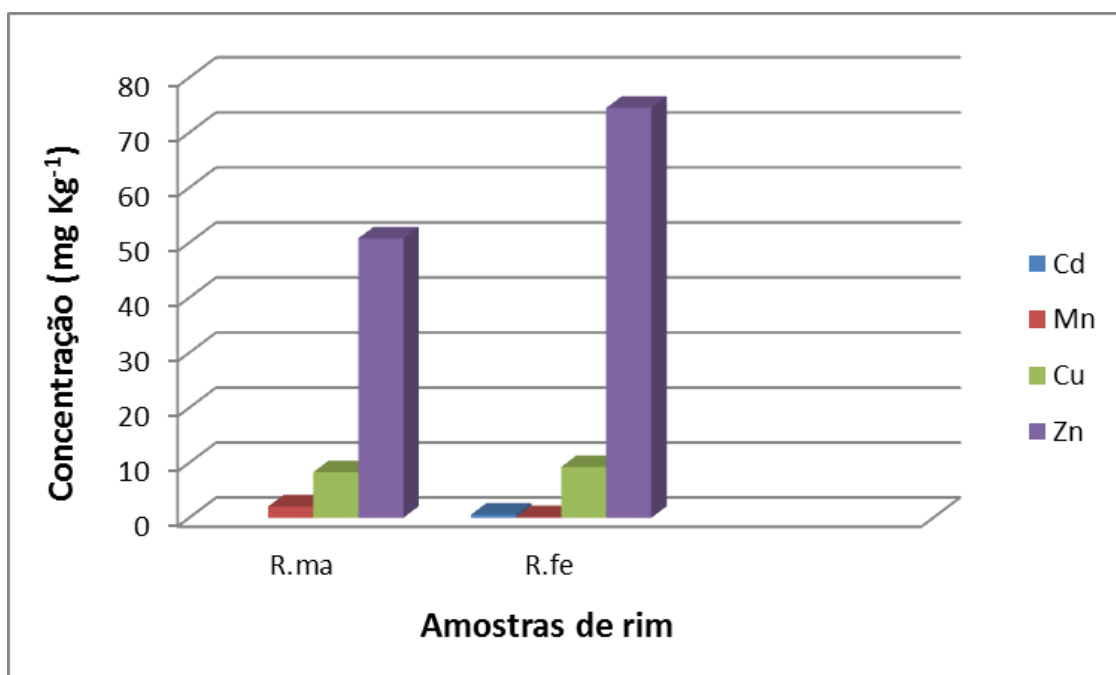


Figura 18.1 - Microelementos em amostras de tecido renal de bovino macho (R.ma) e de fêmea (R.fe) adultos de Feira de Santana.

Trabalhos com tecido renal de bovinos machos e fêmeas realizados por Jukna *et al.* (2006) foram observados maiores teores de **Cd**, **Pb**, **Cu** e **Zn** em fêmeas, enquanto o **Mn** o teor foi maior em rim de bovinos machos. Miranda *et Adelmo Ferreira de Santana*

al. (2003) observaram em tecido renal teores de **Zn** superiores em fêmeas quando comparado com bovinos machos adultos. López-Alonso *et al.* (2000a) estudaram tecido renal de bovinos jovens e não encontraram diferença significativa nos teores de **Cd**, **Pb**, **Cu** e **Zn** entre machos e fêmeas.

3.C 1 c - TECIDO HEPÁTICO

Nas amostras de tecido de fígado de bovino investigadas, o perfil de macro elementos de ambos os gêneros, macho e fêmea, seguiram um mesmo padrão de distribuição. No entanto, os teores de todos os macroelementos das amostras de fêmeas foram mais elevados quando comparados aos de macho (Fig.19 e tabela 20 (Anexo 2)).

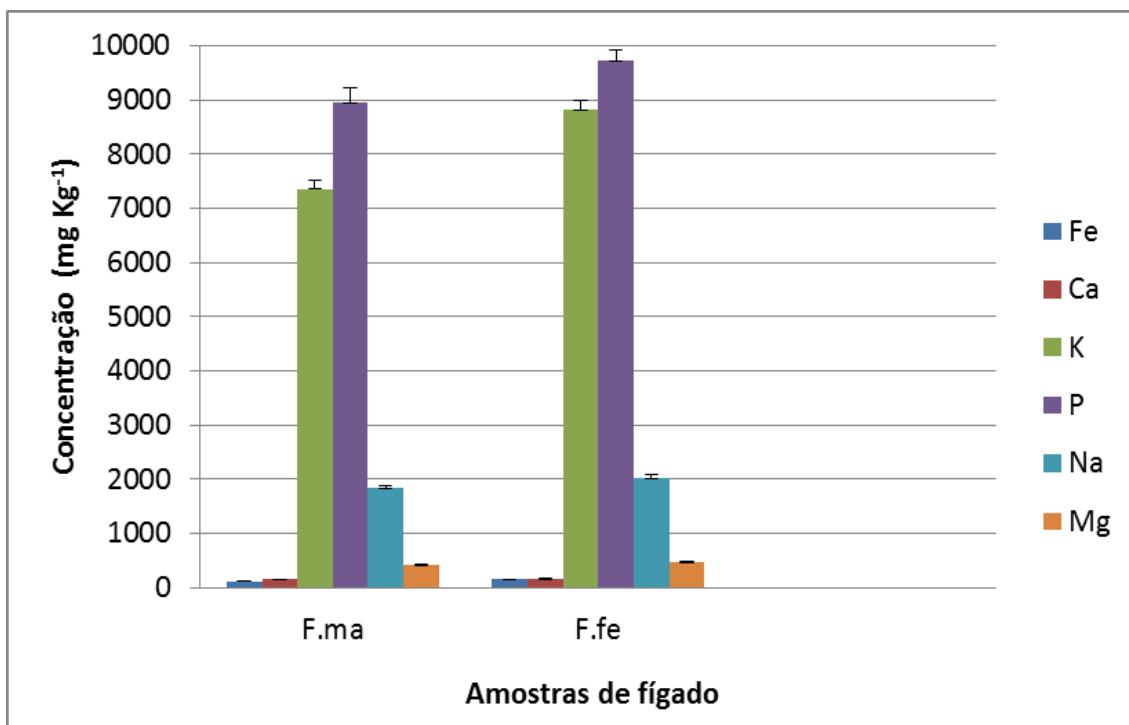


Figura 19. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovino macho (F.ma) e de fêmea (F.fe) adultos de Feira de Santana.

Os microelementos **Mn** e **Zn** observados no tecido hepático de machos bovinos apresentaram teores mais elevados que aqueles observados na de fêmeas, exceto para o **Cu** cujo teor foi mais elevado nas amostras de fêmeas (Fig.19.1 e tabela 27 (Anexo 2)).

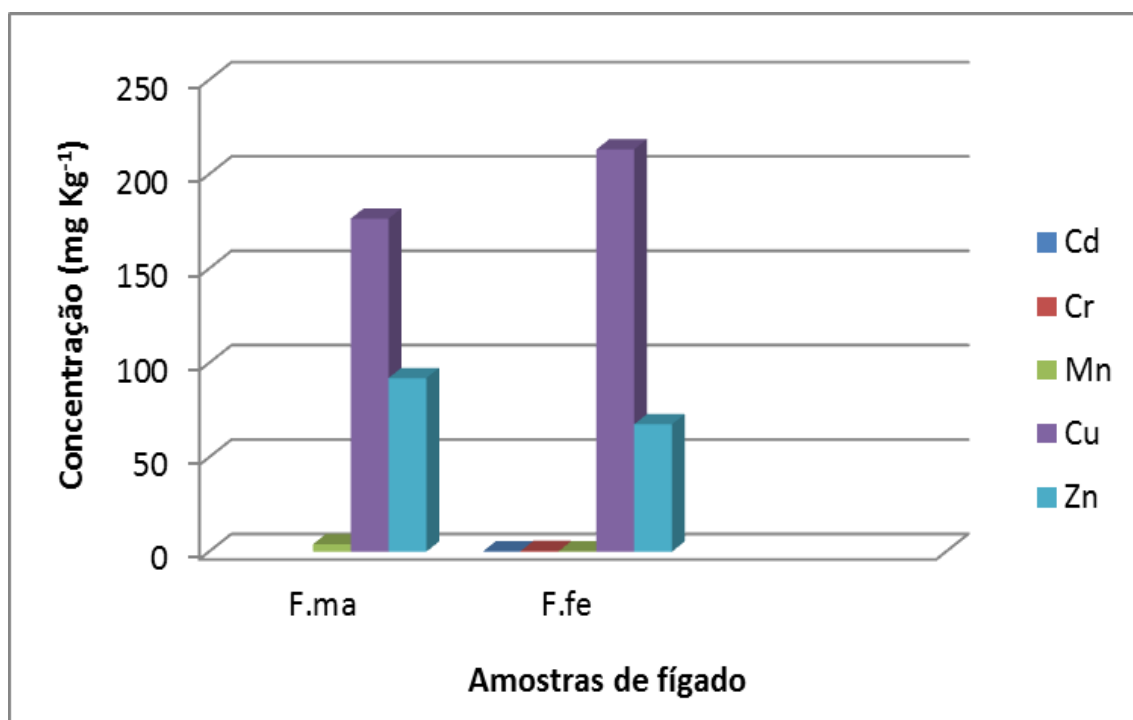


Figura 19.1 - Microelementos (**Cd**, **Mn**, **Cu** e **Zn**) em amostras de tecido hepático de bovino macho (M.ma, R.ma e F.ma) e de fêmea (M.fe, R.fe e F.fe) .

Jukna *et al.* (2006) em estudo com tecido hepático bovino observaram maiores teores de **Cr**, **Pb**, **Mn** e **Zn** em fêmeas, enquanto para **Cd** e **Cu** os teores foram maiores em fígado de bovinos machos. Miranda *et al.* (2005) observaram em tecido hepático teores de **Zn** superiores em fêmeas quando comparado com bovinos machos adultos.

López-Alonso *et al.* (2000a) estudaram em tecido hepático de bovinos jovens e não encontraram diferença significativa nos teores de **Cd**, **Pb**, **Cu** e **Zn** entre machos e fêmeas.

De um modo geral, este estudo, mostrou que na maioria dos tecidos investigados, as fêmeas bovinas apresentaram maiores teores de macroelementos quando comparados com tecidos de bovinos machos. As

fêmeas bovinas apresentaram maiores teores **Fe**, **K**, **P** e **Na** em tecido hepático; de **K**, **P**, e **Mg** em tecido renal e de **Ca** e **Na** no tecido muscular, o que pode ser devido ao metabolismo deferente que a fêmea apresenta. Enquanto resultados similares entre bovino macho e fêmea foram observados para **Fe**, **K**, **P** e **Mg** em tecido muscular, **Ca** e **Na** no tecido renal e **Ca** no tecido hepático.

Os resultados deste estudo demonstraram que as fêmeas apresentam maiores concentrações de macrossubstâncias, tais como **Ca** e **P** que estão associados com a gestação e lactação.

3.C 2 - ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE IDADE NA ABSORÇÃO DE METAIS EM BOVINOS

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados dos estudos dos macroelementos **Fe, Ca, Mg, K, P e Na** e micro elementos **Cd, Cr, Mn, Cu e Zn** encontrados em tecidos de bovino adulto e de bovino jovem, a fim de investigar e avaliar a influência da idade na absorção de macro e microelementos (Tabelas 28 e 29, anexo 2).

De um modo geral, o padrão do perfil de distribuição de macro e micro elementos dos diferentes tecidos (músculo, rins e fígado) não apresentou diferença significativa com relação a idade (jovem e adulto) do bovino (Figs. 20 e 21).

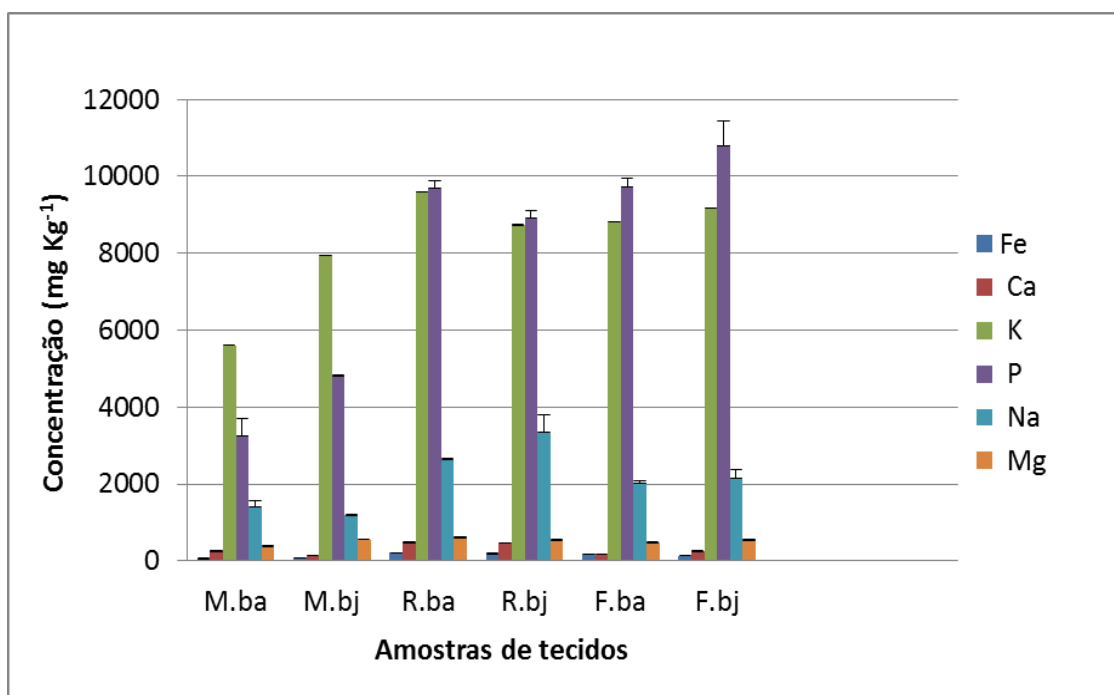


Figura 20. Macroelementos em amostras de músculo, rim e fígado de bovinos adultos (M.ba, R.ba e F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj, R.bj e F.bj) de Rafael Jambeiro.

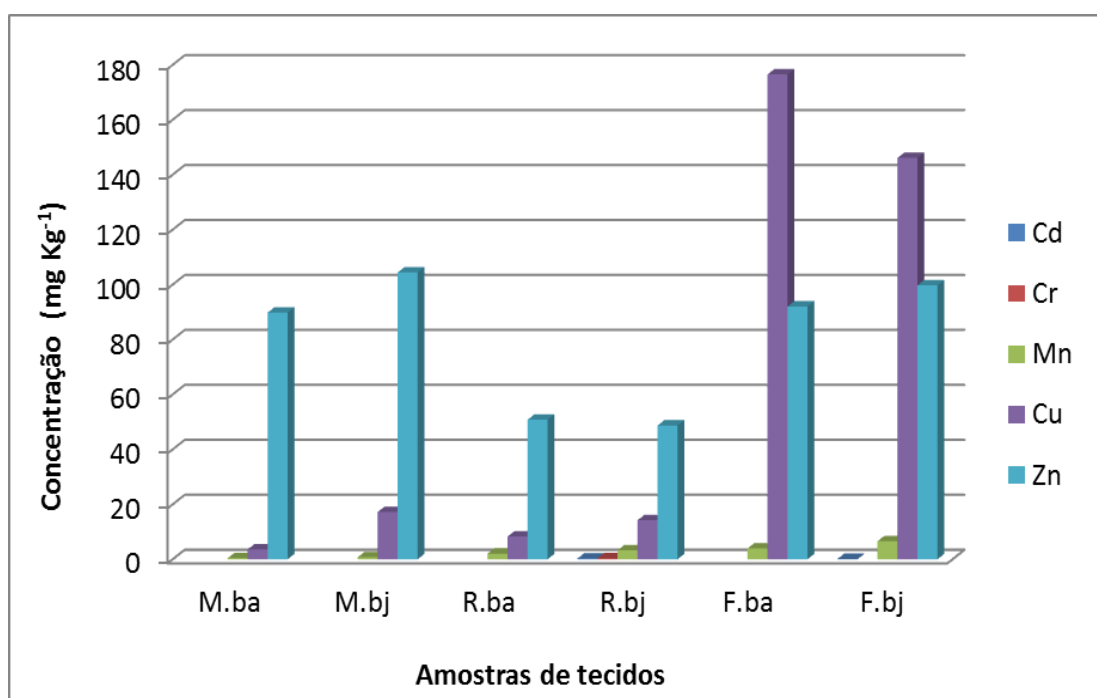


Figura 21. Microelementos em amostras de músculo, rim e fígado de bovinos adultos (M.ba, R.ba e F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj, R.bj e F.bj) de Rafael Jambeiro.

3.C 2 a - TECIDO MUSCULAR

Na distribuição dos macro elementos em tecido muscular de bovinos adultos e jovens, os maiores teores de **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** foram observados em bovinos jovens, o que pode indicar uma capacidade de mobilização desses macroelementos por parte dos animais jovens (Fig.22).

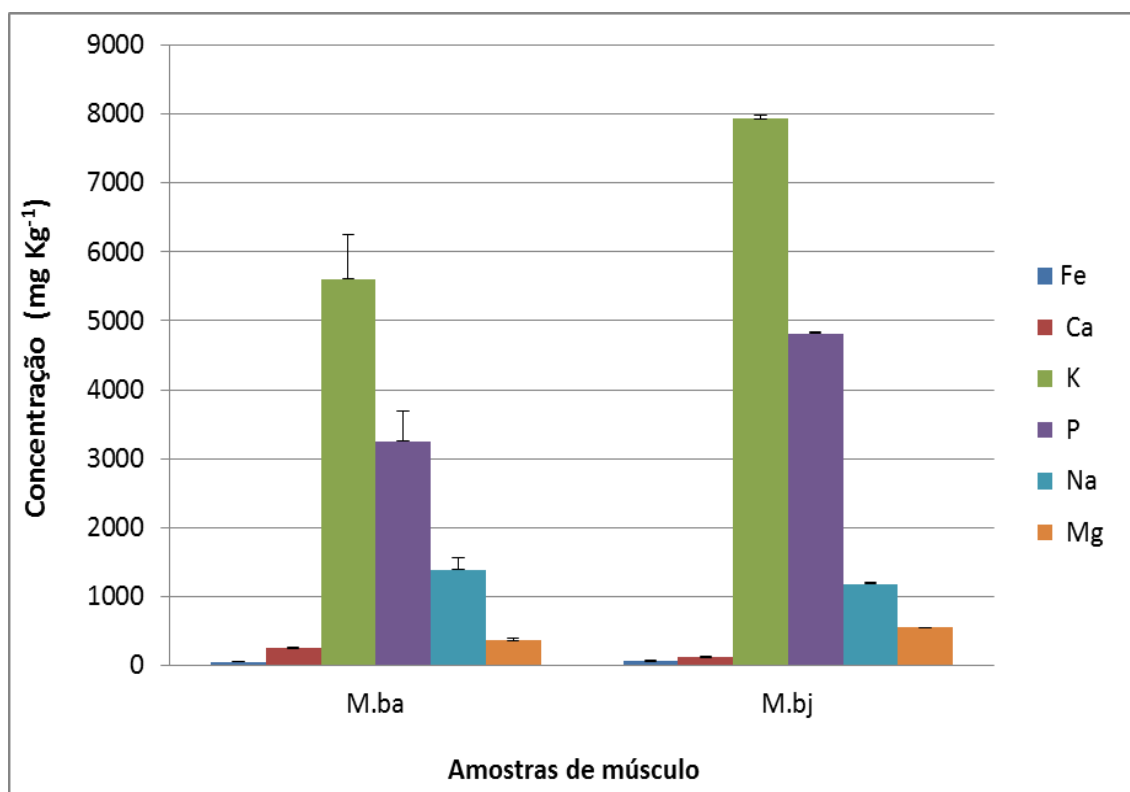


Figura 22. Macroelementos em amostras de músculos de bovinos adultos (M.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj) de Rafael Jambeiro.

Quanto aos microelementos investigados nas amostras de tecido muscular de bovinos adultos e jovens, foi observado que os teores de **Cd**, **Cr**,

Mn e Zn foram maiores em bovinos jovens (Fig.23). Enquanto o **Cu** os teores foram maiores em tecido muscular e renal de bovinos jovens, enquanto no tecido hepático foi maior em bovinos adultos.

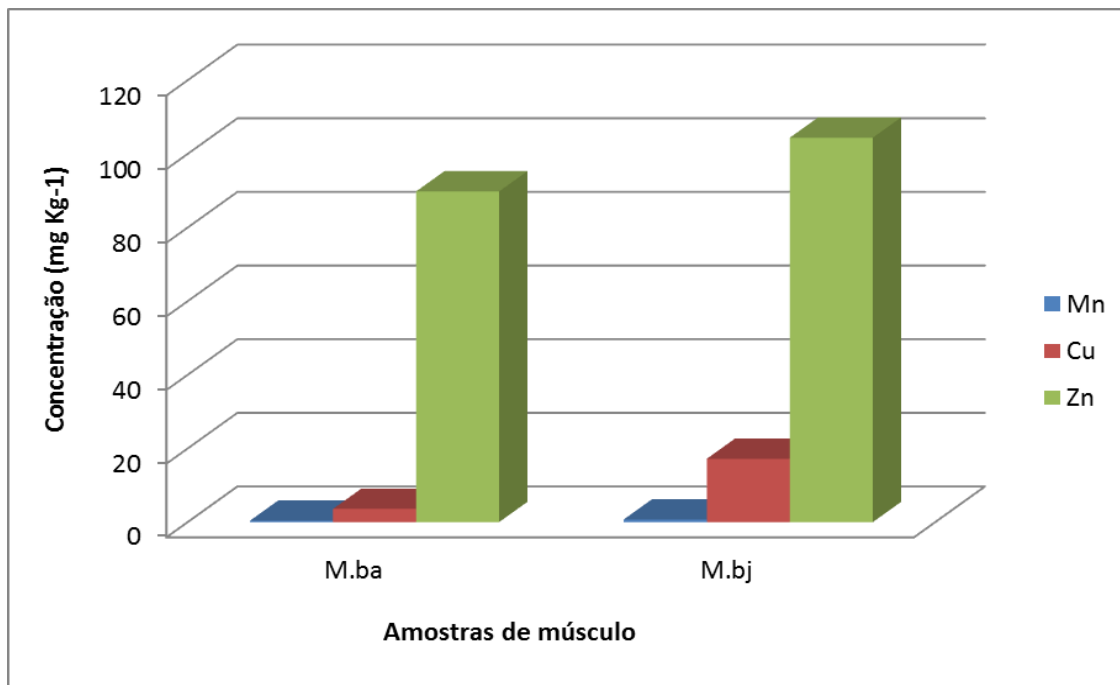


Figura 23. Microelementos (**Mn Cu e Zn**) em amostras de músculo de bovinos adultos (M.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (M.bj) de Rafael Jambeiro.

Camargo e colaboradores (2008) encontraram teores de **Fe, Ca, K, P, Na e Mg** em tecido muscular valores similares entre bovinos de diferentes idades, enquanto para **Mn e Zn** os valores foram maiores para bovinos jovens, já o **Cu** em tecido muscular apresentou teor mais elevado em bovinos adultos.

Nos estudos realizados por López-Alonso *et al.* (2000a) observaram em tecido muscular bovino maiores valores para **Cd, Pb, Cu e Zn** em animais adultos, quando comparado com animais jovens. Pesquisa desenvolvida por López-Alonso e colaboradores (2000b) observaram em tecido muscular bovino

valores para **Pb**, **Cu** e **Zn** maiores para bovinos adultos, quando comparados com animais jovens.

3.C 2 b - TECIDO RENAL

A maioria dos macroelementos (**K**, **P**, **Na** e **Mg**) investigados nas amostras de rim de bovinos adultos e jovens, quando comparados, apresentaram teores mais elevados em amostras de bovinos jovens exceto o teor de **Ca** que não apresentou diferença significativa entre as diferentes categorias e o teor de **Fe** que se apresentou maior em tecido renal de bovinos adultos (Fig.24)

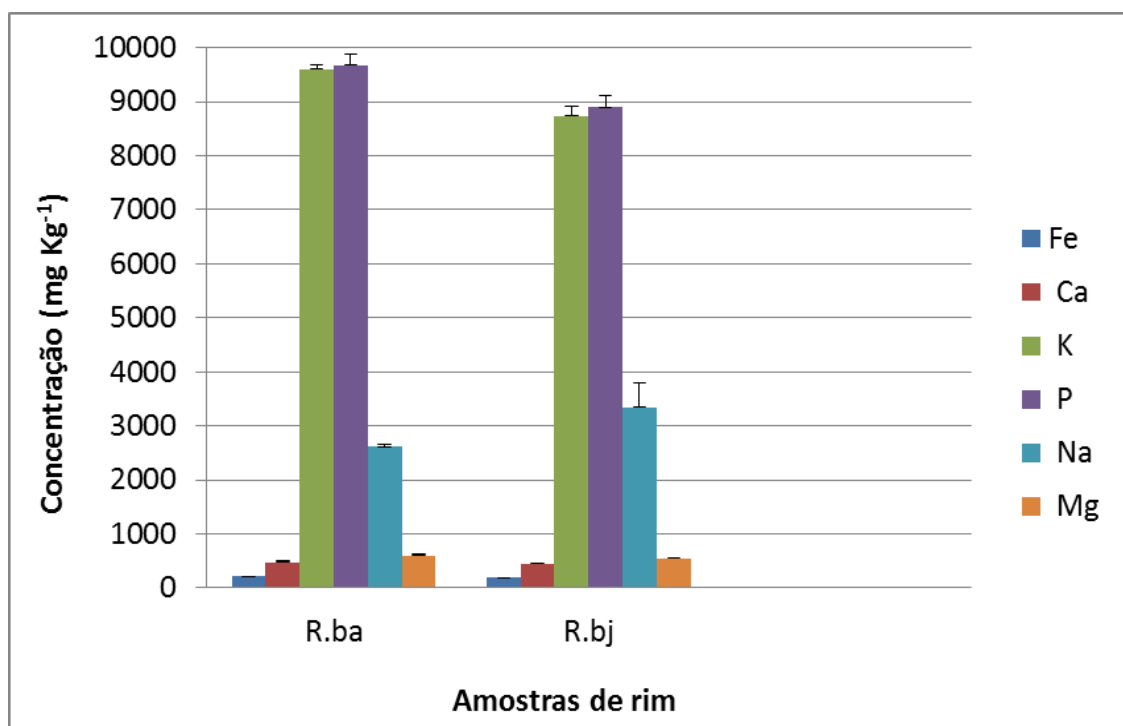


Figura 24. Macroelementos em amostras de tecido renal de bovinos adultos (R.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (R.bj) de Rafael Jambeiro.

Todos os microelementos, **Cd**, **Cr** e **Mn**, **Cu** e **Zn**, observados nas amostras de tecido renal de bovinos adultos e jovens analisadas neste estudo apresentaram teores mais elevados em tecido de bovinos jovens (Fig.25).

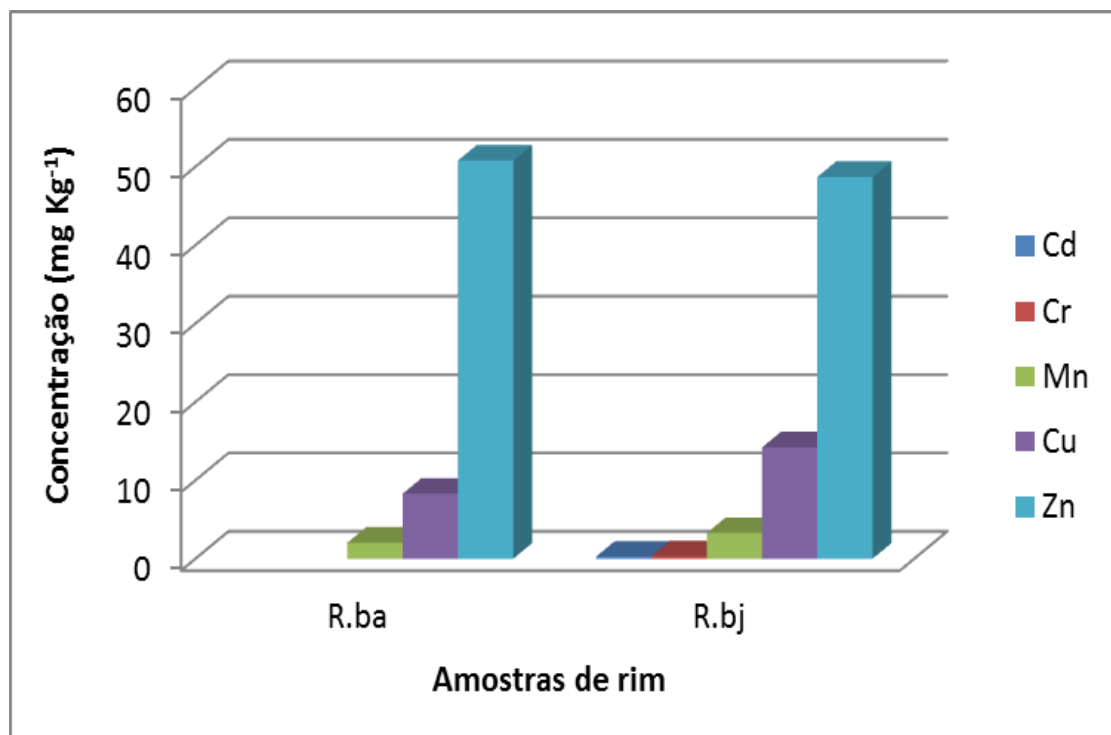


Figura 25. Microelementos (**Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn**) em amostras de tecido renal de bovinos adultos (R.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (R.bj) de Rafael Jambeiro.

Nos estudos realizados por López-Alonso *et al.* (2000a) foram observados em tecido renal bovino valores para **Cd**, **Pb** e **Zn** maiores para bovinos adultos quando comparado com animais jovens, enquanto o **Cu** apresentou valor mais elevado em tecido de animais jovens. Pesquisa desenvolvida por López-Alonso e colaboradores (2000b) mostrou em tecido renal bovino valores para **Pb** e **Zn** maiores para bovinos adultos quando

comparado com animais jovens, enquanto o Cu apresentou maior teor em animais jovens.

3.C 2 c - TECIDO HEPÁTICO

Nas amostras de tecido de fígado de bovino investigadas os macroelementos **K**, **P**, **Na** e **Mg** mostraram maiores teores em tecidos de bovinos jovens, enquanto **Fe** mostrou teor similar, por outro lado, o teor de **Ca** foi maior em amostras de fígado de bovinos adultos (Fig.24; tabela 28 Anexo 2).

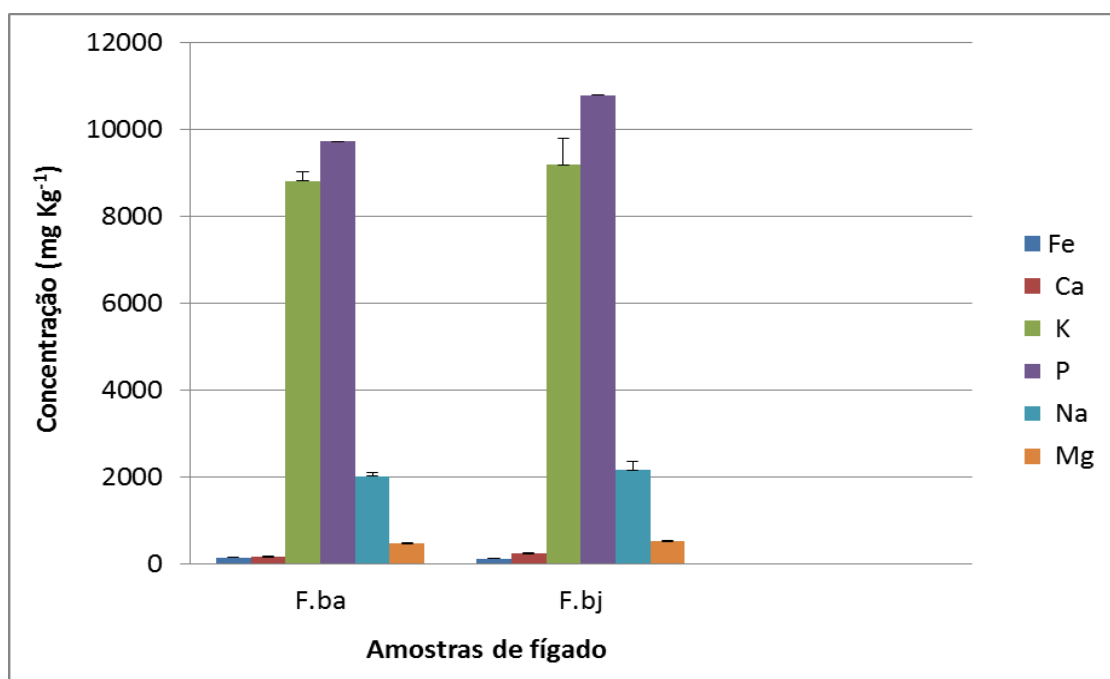


Figura 26. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos adultos (F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (F.bj) de Rafael Jambeiro.

Todos os microelementos, **Cd**, **Mn**, **Cu** e **Zn**, observados nas amostras de tecido hepático de bovinos adultos e jovens analisadas neste estudo apresentaram teores de **Cu** mais elevados em tecido de bovinos adultos, enquanto os teores de Cd e Mn foram maiores em amostras de bovinos jovens (Fig.27).

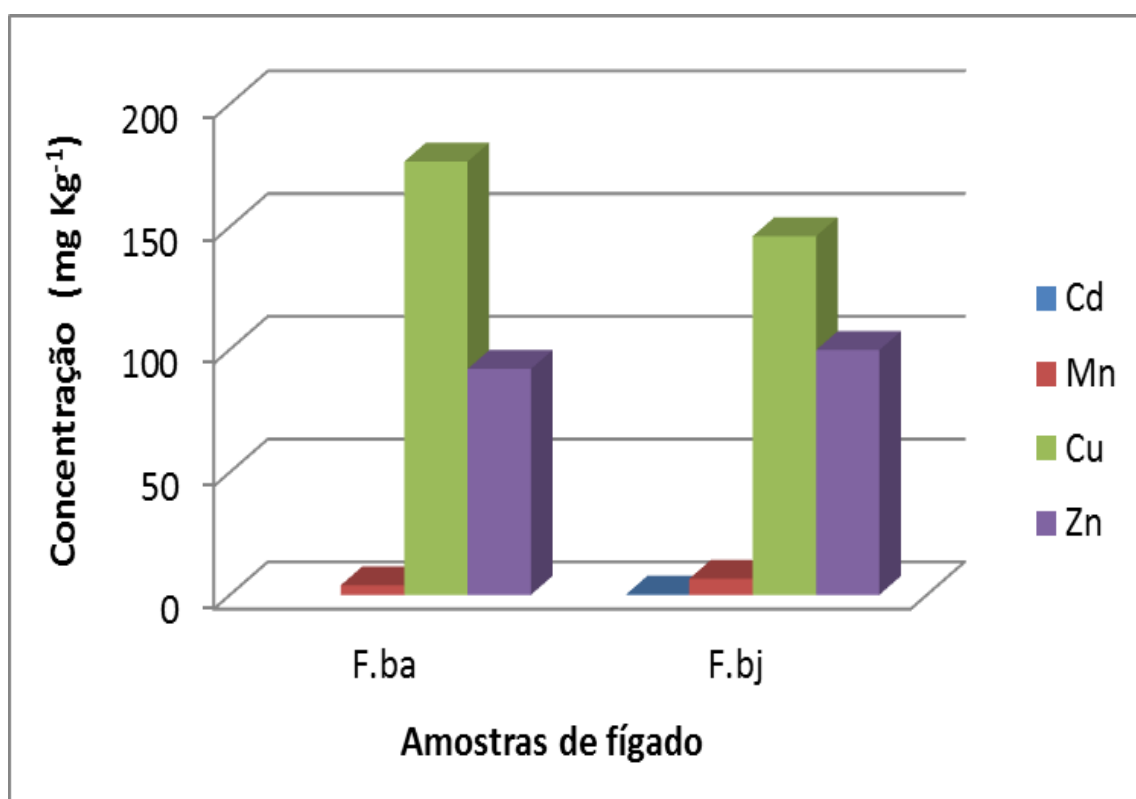


Figura 27. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos adultos (F.ba) de Feira de Santana e bovinos jovens (F.bj) de Rafael Jambeiro.

Em estudos desenvolvidos por López-Alonso *et al.* (2000a e 2000b) foram observados em tecido hepático bovino valores para **Cd**, **Pb** e **Zn** em animais adultos superiores quando comparados com animais jovens. No

entanto, Puschner *et al.* (2004) encontraram valores para **Zn** em fígado de bovinos adultos e jovens e concluíram que os teores foram maiores em bovinos jovens, e a medida que aumentava a idade foi observado redução do teor desse microelemento.

3. D - ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HABITAT NA ABSORÇÃO DE METAIS EM TECIDOS BOVINOS

Neste item serão apresentados, comparados e discutidos os resultados dos estudos dos macroelementos e microelementos investigados em amostras de tecidos de músculo, de fígado e de rim de bovinos levando em considerando os habitats.

3.D 1- BOVINOS JOVENS DAS REGIÕES DE RUY BARBOSA E DE RAFAEL JAMBEIRO

Amostras de tecido muscular, renal e hepático provenientes de bovino jovens de duas diferentes localidade, regiões de Ruy Barbosa e de Rafael Jambeiro, foram investigadas e os resultados obtidos para os macro elementos **Fe, Ca, Mg, K, P e Na** e os micro elementos **Cd, Cr, Mn, Cu e Zn** encontrados estão mostrados na figura 28 e 29 e nas tabelas 30 e 31 (Anexo 2).

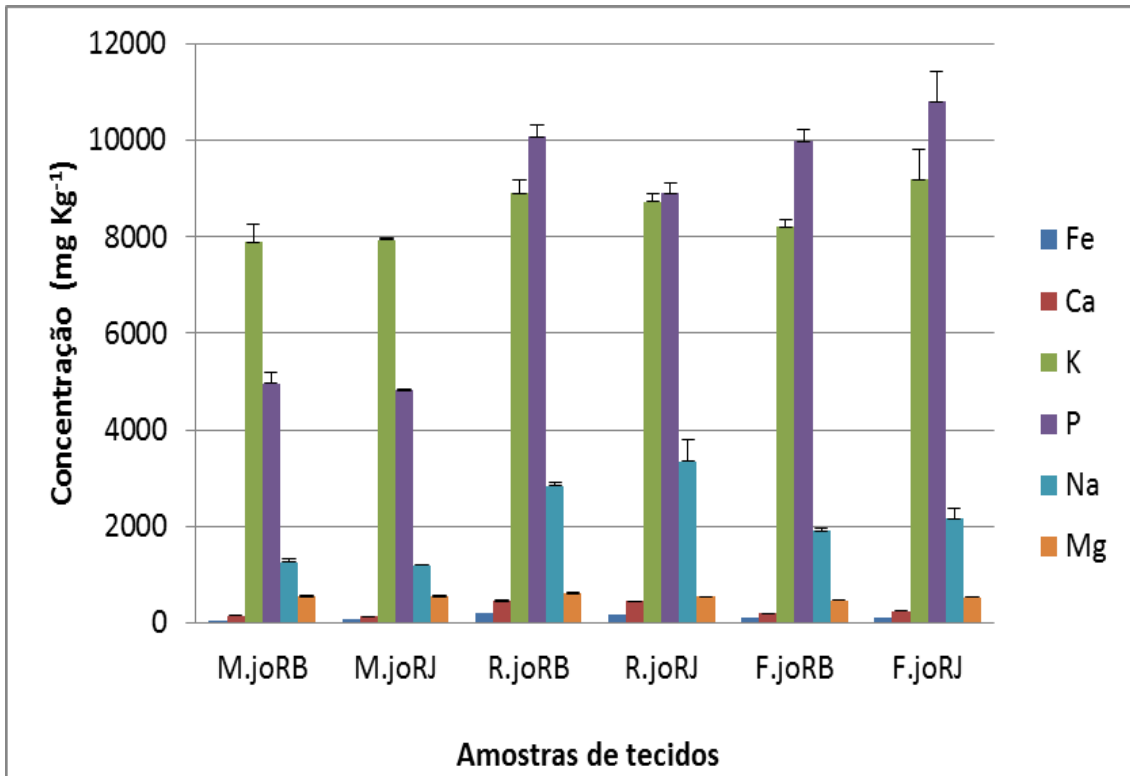


Figura 28. Macroelementos em amostras de tecidos de bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro.

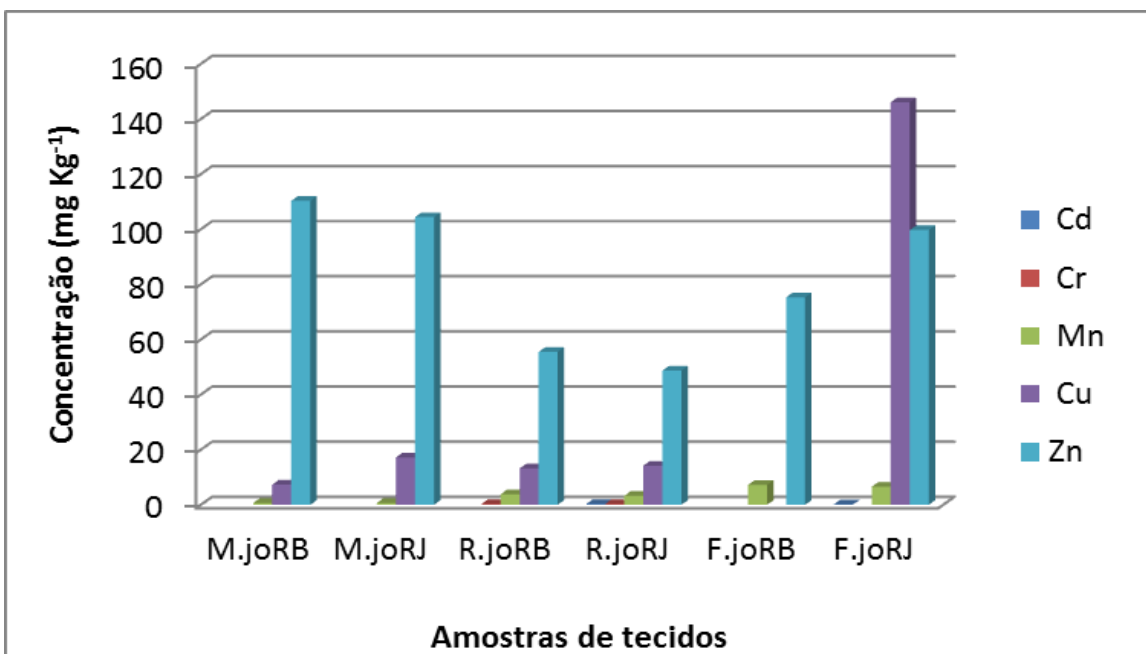


Figura 29. Microelementos em amostras de tecidos de bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro.

3.D 1a - TECIDO MUSCULAR DE BOVINOS JOVENS

As amostras de músculo de bovinos jovens investigadas de diferentes localidades, não apresentaram diferença significativa nos valores para todos os macroelementos exceto para o **Ca** que apresentou teor cerca de 20% superior em bovinos de Ruy Barbosa (Fig. 30).

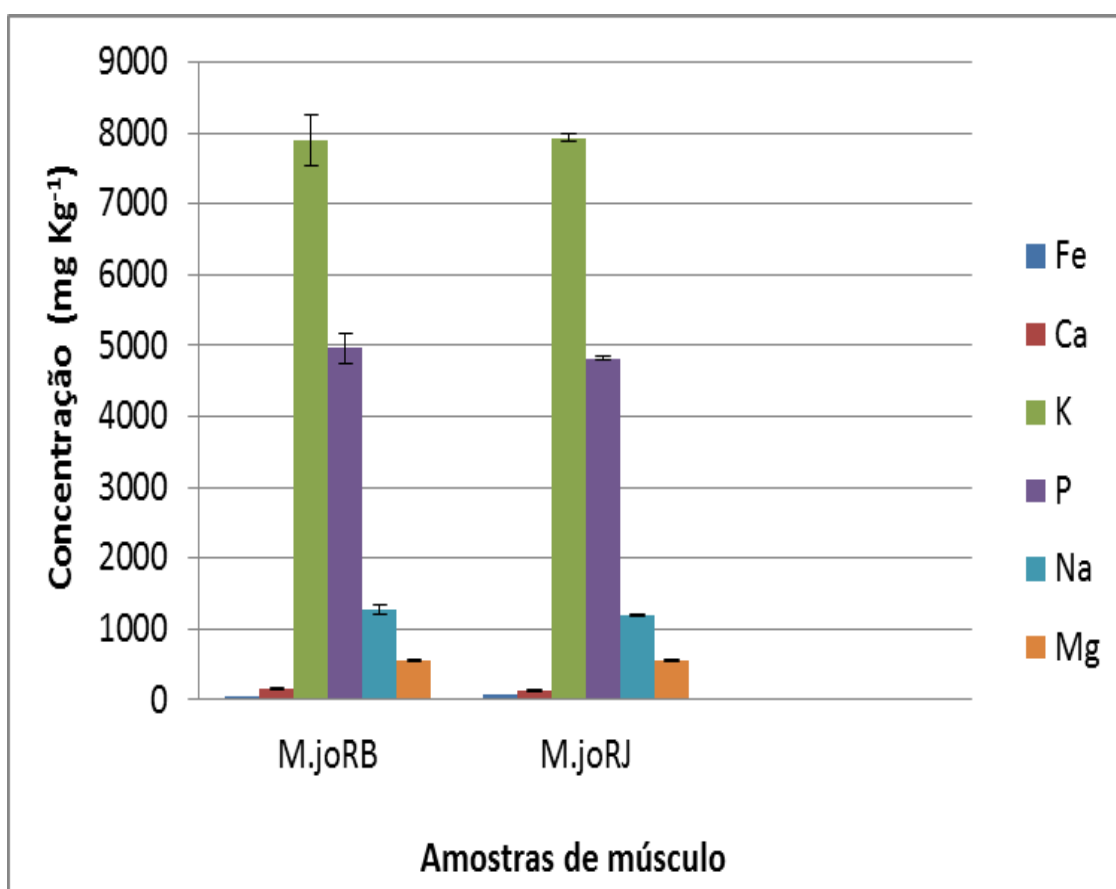


Figura 30. Macroelementos em músculo de bovinos jovens de Ruy Barbosa (M.joRB) e Rafael Jambeiro (M.joRJ).

Camargo e colaboradores (2008) investigaram tecido muscular de bovinos jovens e observaram teores superiores para **Fe**, **K**, **P** e **Mg** enquanto para **Ca** foi de 20,7 mg Kg⁻¹, sendo inferior aos obtidos no presente estudo.

Embora os microelementos **Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn** tenham sido investigados nas amostras de músculo de bovino jovens das duas regiões, somente **Mn**, **Cu** e **Zn**, foram detectados, sendo que não houve diferença significativa para o **Mn** entre as amostras das duas localidades, o **Zn** se destacou nas amostras de Rui Barbosa, enquanto o **Cu** apresentou teor mais elevado na amostra de Rafael Jambeiro (Fig.31). Os micro elementos **Cr** e **Cd** se apresentaram abaixo do limite quantificação do equipamento (Tabela 31)

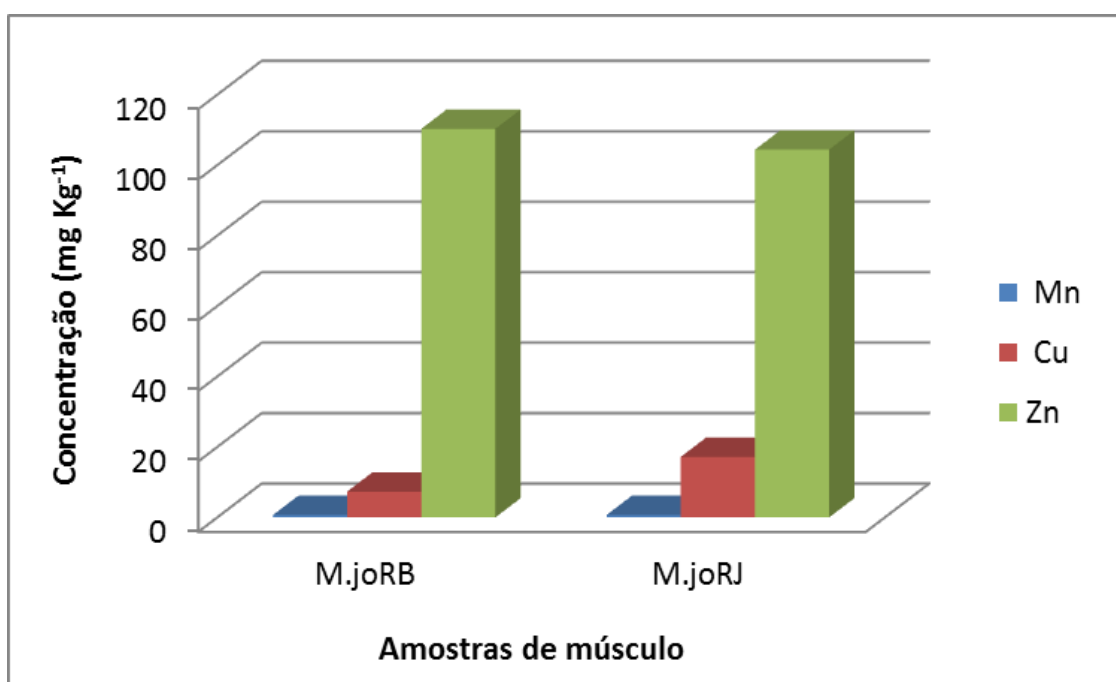


Figura 31. Microelementos **Cd**, **Cr** e **Mn** em músculo de bovinos jovens de Rui Barbosa (M.joRB) e Rafael Jambeiro (M.joRJ).

Miranda *et al.* (2005) analisaram tecido muscular de bovinos jovens de regiões distintas e observaram maiores teores de **Cd** e **Pb** em amostras procedentes de região com alto índice de industrialização, enquanto para **Fe**, **Mn**, **Cu** e **Zn** os resultados foram similares para região rural e industrializada.

3.D 1b - TECIDO RENAL DE BOVINOS JOVENS

A maioria dos macromelementos das amostras de rim de bovinos jovens investigadas não apresentou diferença significativa entre as duas localidades, com exceção de **Fe** e **P** que apresentaram valores superiores em amostras Ruy Barbosa. Enquanto o **Na** foi superior em amostras de Rafael Jambeiro (Fig. 32).

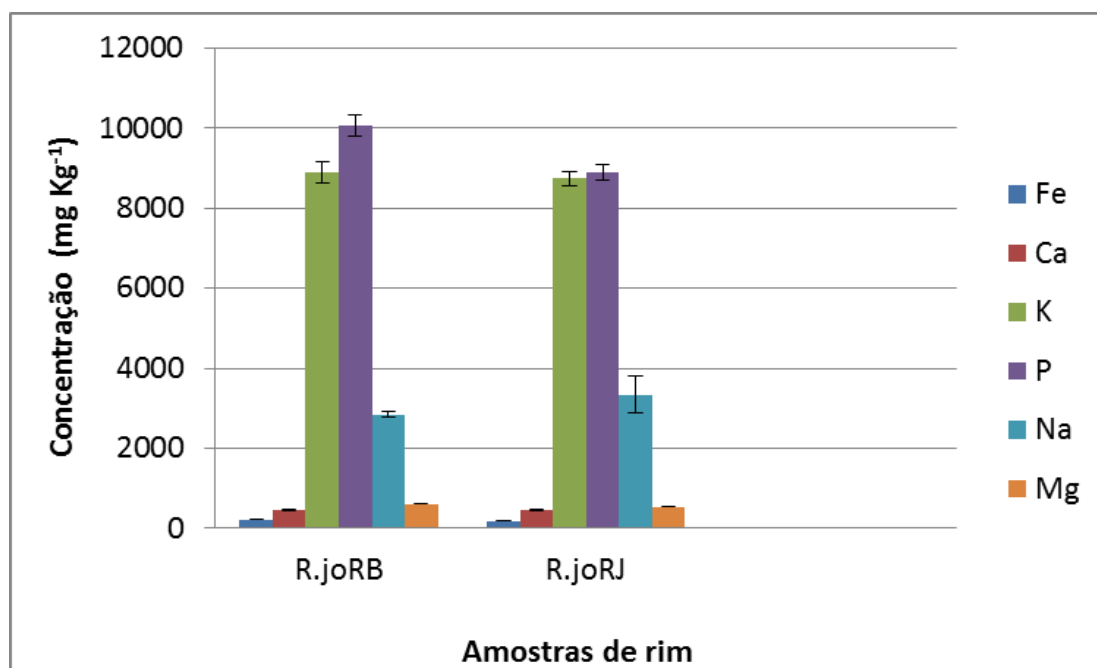


Figura 32. Macroelementos em amostras tecido renal de bovinos jovens de Ruy Barbosa (R.joRB) e Rafael Jambeiro (R.joRJ).

Quanto aos micro elementos nas amostras investigadas de rim de bovinos jovens o teor de **Zn** foi superior em amostras de bovinos jovens de Ruy Barbosa. Enquanto o **Cd** foi observado apenas em amostras de rim de bovinos jovens Rafael Jambeiro, já o **Cr**, **Mn** e **Cu** apresentaram valores similares nas amostras analisadas (Fig 33).

Em estudos realizados por Miranda e colaboradores (2005), em amostras de tecido renal de bovinos jovens de região rural e industrializada, foram observados maiores teores de **Cd** e **Pb** em amostras de região industrializada. No entanto, os teores de **Fe**, **Mn**, **Cu** e **Zn** apresentaram resultados similares para as duas regiões estudadas. Blanco-Penedo *et al.*(2006) encontraram em amostras de rim de bovinos jovens valores para **Cu**, **Mn** e **Zn** de 4,61, 1,19 e 25,9 mg Kg⁻¹, sendo inferiores aos valores médios encontrados no presente estudo.

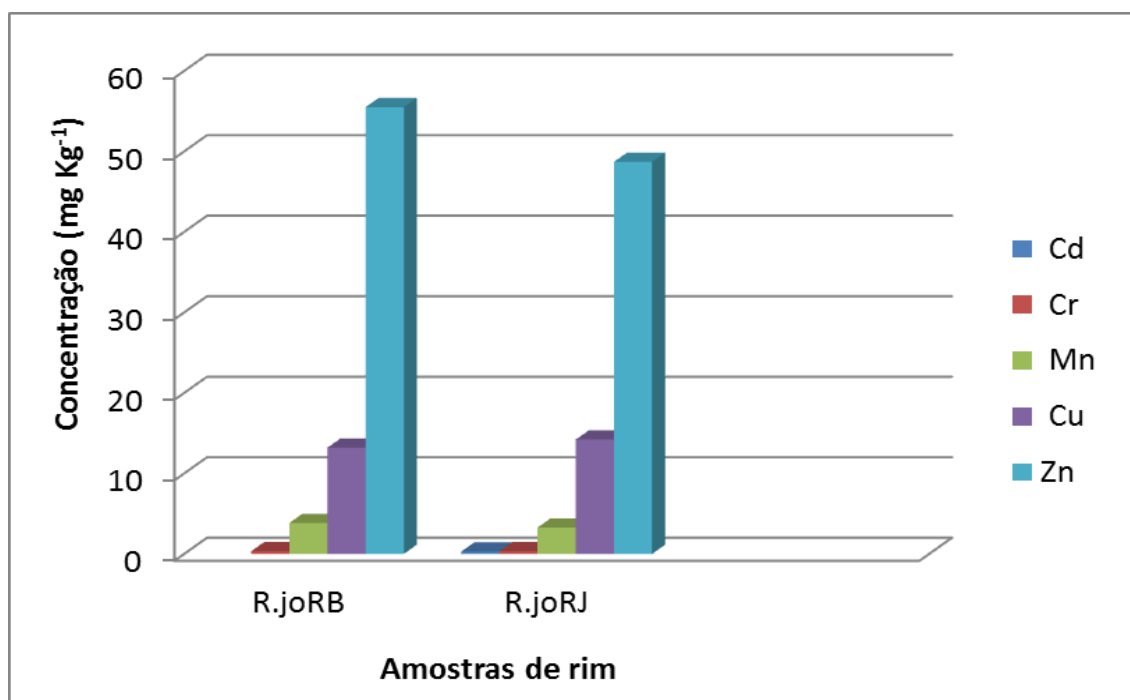


Figura 33. Microelementos (**Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn**) em amostras de tecidos renal bovinos jovens de Ruy Barbosa (R.joRB) e Rafael Jambeiro (R.joRJ).

3.D 1c - TECIDO HEPÁTICO DE BOVINOS JOVENS

Os macro elementos investigados nas amostras de fígado de bovinos jovens, provenientes das diferentes localidades, **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** foram superiores em tecido hepático de bovino de Rafael Jambeiro quando comparados com as amostras de Ruy Barbosa (Fig.34, tabela 30; anexo 2).

Quanto aos microelementos, nas amostras de fígado de bovinos jovens avaliadas o teor de **Mn** encontrado foi similar nas amostras de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro, enquanto que o **Cu** e **Zn** apresentaram maiores teores nas amostras de Rafael Jambeiro, já o **Cd** foi observado apenas nas amostras de Rafael Jambeiro (Fig.35).

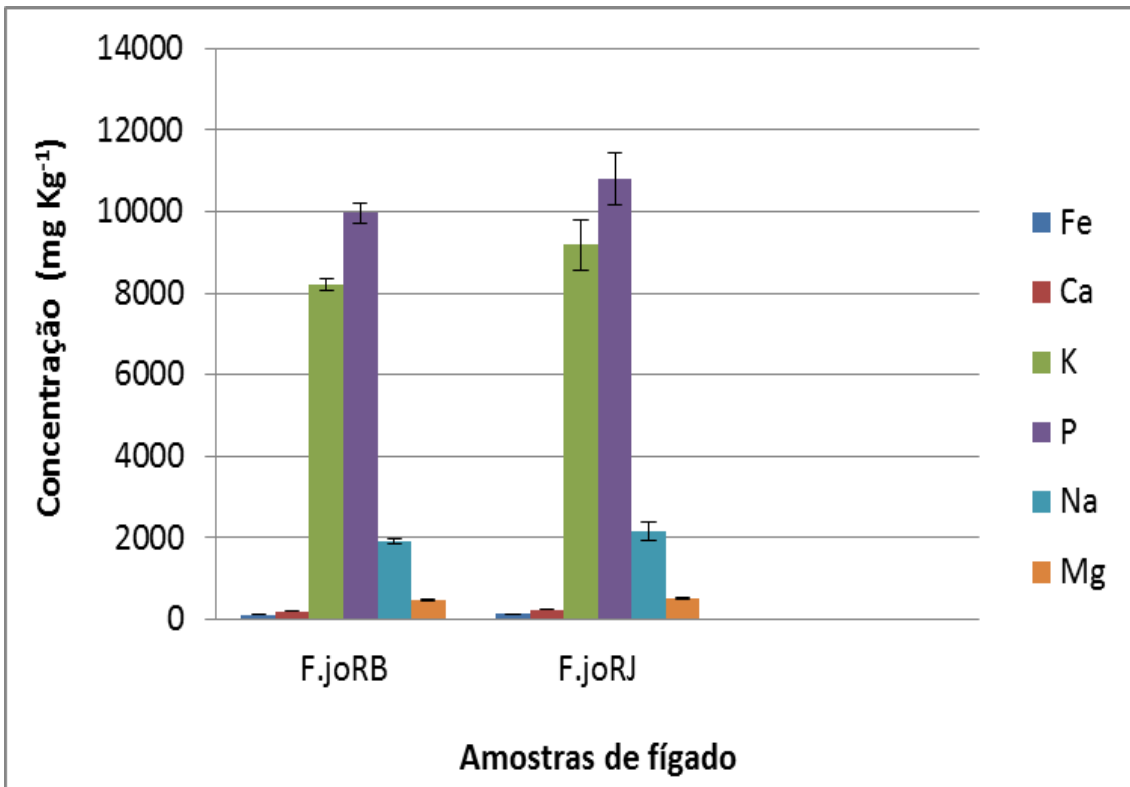


Figura 34. Macroelementos em amostras de tecido hepático de bovinos jovens de Ruy Barbosa (F.joRB) e Rafael Jambeiro (F.joRj).

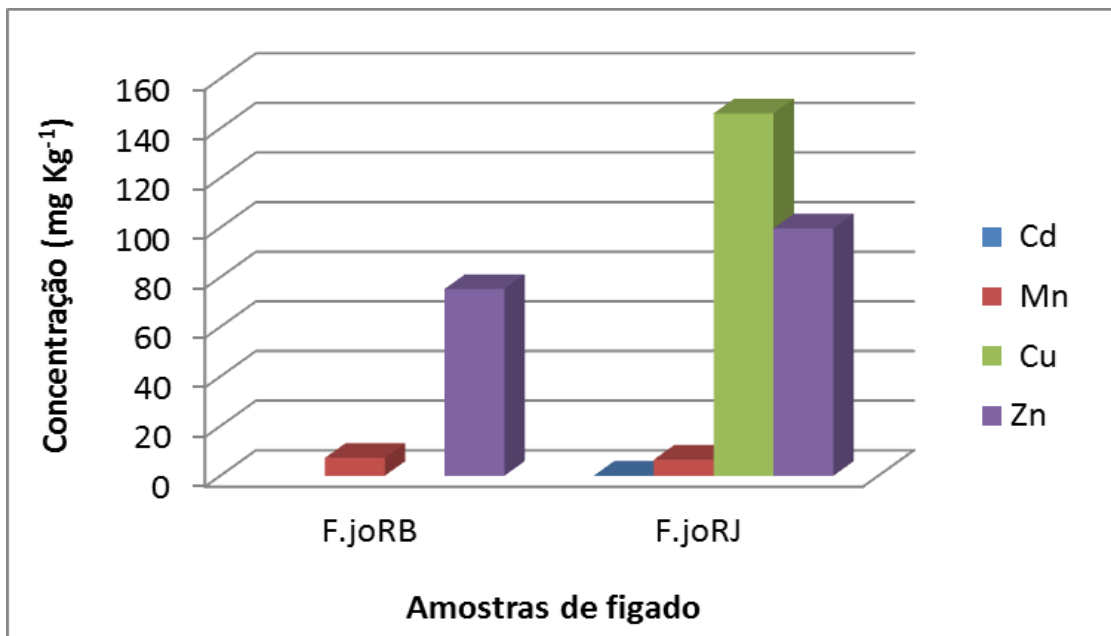


Figura 35. Microelementos em amostras de tecido hepático de bovinos jovens de Ruy Barbosa (F.joRB) e Rafael Jambeiro (F.joRj).

Miranda e colaboradores (2005) desenvolveram estudos em amostras de tecido hepático de bovinos jovens de região rural e industrializada e observaram maiores teores de **Cd** e **Pb** em amostras de região industrializada, enquanto **Mn**, **Cu** e **Zn** apresentaram maiores teores em região rural. Já para o **Fe** os teores foram similares em bovinos jovens de área rural e industrializada. Em tecido hepático de bovinos jovens Zasadowski *et al.* (1999) observaram para **Cu** valor de 26,4 mg Kg⁻¹ superior e para o **Zn** valor de 41,3 mg Kg⁻¹ inferior ao teor médio encontrado neste estudo em bovinos jovens. Blanco-Penedo *et al.* (2006) encontraram em amostras de animais jovens valores de 89,6 mg Kg⁻¹ para **Cu** e para **Mn** e **Zn** teores de 3,4 e 54 mg Kg⁻¹, sendo inferiores ao valor médio encontrado neste estudo em tecido hepático de bovinos jovens.

A comercialização de sal mineralizado para o consumo animal no Brasil, representa uma parcela significativa do agronegócio. Por esse motivo, as indústrias produtoras e misturadoras, visando baixar custos, para ganhar concorrência e garantir mais vendas, utilizam fontes de matérias-primas escolhidas pelo preço mais acessível. Neste aspecto de preço e qualidade é que existe uma constante preocupação de técnicos voltados à saúde e produção animal, pois tem sido observada contaminação em formulações minerais por elementos tóxicos, sobretudo metais pesados e substâncias radioativas.

Em animais jovens de diferentes localidades os valores para **Cr** em tecido renal e hepático e **Mn** em tecido muscular, renal e hepático foram similares. Quanto ao **Zn** em tecido muscular e renal os valores também foram

similares, enquanto o **Cu** e **Zn** foram superiores em tecido hepático de bovinos de Ruy Barbosa e Rafael Jambeiro.

As diferentes concentrações de macromelementos e micro elementos apresentadas em tecido de bovino de Rafael Jambeiro e Ruy Barbosa podem estar relacionadas com a composição do solo das regiões estudadas, da poluição específica de cada localidade, além de que o uso de mistura mineral na suplementação pode não suprir às necessidades dos animais.

3.D 2 - BOVINOS MACHO ADULTOS DAS REGIÕES DE GUANAMBI E FEIRA DE SANTANA.

Amostras de tecidos de bovinos adultos de duas diferentes localidades, regiões de Guanambi e Feira de Santana, foram analisadas com o propósito de ser observada possível influência da localidade na absorção de elementos.

Os resultados obtidos para os macromelementos **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na** e os micro elementos **Mn**, **Cu** e **Zn** encontrados em amostras de músculo, rim e fígado de bovino macho das regiões de Guanambi e Feira de Santana estão mostrados na figura 36 e 37 e nas tabelas 32 e 33 (Anexo 2).

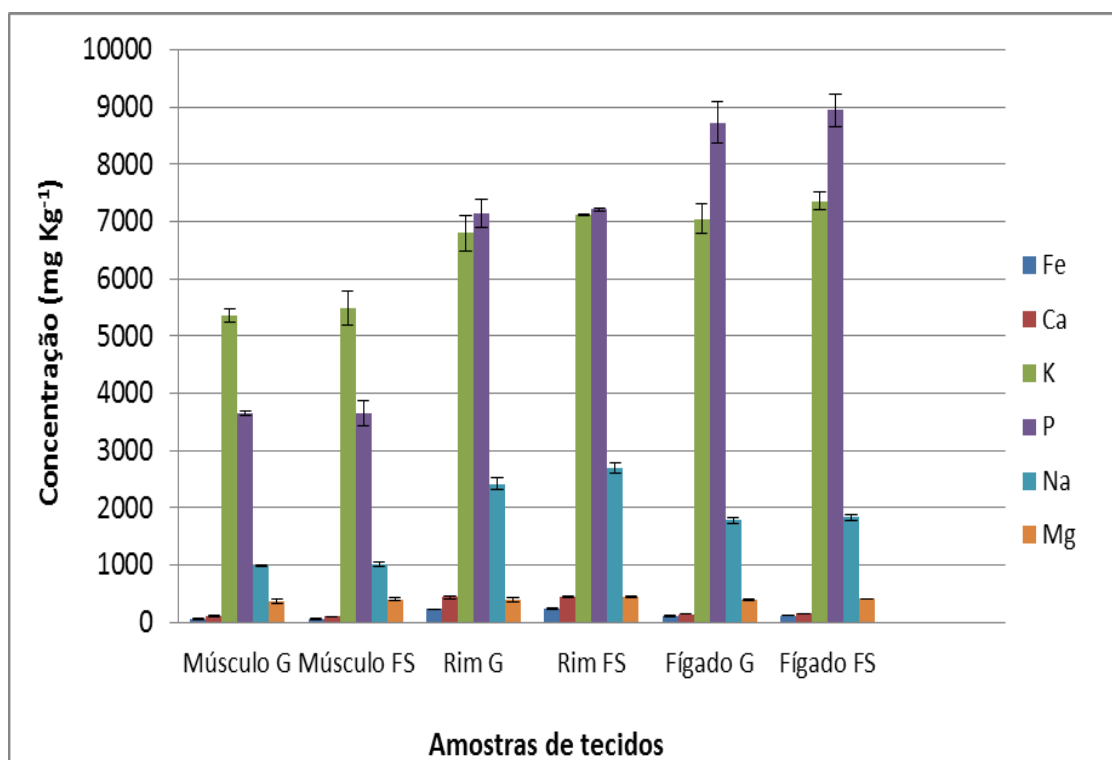


Figura 36. Macroelementos em tecidos de bovinos adultos macho das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Nas amostras de tecido muscular, renal e hepático os resultados encontrados foram similares para maioria dos macroelementos. Entre os microelementos o **Mn** apresentou teor similar nos tecidos, renal e hepático, enquanto o **Zn** foi similar nos tecidos muscular e hepático, já o **Cu** foi similar em todas as amostras de tecidos avaliados em bovinos das duas regiões estudadas.

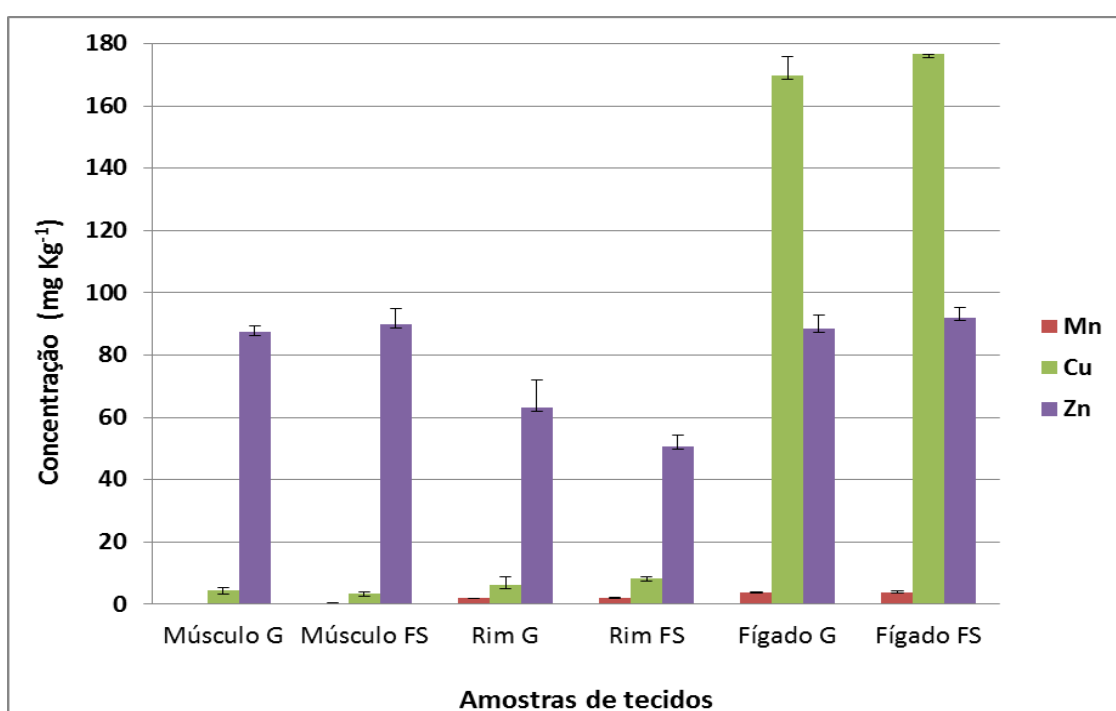


Figura 37. Microelementos em tecidos de bovinos adultos machos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

3.D 2 a - TECIDO MUSCULAR DE BOVINO MACHO

As amostras de bovinos adultos macho não apresentaram diferença significativa nos teores dos macromelementos entre as duas regiões investigadas (Fig.38).

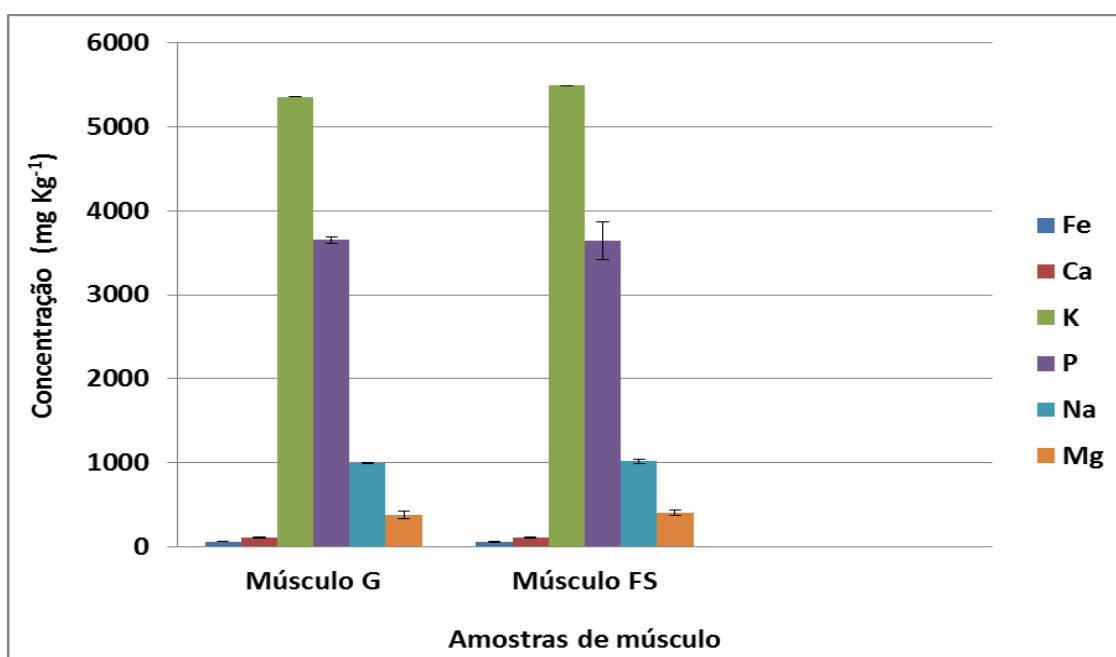


Figura 38. Macroelementos em amostras de tecido muscular de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Os microelementos **Cd** e **Cr** se apresentaram abaixo do limite de quantificação nas duas regiões investigadas, enquanto os teores de **Zn** e **Cu** foram similares (Fig.39).

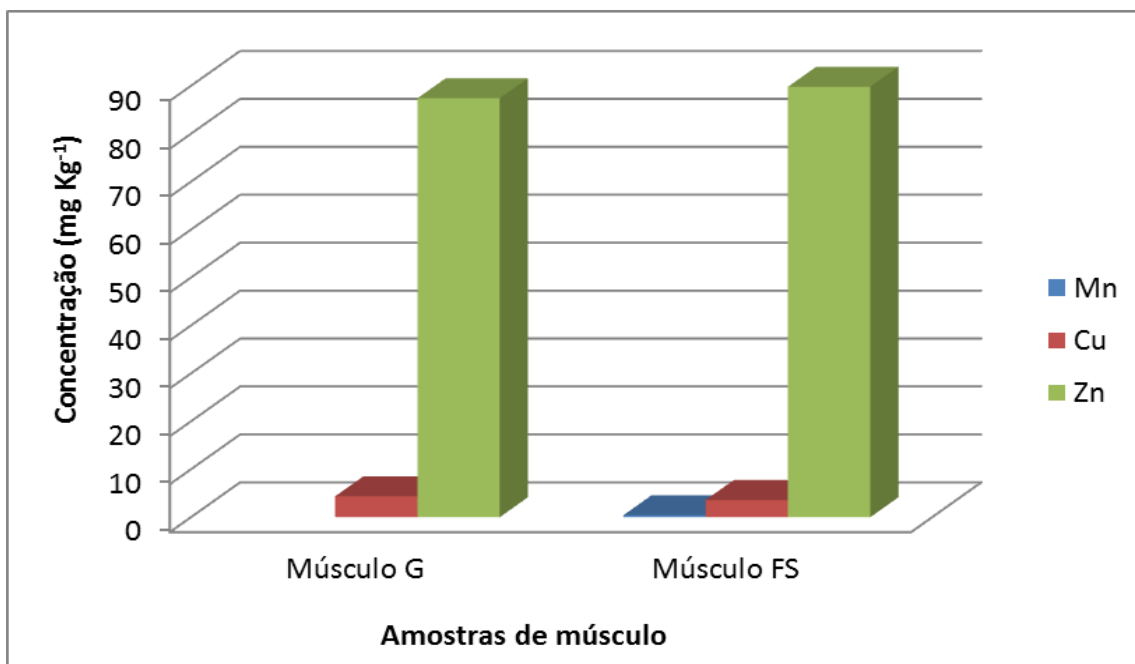


Figura 39. Microelementos (**Mn**, **Cu** e **Zn**) em amostras de músculo de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Estudos realizados em bovinos adultos por Camargo e colaboradores (2008) encontraram em amostras de tecido muscular valores para **Fe**, **Ca** e **Na** de 19,9, 410 e 1081 mg Kg⁻¹ inferiores aos valores observados neste trabalho e para **K**, **P** e **Mg** valores de 17.610, 17.180 e 970 mg Kg⁻¹ sendo superiores aos teores médios encontrados neste estudo. Os valores encontrados para **Fe**, **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** foram na faixa de 40 a 55% superiores aos observados por Lawrie (1998) e Aberle *et al.* (2001) em tecido muscular bovino.

Miranda e colaboradores (2005) avaliaram tecido muscular de bovinos criados em área industrializada e rural e constaram teores de **Cu**, **Zn** e **Fe** similares para as duas áreas. Por outro lado, o teor médio para **Cd** foi superior em área de maior atividade industrial.

Em estudos desenvolvidos por Abou-Arab (2001) em tecido muscular de bovinos criados em área industrializada os teores **Cd**, **Pb**, **Zn** e **Fe** foram superiores aos de bovinos de área não industrializada, enquanto o **Mn** e **Cu** apresentaram teores similares para as diferentes áreas estudadas.

3.D 2 b - TECIDO RENAL DE BOVINO MACHO

Os macroelementos **Fe**, **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** não apresentaram diferença significativas nos valores médios do tecido renal nas amostras de bovinos machos adultos de Guanambi e Feira de Santana (Fig.40).

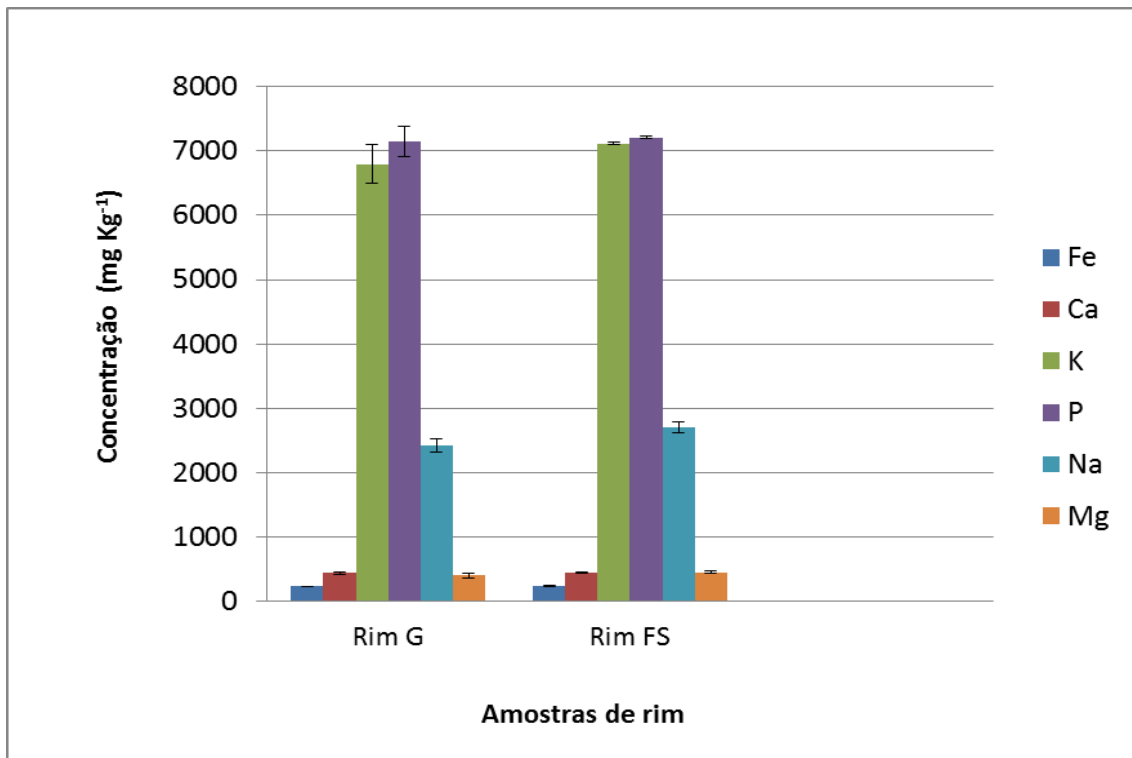


Figura 40. Macroelementos em amostras de rim de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

No tecido renal de macho bovino, o teor do micro elementos **Zn** foi mais elevado nas amostras de Guanambi enquanto o **Cu** apresentou maior teor nas amostras de Feira de Santana. Os teores de **Al**, **Cd** e **Cr** de amostras de ambas localidades, ficaram abaixo do limite de quantificação. Para o **Mn** os teores foram similares nas amostras de bovino macho das duas regiões (Fig.41 e tabela 33; anexo 2).

Miranda e colaboradores (2005) em tecido renal de bovinos criados em área industrializada e rural encontraram teores de **Cd** e **Pb** mais elevados em animais de área mais industrializada, enquanto os teores de **Mn**, **Cu**, **Zn** e **Fe** foram similares entre as duas áreas estudadas.

Pesquisas realizadas por Abou-Arab (2001) em tecido renal de bovinos criados em área industrializada os teores de **Pb, Cd, Mn, Cu, Zn e Fe** apresentaram valores superiores em bovinos de região com intensa atividade antropogênica, quando comparados com região de característica rural.

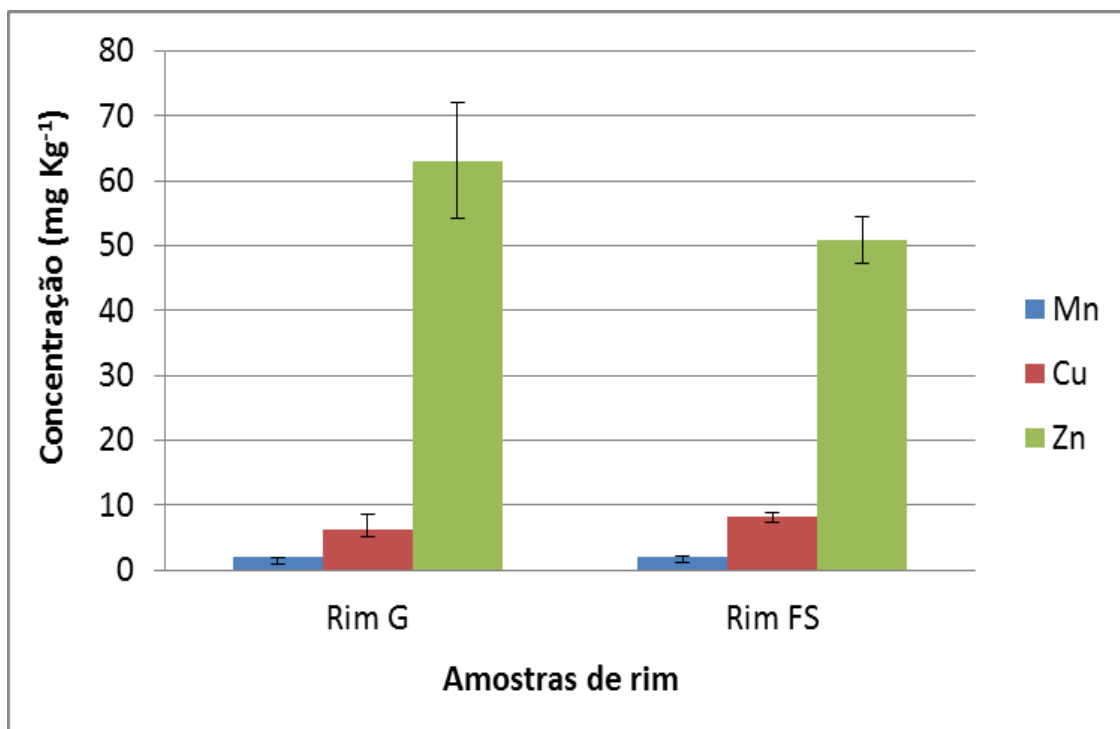


Figura 41. Microelementos (**Mn, Cu e Zn**) em amostras de rim de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

3.D 2 c - TECIDO HEPÁTICO DE BOVINO MACHO

Não foi observada diferença significativa nos valores dos macroelementos averiguados nas amostras de tecido hepático de bovino macho obtidas das localidades de Guanambi e de Feira de Santana (Fig. 42).

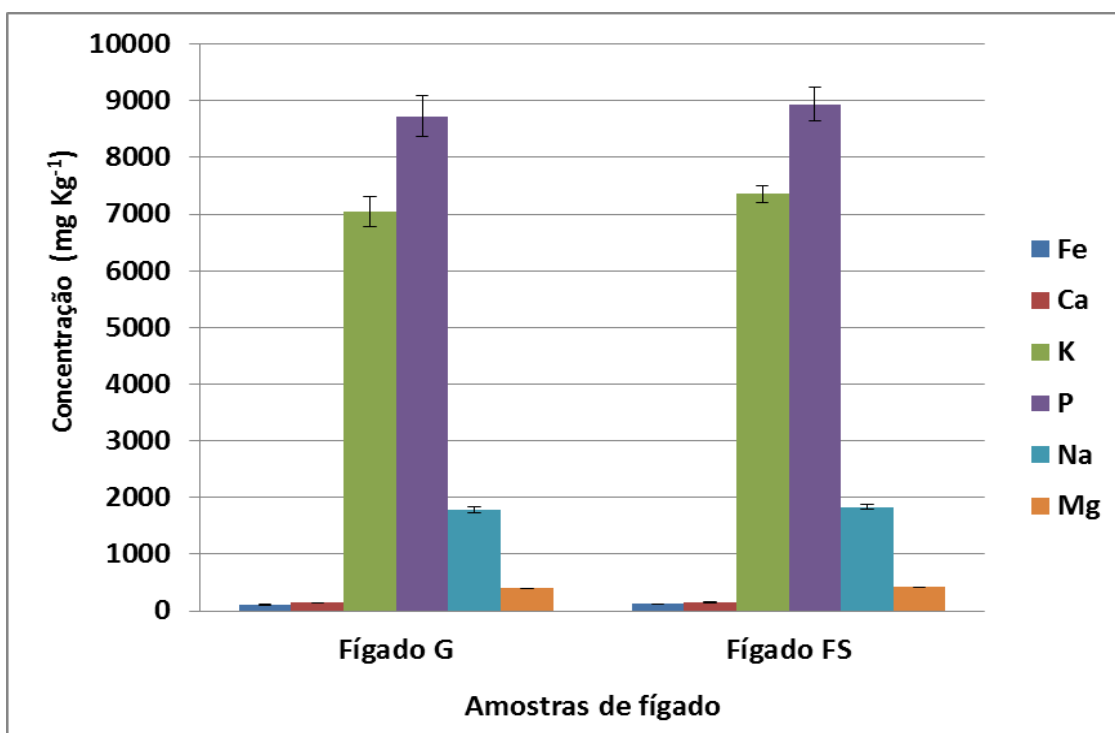


Figura 42. Macroelementos em amostras de fígado de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Na avaliação dos microelementos em tecido hepático de bovino macho das regiões de Feira de Santana e de Guanambi, os teores de **Mn**, **Cu** e **Zn** apresentaram-se ligeiramente mais elevados na região de Feira de Santana, enquanto os de **Cd** e **Cr** ficaram abaixo do limite de quantificação do método utilizado (Fig. 43).

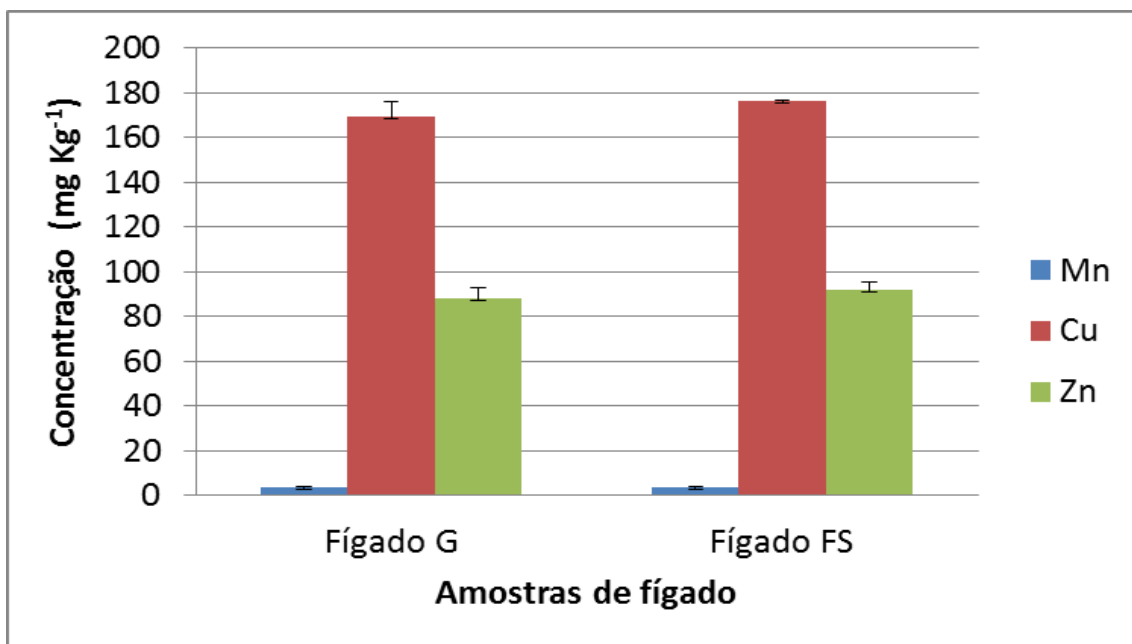


Figura 43. Microelementos (**Mn**, **Cu** e **Zn**) em amostras de fígado de bovinos machos adultos das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Em estudos desenvolvidos em tecido hepático de bovinos criados em área industrializada e rural por Miranda e colaboradores (2005) foram constatados teores de **Cd** e **Pb** mais elevados em animais de área mais industrializada, enquanto os teores de **Mn**, **Zn** e **Fe** apresentaram resultados similares entre as duas áreas em estudo.

Trabalhos realizados por Abou-Arab (2001) em tecido hepático de bovinos criados em área rural e industrializada os teores de **Pb**, **Cd** e **Zn** foram superiores em área industrializada, enquanto o **Mn**, **Cu** e **Fe** apresentaram teores similares para tecidos de bovinos das regiões estudadas.

3.D 3 – FÊMEAS BOVINAS ADULTAS DAS REGIÕES DE GUANAMBI E FEIRA DE SANTANA.

Amostras de tecidos de fêmeas bovinas adultas de duas diferentes localidades, regiões de Guanambi e Feira de Santana, foram analisadas com o propósito de ser observada possível influência da localidade na absorção de elementos.

Os resultados obtidos para os macro elementos **Fe**, **Ca**, **Mg**, **K**, **P** e **Na** e os micro elementos **Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn** encontrados em amostras de músculo, rim e fígado de fêmeas bovinas de Guanambi e Feira de Santana, estão mostrados na figura 44 e na tabela 34 (Anexo 2).

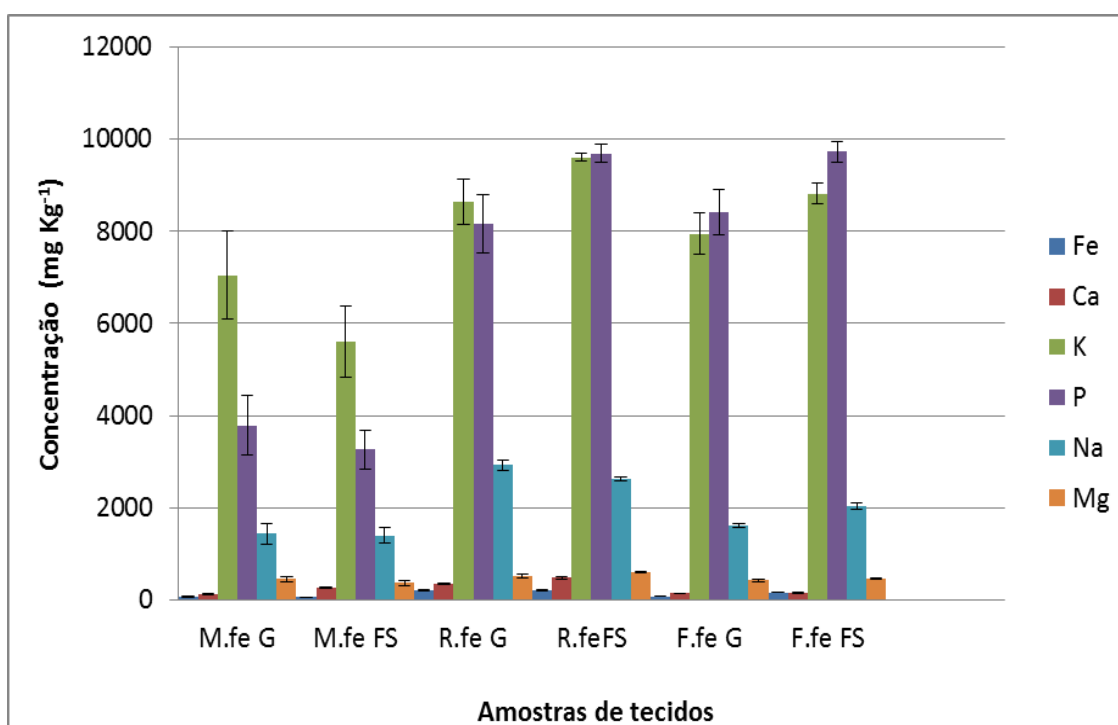


Figura 44. Macroelementos em tecidos de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G, R.fe G e F.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS, R.fe FS e F.fe FS).

Os resultados obtidos para os microelementos **Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn** encontrados em amostras de músculo, rim e fígado de fêmeas bovinas das regiões de Guanambi e Feira de Santana, estão mostrados na figura 45 e na tabela 35 (Anexo 2).

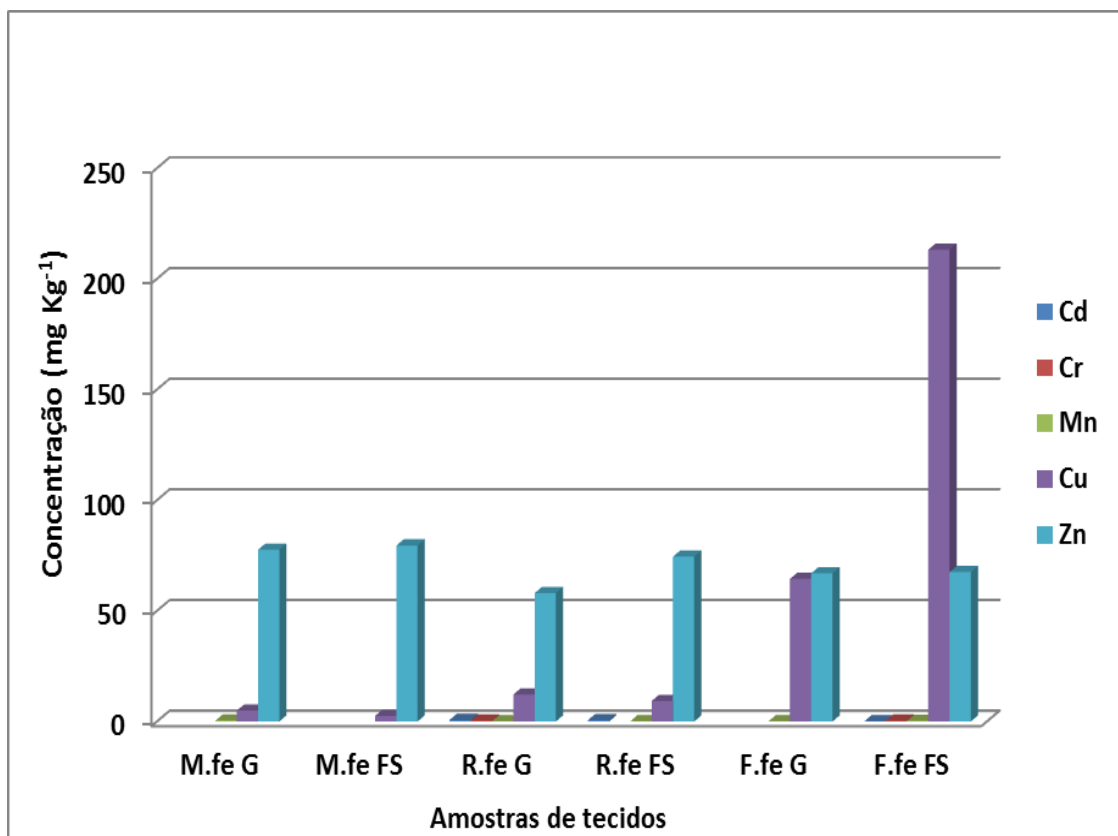


Figura 45. Microelementos em tecidos de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G, R.fe G e F.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS, R.fe e FS, F.fe FS).

3.D 3 a - TECIDO MUSCULAR DE FÊMEAS ADULTAS

Os teores dos macroelementos investigados foram mais elevados em tecido muscular de fêmeas da região de Guanambi exceto para o teor de **Na** que não apresentou diferença significativa e para o teor de **Ca** que foi cerca de 50% superior em amostras da localidade de Feira de Santana (Fig.46, tabela 34; anexo 2).

Em amostras de tecido muscular de fêmeas tanto da região de Feira de Santana quanto da região de Guanambi, os microelementos **Al**, **Cd** e **Cr** estiveram abaixo do limite de quantificação, enquanto o teor de **Zn** não apresentou diferença significativa entre as amostras das duas localidades. No entanto, o teor de **Mn** ficou abaixo do limite de quantificação em amostras de Feira de Santana (Fig. 47, tabela 35; anexo 2).

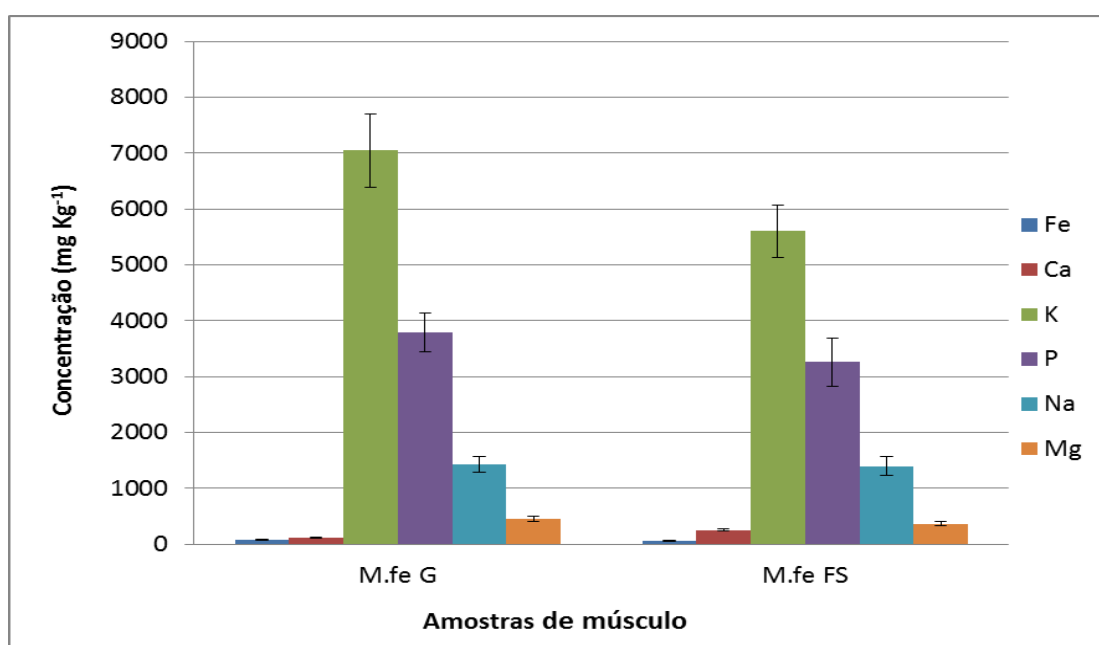


Figura 46. Macroelementos em tecido muscular de fêmea bovinas adultas das regiões de Guanambi (M.fe G) e Feira de Santana (M.fe FS).

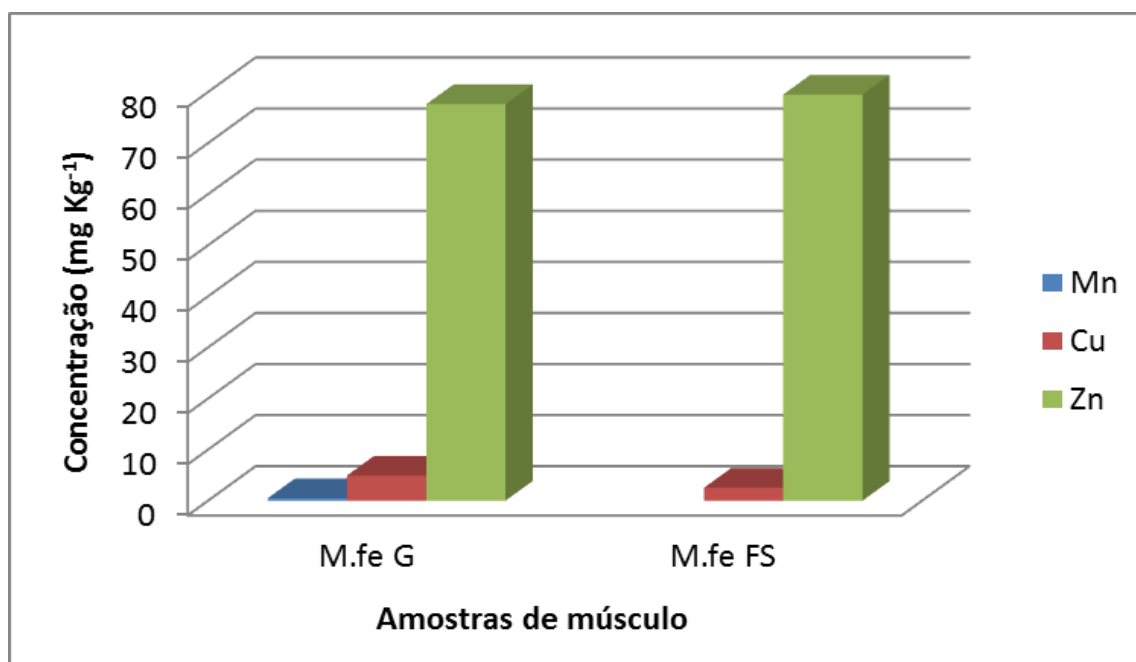


Figura 47. Microelementos em tecido muscular de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

Koréneková e colaboradores (2002) estudaram tecido muscular de fêmeas bovinas procedentes de regiões industriais da Polônia e constataram maiores teores de **Cd**, **Cu** e **Zn** em amostras de músculo de animais de região com maior atividade industrial.

3.D 3 b - TECIDO RENAL DE FÊMEAS ADULTAS

No tecido renal as concentrações dos macroelementos **Ca**, **K**, **P** e **Mg** das amostras de fêmea da localidade de Feira de Santana apresentaram teores mais elevados do que os teores desses mesmos elementos das amostras da localidade de Guanambi. No entanto, o teor de **Na** apresentou-se

mais elevado nas amostras de Guanambi. O teor de **Fe** foi similar nas amostras das fêmeas de ambas as localidades investigadas (Fig.48).

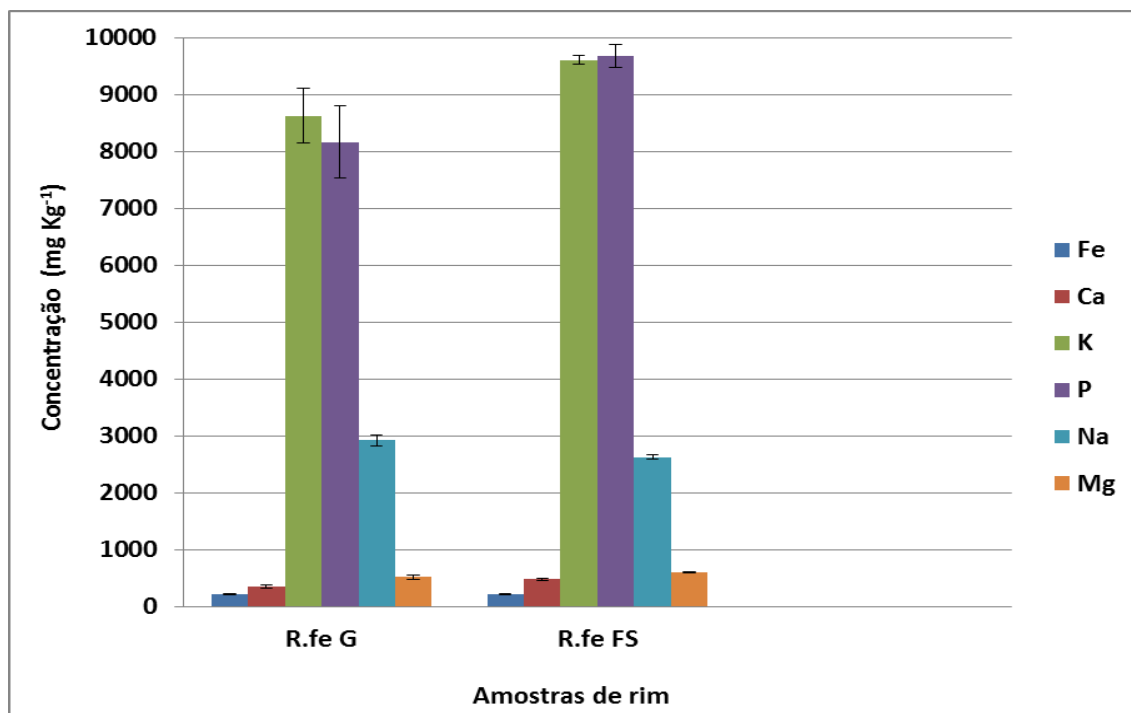


Figura 48. Macroelementos em tecido renal de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (R.fe G) e Feira de Santana (R.fe FS).

Amostras do tecido renal de fêmeas da localidade de Feira de Santana apresentaram teor de **Zn** às amostras de Guanambi, enquanto que os teores de **Cd**, **Mn** e **Cu** foram superiores nas amostras de fêmeas de Guanambi (Fig. 49, tabela 35; anexo 2).

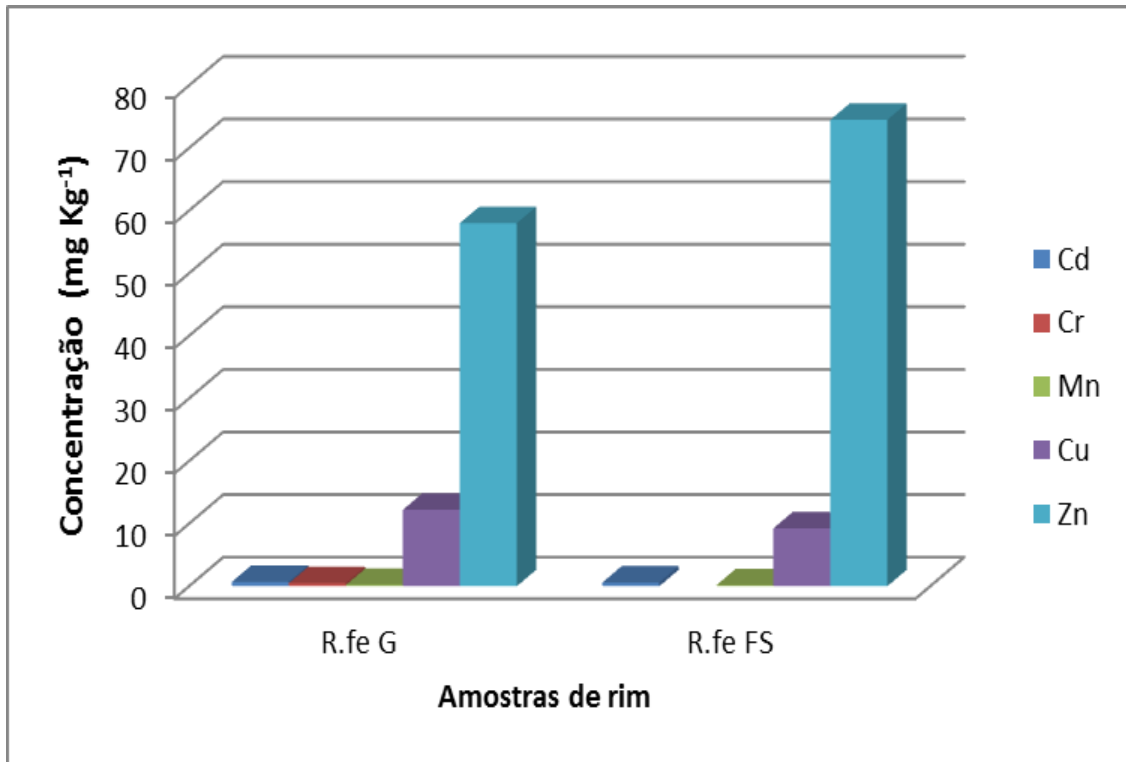


Figura 49. Microelementos em tecido renal de fêmea bovina adulta das regiões de Guanambi (G) e Feira de Santana (FS).

3.D 3 c - TECIDO HEPÁTICO DE FÊMEAS ADULTAS

Nas amostras de tecido hepático os valores dos teores de **Fe**, **K**, **P** e **Na** foram mais elevados nas amostras de fêmeas bovinas da região de Feira de Santana, enquanto **Ca** e **Mg** não apresentaram diferença significativa entre as amostras das duas localidades (Fig.50)

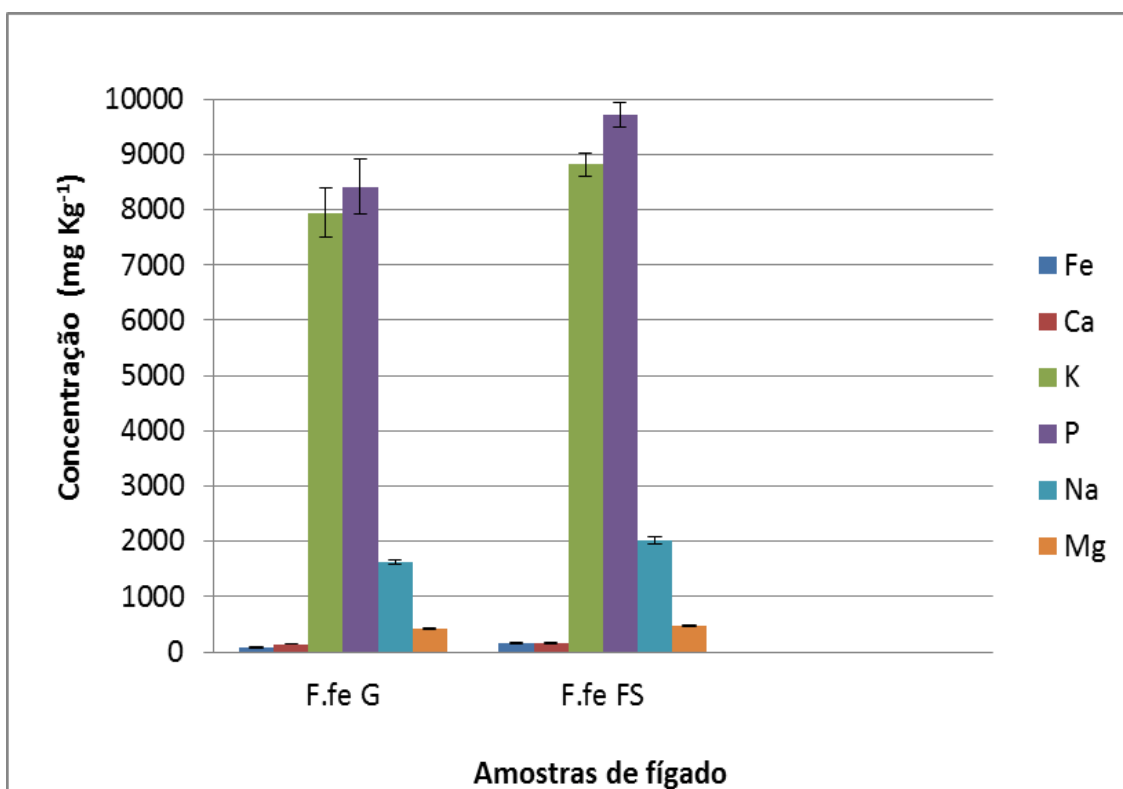


Figura 50. Macroelementos de tecido hepático de fêmea bovina adulta das regiões de Guanambi (F.fe G) e Feira de Santana (F.fe FS).

Os valores de **Zn** encontrados nas amostras de fígado de fêmeas das regiões investigadas não apresentaram diferença significativa. Enquanto as amostras de Feira de Santana apresentaram teor para **Cu** de cerca de 70% superior aos observados em amostras de Guanambi. Os valores encontrados de **Cd** e **Mn** foram superiores nas amostras de Feira de Santana (Fig.51)

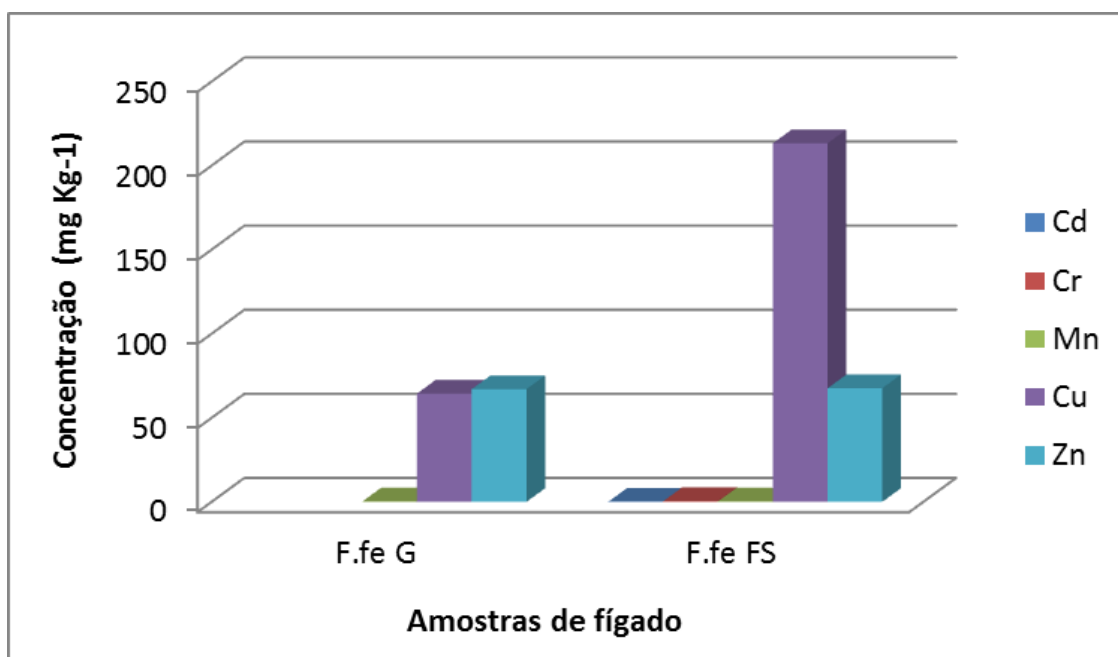


Figura 51. Microelementos (**Cd**, **Cr**, **Mn**, **Cu** e **Zn**) em tecido hepático de fêmeas bovinas adultas das regiões de Guanambi (F.fe G) e Feira de Santana (F.fe FS).

Estudos realizados na Polônia em tecido hepático de fêmeas bovinas por Koréneková e colaboradores (2002) em regiões industriais, encontraram maiores teores de **Cu** e **Fe** em amostras de fígado de animais criados em fazendas mais próximas de região com maior atividade industrial.

Abou-Arab (2001) em tecido hepático de bovinos criados em área industrializada encontrou para o **Cu** teor de 86,4 mg Kg⁻¹ superior, enquanto para o **Zn** foi 22,3 mg Kg⁻¹ o teor foi inferior em tecidos de animais de região com intensa atividade antropogênica.

O uso intensivo de fertilizantes visando a correção de solos de elevado nível de acidez com o propósito de aumentar a produção e qualidade das forragens, tem provocado um acúmulo do conteúdo de metais pesados no solo,

que em seguida é transferidos para as plantas, animais e o homem via cadeia alimentar.

A utilização de diferentes fontes alternativas de fósforo que são empregadas na formulação de rações, a legislação atual estabelece limite para os teores de fósforo, entretanto não leva em consideração a biodisponibilidade e o teor de metais pesados e outros contaminantes das fontes usadas na produção de suplementos alimentares para pecuária nacional.

4. CONCLUSÕES

Neste capítulo estão apresentadas as conclusões dos estudos realizados neste trabalho.

4.1. Estudo da composição centesimal em tecido bovino

Os teores de umidade, de proteína, de lipídios e de cinza de amostras de tecido muscular, renal e hepático de bovinos adultos provenientes da microrregião de Feira de Santana foram investigados.

- ✓ O tecido de bovino que apresentou o maior teor de umidade e a mais elevada concentração de lipídios foi o renal. Enquanto, o maior teor de proteínas foi observado no tecido muscular, o maior teor de cinzas foi encontrado no tecido hepático.

- ✓ Para o tecido muscular, o teor médio de umidade encontrado foi 69,2%, de proteínas foi 19,4%, de lipídios de 6,69%, de cinzas de 1,28%

- ✓ Para o tecido hepático, o teor médio de umidade encontrado foi 71,1%, de proteínas foi 18,5%, de lipídios de 5,64% e de cinzas de 1,42%.

- ✓ Para o tecido renal, o teor médio de umidade encontrado foi 74,2%, de proteínas foi 14,3%, de lipídios de 9,42% e de cinzas de 1,42%.

4.2. Estudo da absorção de elementos em tecidos bovino

Os macrossubstâncias **Fe, Ca, Mg, K, P e Na** e os microssubstâncias **Al, Cd, Cr, Mn, Pb, Cu e Zn** foram investigados em amostras de tecidos muscular, renal e hepático de bovinos do Estado da Bahia.

- ✓ A distribuição dos macrossubstâncias nas amostras de tecidos de bovino investigadas apresentou, para cada tecido específico, um perfil típico. Sendo o **K** e **P**, os macrossubstâncias que apresentaram os maiores valores em todos os tecidos quando comparados com os demais macrossubstâncias investigados.
- ✓ No tecido muscular a distribuição dos macrossubstâncias teve como destaque o **K** seguido de longe pelo **P** que também se destacou com relação ao **Na**, o qual foi seguido de perto na ordem decrescente da concentração por **Mg > Ca > Fe**.
- ✓ No tecido hepático a distribuição dos macrossubstâncias apresentou teor mais elevado para o **P**, seguido de perto pelo do **K** e então com o valor menor para o **Na**, e por fim os elementos **Mg, Ca e Fe**.

- ✓ No tecido renal a distribuição dos macross elementos apresentou teores de **K** e **P** elevados, quase competindo entre si, com pequena vantagem para o segundo na maioria das amostras investigadas. Seguidos de longe pelo **Na**, o qual se destacou na ordem decrescente da concentração do **Mg > Ca > Fe**.

- ✓ Dos três tecidos, muscular, renal e hepático, investigados, o renal foi o que apresentou maiores concentrações dos macross elementos estudados.

- ✓ Nas amostras de tecido muscular os micross elementos **Al**, **Cd**, **Cr** e **Pb** ficaram abaixo do limite de quantificação do método, enquanto nos tecidos renal e hepático somente o **Al** e **Pb** ficaram abaixo do limite de quantificação do método.

4.3. Estudo da influência do gênero (macho e fêmea) na absorção de elementos em bovino

- ✓ No tecido muscular, as fêmeas bovinas apresentaram teores mais elevados de **Ca** e **Na**, embora não tenham apresentado diferença relativamente, significativa nos teores de **Fe**, **K**, **P** e **Mg**. Contudo em tecido hepático as fêmeas bovinas apresentaram maiores teores **Fe**, **K**, **P**, **Na** e **Mg** e em tecido renal de **K**, **P**, e **Mg**. Essa diferença observada

na absorção desses elementos entre gênero deve estar relacionada com o metabolismo diferente que a fêmea apresenta.

- ✓ Quanto aos microelementos as maiores concentrações de **Cd**, **Mn** e **Cu** foram encontradas em tecido renal e hepático de bovino macho e fêmea, enquanto o tecido muscular apresentou as menores concentrações desses microelementos.

4.4. Estudo da influência da idade na absorção de elementos em bovino

De uma maneira geral, nos tecidos musculares e hepáticos, os bovinos jovens apresentaram maiores concentrações de macroelementos e microelementos. No entanto no tecido renal somente dos microelementos

- ✓ No tecido muscular de bovinos jovens, os teores dos macroelementos **Fe**, **K**, **P** e **Mg** e dos microelementos **Cr**, **Mn** e **Cu** encontrados foram maiores do que em bovinos adulto. Os macroelementos **Ca** e **Na** foram maiores em bovinos adultos.
- ✓ No tecido renal, os teores de **K**, **P** e **Mg** foram maiores em amostras de bovinos adultos, enquanto os teores de **Cd**, **Cr**, **Mn** e **Cu** foram superiores em bovinos jovens.

- ✓ O tecido hepático, as amostras de bovinos jovens apresentaram maiores teores de **Ca**, **K**, **P**, **Na** e **Mg**, bem como dos microelementos **Cd** e **Mn**.

4.5. Estudo da influência da localidade na absorção de elementos em bovino jovens

- ✓ *Macro e micro elementos de tecidos de bovinos jovens das regiões de Ruy Barbosa e de Rafael Jambeiro foram investigados.*
- ✓ Nas amostras de músculo de bovinos jovens, das diferentes localidades, os valores dos macroelementos encontrados não apresentaram diferença significativa, exceto para o **Ca** que foi superior em bovino de Ruy Barbosa. Para os micronutrientes, **Zn** se destacou nas amostras de Ruy Barbosa, e o **Cu** apresentou teor mais elevado na amostra de Rafael Jambeiro.
- ✓ Os macroelementos das amostras de rim de bovinos jovens não apresentaram diferença significativa entre as duas localidades, com exceção de **Fe** e **P** que apresentaram valores superiores em amostras Ruy Barbosa, enquanto o **Na** foi superior em amostras de Rafael Jambeiro. Quanto aos microelementos, os valores para **Mn** e **Zn** foram superiores em amostra de bovino jovem de Ruy Barbosa, enquanto o **Cd** e **Cr** só foram observados em amostras de rim de Rafael Jambeiro .

- ✓ Em tecido hepático de bovinos jovens, os teores dos macroelementos **Ca, K, P, Na e Mg** e dos microelementos **Cd, Cu e Zn** foram superiores nas amostras provenientes da localidade de Rafael Jambeiro. Enquanto não houve diferença significativa para o teor de **Mn** nas duas regiões estudadas, já o **Cr** ficou abaixo do limite de quantificação do método.

4.6. Estudo da influência da localidade na absorção de elementos em bovino macho adulto

- ✓ *Macro e micro elementos de tecidos de bovino adulto, macho, das regiões de Guanambi e Feira de Santana foram investigados*
- ✓ Em todos os tecidos de bovino adulto macho, as concentrações dos macroelementos não apresentaram diferença significativa entre as amostras das regiões de Guanambi e Feira de Santana, como também os microelementos **Cd** e **Cr** que ficaram abaixo do limite de quantificação do método.
- ✓ Os teores dos microelementos, **Cu** e **Zn**, foram similares em tecido muscular e hepático para as amostras das duas regiões estudadas, enquanto no tecido renal o teor de **Cu** foi maior em amostras de Feira de Santana e o **Zn** maior em amostras de bovinos de Guanambi. O **Mn**

apresentou valores similares nos tecidos, renal e hepático, nas amostras de bovinos das regiões de Guanambi e Feira de Santana.

4.7. Estudo da influência da localidade na absorção de elementos em fêmeas bovina adultas

- ✓ *Macro e micro elementos de tecidos de fêmeas bovina adultas das regiões de Guanambi e Feira de Santana foram investigados.*
- ✓ Em tecido muscular de fêmeas da região de Guanambi, os teores dos macroelementos foram mais elevados do que aqueles observados nas amostras das fêmeas bovina de Feira de Santana, exceto para o teor de **Na** que não apresentou diferença significativa e para o teor de **Ca** que foi superior em amostras da localidade de Feira de Santana. O **Cu** apresentou maior valor em fêmeas de Guanambi e o **Mn** ficou abaixo do limite de quantificação em amostra de Feira de Santana. No entanto, os microelementos **Cd** e **Cr** estiveram abaixo do limite de quantificação nas amostras de tecido muscular nas duas localidades investigadas.
- ✓ No tecido renal as concentrações dos macroelementos **Ca**, **K**, **P** e **Mg** das amostras de fêmea de Feira de Santana apresentaram teores mais elevados do que nas amostras da localidade de Guanambi. O teor de **Na** apresentou-se mais elevado nas amostras de Guanambi. Quanto aos

microelementos, as fêmeas de Feira de Santana apresentaram teores de **Zn** maiores que às amostras de Guanambi, enquanto que os teores de **Cd, Mn, Cu e Cr** foram superiores nas amostras de fêmeas de Guanambi

5 - TRABALHOS RECOMENDADOS

Como trabalhos futuros recomenda-se estudar o perfil da composição mineral dos diferentes tipos de tecidos de bovinos, assim como, os tecidos de ovinos e caprinos considerando que é elevado o consumo pela população rural, onde essas últimas espécies são criadas em maior escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; EDWAR, W.M. **Principles of Meat Science**. 4.ed. Iowa: Kendall//Hunt Publishing Company, 2001, 354.

ABOU-ARAB, A.A.K. Heavy metal contents in Egyptian meat and the role of detergent washing on their levels. **Food and Chemical Toxicology**, v. 39, p. 593-599, 2001.

ADAMS, F.; GIJBELS, R.; VAN GRIEKEN, R. Eds. **Inorganic mass spectrometry**. New York Wiley, 1988.

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B & MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.

ANDRADE, E.C.B., BARROS, A.M., MELLO, V.S., TAKASE, I. Avaliação do teor de cobre e zinco em carnes cruas, processadas termicamente, resfriadas e congeladas no período de um mês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.3, p. 393-396, Jul-Set. 2004.

ARANHA, S.; NISHIKAWA, A.M.; TAKA, T.; SALIONI, E.M.C. Níveis de cádmio e chumbo em fígado e rins de bovinos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.16-20, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 17th ed. Washington, AOAC, 2000.

BAHIA, Secretaria do Planejamento. **Regiões Estratégicas de Desenvolvimento**. Salvador, 2006.

BAYNES, R.D.; BOTHWELL, T.H. Iron deficiency. **Annual Revist Nutricion**, v.10, p.133-148, 1990.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2ed. Zaragoza: Acribia, 2000, 1087p.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STYER, L. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 1059 p.

BIEGO, G.H.; JOYEUX, M.; HARTEMANN, H.; DEBRY, G. Daily intake of essencial minerals and metallic micropolluents from foods in France. **Science of the Total Environment**, v.217, n.2, p. 27-36,1998.

BIESALSKI, H.K. Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? **Meat Science**. v.70, p. 509-524, 2005;

BLANCO-PENEDO, I.; CRUZ, J.M.; LÓPEZ-ALONSO, M.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J.L. Influence of copper status

on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. **Environment International**, v.32, p. 901-906, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 42 de 20 de dezembro de 1999. Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União – D.O.U.** de 21 de dezembro de 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC Nº 91 (11 de Maio de 2001); **Diário Oficial da União – D.O.U.** de 13 de Junho de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria 21, de 5 de abril de 2004. Divulgar o sumário das atividades do Programa de Controle de Resíduos em Carne e o Programa Piloto de Pescado executados em 2003, em conformidade com os ANEXOS da presente Portaria. **Diário Oficial da União – D.O.U.**, Brasília, 07 de abril de 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2006.

BRASIL, Programa de Controle de Resíduos em Carnes - PCRC 2000

CAMARGO, A.M.; RODRIGUES, V.C.; RAMOS, K.C.B.T.; OLIVEIRA, E.C.D. de; MEDEIROS, L.F.D. Composição mineral da carne de bovinos de diferentes

grupos genéticos com idades distintas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.578-584, jul/set, 2008.

CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas Alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1989.

CLARKSON P.M. Effects of exercise on chromium levels. Is supplementation required ? **Sports. Med**, v. 23, n. 6, p.341-349,1997.

COLMENERO, J.F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v.59, p. 5-13, 2001.

COSTA, E.M. **Avaliação do teor de nutrientes e contaminantes em função de diferentes processamentos em amostras de produtos cárneos**. Tese [Mestrado], 81 p, 2007.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. Barueri, São Paulo: Manole, 2005. 878 p.

DE ANGELIS, R.C.; CTENAS, M.L.B. **Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil**. In: S.1: Nestlé - Serviço de Informação Científica, (Temaas de Pediatria), 53 p, 1993.

DEMIREZEN, D.; URUÇ, K. Comparative study of trace elements in certain
Adelmo Ferreira de Santana

fish, meat and meat products. **Meat Science**, v. 74, p. 255-260, 2006.

DOGANOC, D.Z. Lead and cadmium concentrations in meat, liver and kidney of Slovenian cattle and pigs from 1989 to 1993. **Food Additives and Contaminants**, v.13, n.2, p.237-241, 1996.

DOMENE, S. M. A. Anemia: um problema de saúde pública que pode ser combatido com o consumo de carne bovina. Serviço de informação da carne. Disponível em: http://www.sic.org.br/PDF/anemia_consumo_carne_bovina.pdf. Acesso em: 19 de maio de 2011.

EVANGELISTA, J. **Alimentos: um estudo abrangente: nutrição, utilização, alimentos especiais e irradiados, coadjuvantes, contaminação, interações**. São Paulo: Atheneu, 2000, 466 p.

EYSINK, G.G.J. Metais pesados no Vale do Ribeira em Iguape-Cananéia. **Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 6-13, 1988

FAIRBANKS, V.F. **Iron in medicine and nutrition**. In: SHILLS, M.E.; OLSON, J.A; Febiger, p.185-213, 1994;

FALANDYSZ, J. Manganese, copper, zinc, iron, cadmium, mercury and lead in muscle meat, liver and kidneys of poultry, rabbit and sheep slaughtered in the

northern part of Poland, 1987. **Food Additives and Contaminants**, v. 8, n. 1, p.71-83, 1991.

FALANDYSZ, J. Some toxic and essential trace metals in cattle from the northern part of Poland. **The Science of the Total Environment**, v.136, p.177-191, 1993.

FARMER, A. A.; FARMER, A. M. Concentrations of cadmium, lead, and zinc in livestock feed and organs around a metal production centre in eastern Kazakhstan. **The Science of the Total Environment**, v. 257, p.53 – 60, 2000.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R. R.; OLIVEIRA, E. A. O.; SILVA, T. M. Chemical traits and fatty acids composition of beef from young bulls, steers and heifers fed corn silage and concentrate or sugarcane and concentrate with sunflower grains. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FERNÍCOLA, N.A.G.C.; AZEVEDO, F.A.; QUEIROZ, I.R. Determinação dos níveis de chumbo e dos níveis de carboxiemoglobina no sangue de amostras populacionais do estado de São Paulo e sua relação com a poluição ambiental. **Revista DAE**, v. 44, n. 139, p. 313, 1984.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERVEL, R. A. **Fundamentos da ciencia de la cane**. Zaragoza: Acribia 1979, 363 p

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**, 8ª ed. Rio de Janeiro, Livraria Atheneu, 1992.

FUNDAÇÃO GARGILL. **Micronutrientes**. Campinas n. 47, jun. 1987. 124p.

GINÉ, M. F. Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP AES). Centro de Energia Nuclear na Agricultura. CENA/USP, Piracicaba: CENAIUSP, 1988, 143p.

GOMES, M. R., ROGERO, M. M., TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo e insulina e exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. Niterói v.11, n.5, p.262-266, Set/Out, 2005.

GOYER, R.A. Toxic and essential metal interactions. **Revista de Nutrição**, v.17, p. 37-50, 1997.

GURER, H.; ERCAL, N. Can antioxidants be beneficial in the treatment of lead poisoning? **Free Radical Biology e Medicine**, v. 29, n. 10, p. 927 - 945, 2000.

HAMILTON, E. I. State of the art of trace element determinations in plant matrices: determination of the chemical elements in plant matrices, an overview. **Science of the Total Environment**, v. 176, p. 3-14, 1995.

HARRIS, P.V.; SHORTOSE, W. R. Meat texture **In: Lawrie, R. Developments**

in meat science 4. London: Elsevier Applied Science, 1998, cap.5, p.245-298.

HUMPHREYS, D. J. Effects of exposure to excessive quantities of lead on animals. **Brazilian Veterinary Journal**, v.147, p.18-30, 1991.

IBGE. Tabela de composição dos alimentos. Ed. IBGE, Rio de Janeiro, 1999.

IBGE. População residente. Pesquisa da população residente. Disponível www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2003/sintese. 2004. Acesso em 03/02/2005.

INGLE, J.R, D.; CROUCH, S.R. **Spectrochemical Analysis**. Chaper 7-9.11 Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall. 1988.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, 1(1985) 533p.

INTRIERI, F.; ZICARELLI, L.; DI LELLA, T.; RINALDI, G. Su alcune caratteristiche chimiche, fisiche e chimico-fisiche del muscolo *Longissimus dorsi* di vitellone bufalino. **Acta Medica Veterinaria**, v.18, n.1, p.77-87, 1972.

JONHSON, F. M. The genetic effects of environment lead. Mutation research/
Reviews in Mutation Research, v. 410, n. 2, p. 123 -140, 1998.

JUKNA, C.; JUKNA, V.; SIUGZDAITE, J. Determination of heavy metals in
viscera and muscles of cattle. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**,
v.9, n.1, p.35-41, 2006.

JULIATTI, M. A.; PRADO, R.M.; BARRIQUELO, M.F.; LENZI, E. Cádmiu em
latossolo vermelho cultivado com milho em colunas: mobilidade e
biodisponibilidade, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.1075-
1081, 2002.

KORÉNEKOVÁ, B.; SKALICKÁ, M.; NAĎ, P. Concentration of some heavy
metals in cattle reared in the vicinity of a metallurgic industry. **Veterinary
Archives**, v.72, n.5, p.259-267, 2002

KORN, M.G.A.; Oleszezuk, N.; CASTRO, J.T.; Silva, M.M. ; WELZ, B. ; VALE,
M. G. Method development for the determination of manganese, cobalt and
copper in green *coffee* comparing direct solid sampling electrothermal atomic
absorption spectrometry and inductively coupled plasma optical emission
spectrometry. **Talanta**. (Oxford), v.73, p. 862-869, 2007.

KRAMER, H.L.; STEINER, J.W.; VALLEL Y.P.J. Trace element concentrations
in the liver, kidney and muscle of Queensland cattle. **Bulletin Environmental**

Contamination Toxicology, v.30, p. 588-594, 1983.

KREIDER, R. B. Dietary Supplements and the Promotion of Muscle Growth With Resistance Exercise. **Sport Med.** v. 27, p. 97-110, 1999.

KRUG, J. F. Pré - tratamento de amostras. In. Workshop sobre método de decomposição amostras, 2.1998, São Paulo. **Apostila...** São Paulo: USP, 1998. 108 p.

KRUG, F. J. (Ed.). **Métodos de preparo de amostras**: fundamentos sobre preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar. 2ed. Piracicaba: CENAIUSP, 2006. 282p.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. II SIMBOI - **Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte**, 29 a 30.04.2006, Brasília-DF.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

LEWIS, R.J. Sax's dangerous properties of industrial materials. 9. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

LOBO, A S.; TRAMONTE, V. L. C. Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**,

v.17, n.1, p.107-113, 2004.

LÓPEZ ALONSO, M.; MONTAÑA, F.P.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J.L. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. **BioMetals**, v.17, p.389-397, 2004.

LÓPEZ ALONSO, M.; BENEDITO, J. L.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; SHORE R.F.; Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. **The Science of the Total Environment**, v.246, p.237-248, 2000a.

LÓPEZ ALONSO, M.; BENEDITO, J. L.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; SHORE R.F.; Toxic and trace elements in liver, kidney and meat from castle slaughtered in Galicia (NW Spain). **Food Additives and Contaminants**, v. 17, No. 6, 447-457. 2000b.

LYNCH, S.R. Interacion of iron witch other nutrients. **Nutrition Reviews**, v.55, n. 4, p. 102-110, 1997.

MAHAN, L.K, ESCOTT-STUMP, S. KRAUSE: **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Ed. Roca, 1988. 207p.

MARCHIONI, D. M. L.; SLATER, B.; FISBERG, R.M. Aplicação das *Dietary*

Reference Intakes na avaliação da ingestão de nutrientes para indivíduos.

Revista de Nutrição, v.17, n. 2, p. 207-216, 2004.

MATTOS, J. C. A.; GUTMANIS, D.; MATTOS, A. C. Características da carcaça e da carne de bubalinos (Conferências). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., Campinas, 1990. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1990. p.711-7

MEDEIROS, L.C.; FIELD, R A.; MEDEIROS, D. M. Effect of high altitude on copper and zinc content in beef. **Journal Food Science**, v.53, p.1222-1223, 1988.

MENDHAM, J.; DENNEY, R.C.; BARNES, J.D.; THOMAS, M.J.K. Espectroscopia de absorção atômica, In: **Vogel Análise Química Quantitativa**. 6^a Ed., p. 325-343, Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MERTZ, W. Chromium occurrence and function in biological systems. **Physiological Reviews**. v. 42. n. 2, p. 163-238, 1969.

MIRANDA, M; LÓPES ALONSO, M; CASTILLO, C; HERNANDÉZ, J; PRIETO, F; BENEDITO, J.L. Some toxic elements in liver, kidney and meat from calves slaughtered in Asturias (Northern Spain). **European Food Research and Technology**, v. 216, p. 284-289, 2003.

MIRANDA, M.; LÓPES ALONSO, M.; CASTILLO, C.; HERNANDEZ, J.; BENEDITO, J.L. Effects of moderate pollution on toxic and trace metal levels in calves from a polluted area of northern Spain. **Environmental International**, v.31, p. 543-548, 2005.

NOBREGA, A. J. **Preparo de amostras**. In: Semana de Química Analítica da Bahia, 1998. Apostila do curso de procedimentos analíticos de solubilização de amostras. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 1998.

NRC. **Mineral tolerance of domestic animals**. Washington, D.C: National Academy of Sciences, National Research Council. p.93-130, 257-276, 1980.

OKADA, I. A.; SAKUMA, A.M.; MAIO, F.D.; DOVIDAUSKAS, S.; ZENEON, O. Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência da contaminação ambiental na região do vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.31, n. 2, p. 140 - 143, 1997.

OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 403 p, 1998.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humana**. Genebra. Trad. Andréa Favano. São Paulo: Roca, 1998. 297 p.

PADRE, R. D. G. et al. Analysis of fatty acids in Longissimus muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science**, v. 110, n. 1-2, p. 57-63, 2007.

PALEARI, M.A.; BERETTA, G.; COLOMBO, F. et al. Buffalo meat as a salted and cured product. **Meat Science**, v.54, n.4, p.365-367, 2000.

PARDI, M.C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2ª ed. Goiás: UFG. 2001. v. 1, 623p.

PENUMARTHY, L.; OEHME, F.W. Lead, cadmium and mercury tissue residues in healthy swine, cattle, dogs and horses from the midwestern United States. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.9, p.193-206, 1980.

PHILIPPI, S.T. Tabela de Composição de Alimentos: suporte para a decisão nutricional. Brasília: Finacet/UnB, 107p, 2001.

PROUDLONE, K. **Os alimentos em debate** - Uma visão equilibrada. Liv. Varela. São Paulo. 1996.

PIRES, I.S.C.; ROSADO, G. P.; COSTA, N.M.B.; MONTEIRO, J.B.R.; OLIVEIRA, R.S.; JAEGER, S.M.P.L.; MOURÃO, D.M. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novillo precoce alimentado com lipídios

protegidos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28 (Supl.): 178-183, dez. 2008

PUSCHNER, B.; CHOI, YOUNG-KU; TEGZES, J.H.; THURMOND, M. C. Influence of age, sex, and production class on liver zinc concentration in calves. **Journal Veterinary Diagnosis Investigation**, v.16, p. 278-282, 2004.

QUINTAES, K.D. Utensílios para alimentos e Implicações Nutricionais. **Rev. Nutr.**, v.13, n. 3, p.151-153, 2000,

ROBERTS, N. S.; CLOUGH, A.; BELLA, J. P.; KIM, J. Y. Increased absorption of aluminium from a normal dietary intake in dementia. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.69, n.3, p. 171- 176, 1998.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Disponível em: <http://dgta.fca.unesp.br/carnes/Artigos%20Tecnicos/Roca107.pdf>. Acesso em 9 jul. 2007a.

RODRIGUES, V. C; ANDRADE, I. F. Características Físico-Químicas da Carne de Bubalinos e Bovinos Castrados e Inteiros. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.1839-1849, 2004 (Supl. 1)

SALISBURY, C.D.C.; CHAN, W. Multielement concentrations in liver and kidney tissues from five species of Canadian slaughter animals. **Journal**

Association of official Analytical Chemistry, v. 74, n. 4, p. 587-591, 1991.

SALMI, A.; HIRN, J. The cadmium and selenium contents of muscle, liver and kidney from cattle swine. **Fleischwirsch.**, v.64, n. 4, p. 464-465, 1984.

SANTOS, H.C. Avaliação de quatro métodos alternativos na mineralização de frutas regional para análise por espectrometria atômica. 170p. **Dissertação** [Mestrado] Mestrado em Química Analítica. Instituto de Química, Salvador, 1998.

SANTOS JÚNIOR, A.F.; KORN, M.G.A. Estudo comparativo de diferentes procedimentos para pré-tratamento de amostras de soro sanguíneo humano para determinação de cobre e zinco. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 169-172, 2003.

SANTOS, E.E.; LAURIA, D.C.; SILVEIRA; C.L.P. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. **Science of the Total Environment**, v.327, p. 69-79, 2004.

SEDKI, A; LEKOUCH, N.; GAMON, S.; PINEAU, A. Toxic and essential trace metals in muscle, liver and kidney of bovines from a polluted of Morocco. **The Science of the Total Environment**, v.317, p.201-205, 2003.

SETTLE, A. F. **Handbook of Instrumental for Analytical Chemistry**. New

Jersey: 1997.837 p.

SGARBIERE, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. Propriedades - Degradação Modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996, 517 p.

SILVA, C. R.; NÓBREGA. J.A.; BLANCO, T. Decomposição de argilas em forno de microondas e determinação simultânea dos seus constituintes principais por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado. **Química Nova**, v.28, n.1, p.137-140, 2005.

SIQUEIRA, E.M.A.; ALMEIDA, S. G & ARRUDA, S. O papel adverso do ferro no organismo (artigo de revisão). **Comun Ciênc Saúde**, v.17, n.3, p.229-236, 2006.

SKALICKÁ, M.; KORÉNEKOVÁ, B.; NAD, P. Copper in Livestock from Polluted. **Bulletin Environmental. Toxicology**, v.74, p. 740-744, 2005.

SKOOG, A.D.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J. Fundamentals of Analytical Chemistry, 7 ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, p.624-631, 1996.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, A.T. **Princípios de Análise Instrumental**, 5.ed. Porto Alegre: Bookman, p.194-198, 2002.

SOLÉ, E.; BALLABRIGA, A.; DOMINGUEZ, C. Lead exposure in the general population of the metropolitan area of Barcelona: blood levels and related factors. **Science of the Total Environmental**, v.224, n.1-3, p.19-27, 1998

SOLOMONS, N.W. Competitive Interaction of Iron and Zinc on the Diet: Consequences for Human Nutrition, **Journal of Nutrition**, v.116, n.6, p. 927-934, 1986.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) / NEPA-UNICAMP.- T113 Versão II. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 105p.

TAHVONEN, R.; KUPPULAINEN, J. Lead and cadmium contents in pork, beef and chicken, and in pig and cow liver in Finland during 1991. **Food Additives and Contaminants**, v.11, n. 4, p. 451-426, 1994.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, R.S.M. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 145-150, 2000.

USDA - United State Department of Agricultura/Nutrient Database for Standard Reference, 2001.

USDA - United State Department of Agricultura, 2005.

USDA - United State Departament of Agricultura/Dietary Reference Intakes: Elements. Disponível em: <http://www.ion.edu/Obiect.File/Master/7/294/0.pdf>. Acesso em 10 de Janeiro de 2008.

USDA-FAS. "Livestock and Poultry: World Markets and Trade." Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, 2010.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, L. D.; et al. Qualidade da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.518-525, 2001.

World Health Organization – WHO / FAO. Trace elements in human nutrition. Lead, cadmium e mercury 16. Geneva: **World Health Organization**, p.195-216, 1996.

ZASADOWSKI, A.; BARSKI, D.; MARKIEWCZ, K.; ZASADOWSKI, Z.; SPODNIIEWSKA, A.; TERLECKA, A. Levels of Cadmium Contamination of Domestic Animals (Cattle) in the Region of Warmia and Masuria. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 8, n.6, p. 443-446, 1999.

ZIMA T, MESTEK O, TESAR V, TESAROVA P, NEMECEK K, ZAK A, et al. Chromium levels in patients with internal diseases. **Biochemistry and Molecular Biology International**, England, v.46, p. 365-374, 1998.

ANEXO 1

Tabela 14. Concentração de macromelementos em amostras de tecido muscular de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido muscular	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
M.a	62 ± 3	108 ± 4	5359 ± 120	3654 ± 37	993 ± 9	373 ± 26
M.b	60 ± 4	107 ± 3	5492 ± 295	3646 ± 224	1015 ± 31	403 ± 28
M.c	72 ± 11	121 ± 8	7048 ± 662	3784 ± 346	1431 ± 136	448 ± 41
M.d	54 ± 3	273 ± 20	5603 ± 423	3257 ± 354	1394 ± 171	362 ± 35
M.e	61 ± 3	155 ± 14	7897 ± 355	4962 ± 216	1264 ± 62	551 ± 20
M.f	68,± 3	126 ± 5	7931 ± 46	4813± 28	1188 ± 20	552 ± 2

Tabela 16. Concentração de microelementos em amostras de tecido muscular de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido muscular	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
M.a	1,06 ± 0,91	0,120 ± 0,113	0,043 ± 0,012	0,679 ± 0,907	<LOD	4,35 ± 1,08	87,4 ± 2,0
M.b	1,60 ± 0,31	0,023 ± 0,006	0,024 ± 0,003	0,395 ± 0,035	0,102 ± 0,116	3,59 ± 0,22	89,8 ± 5,06
M.c	3,24 ± 2,49	0,033 ± 0,032	0,880 ± 0,797	0,457 ± 0,090	0,360 ± 0,014	4,91 ± 1,20	77,6 ± 13,4
M.d	2,30 ± 1,15	0,010 ± 0,000	0,140 ± 0,046	0,014 ± 0,004	0,110 ± 0,127	2,51 ± 0,24	79,5 ± 7,6
M.e	2,36 ± 0,73	0,005 ± 0,004	0,393 ± 0,176	0,673 ± 0,037	0,055 ± 0,005	7,32 ± 1,29	110,3 ± 4,9
M.f	1,54 ± 0,36	0,063 ± 0,019	0,213 ± 0,045	0,717 ± 0,009	0,132 ± 0,023	17,2 ± 2,0	104,4 ± 0,91

Tabela 18. Concentração de macromelementos em amostras de tecido renal de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido renal	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
R.a	229 ± 0,9	438 ± 23	6798 ± 308	7142 ± 238	2419 ± 102	402 ± 33
R.b	242 ± 15	445 ± 5	7116 ± 23	7212 ± 21	2697 ± 84	449,7 ± 21
R.c	212 ± 13	351 ± 20	8630 ± 397	8166 ± 522	2920 ± 82	515 ± 27
R.d	208 ± 7	476 ± 17	9607 ± 62	9679 ± 161	2620 ± 31	599 ± 14
R.e	220 ± 11	447 ± 11	8906 ± 270	10072 ± 258	2844 ± 67	606,0 ± 17
R.f	188 ± 6	448 ± 16	8736 ± 171	8901 ± 201	3340 ± 457	543 ± 8

Tabela 20. Concentração de microelementos em amostras de tecido renal de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido renal	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
R.a	0,830 ± 0,140	0,023 ± 0,012	0,105 ± 0,003	1,91 ± 0,08	0,025 ± 0,007	6,14 ± 2,55	63,1 ± 8,9
R.b	1,17 ± 0,43	0,035 ± 0,004	0,081 ± 0,059	2,05 ± 0,12	<LOD -	8,29 ± 0,59	50,8 ± 3,58
R.c	4,18 ± 3,25	0,693 ± 0,055	0,467 ± 0,096	0,191 ± 0,011	0,113 ± 0,064	12,2 ± 2,4	58,0 ± 4,3
R.d	1,73 ± 0,86	0,587 ± 0,015	0,633 ± 0,110	0,152 ± 0,006	0,090 ± 0,014	9,24 ± 0,38	74,5 ± 1,9
R.e	1,43 ± 0,53	0,031 ± 0,002	0,327 ± 0,029	3,84 ± 0,21	0,240 ± 0,062	13,2 ± 0,84	55,5 ± 0,35
R.f	2,24 ± 0,38	0,283 ± 0,002	0,333 ± 0,026	3,28 ± 0,07	0,423 ± 0,069	14,2 ± 2,0	48,7 ± 1,38

Tabela 22. Concentração de macromelementos em amostras de tecido hepático de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido hepático	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
F.a	108 ± 5	144 ± 4	7044 ± 259	8730 ± 367	1788 ± 50	395 ± 13
F.b	118 ± 4	152 ± 3	7360 ± 150	8938 ± 296	1831 ± 47	416 ± 5
F.c	79 ± 4	141 ± 4	7942 ± 369	8420 ± 402	1575 ± 70	421 ± 15
F.d	156 ± 4	157 ± 15	8815 ± 179	9725 ± 183	2024 ± 70	471 ± 15
F.e	117 ± 2	196, ±14	8208 ±159	9971 ± 246	1900 ± 68	471 ± 8
F.f	123,6 ± 0,4	238 ± 15	9186 ± 625	10798 ± 641	2158± 212	529 ± 20

Tabela 24. Concentração de microelementos em amostras de tecido hepático de bovino obtidas em frigoríficos do Estado da Bahia

Amostras de tecido hepático	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
F.a	1,67 ± 0,32	0,533 ± 0,379	0,133 ± 0,006	3,68 ± 0,16	0,120 ± 0,072	169,6 ± 6,37	88,34 ± 4,50
F.b	2,52 ± 1,44	0,515 ± 0,629	0,483 ± 0,578	3,94 ± 0,04	0,07 ± 0,574	176,5 ± 5,83	92,0 ± 3,26
F.c	0,577 ± 0,367	0,083 ± 0,015	0,237 ± 0,006	0,187 ± 0,011	0,263 ± 0,181	64,4 ± 4,4	67,0 ± 1,8
F.d	0,810 ± 0,609	0,146 ± 0,012	0,383 ± 0,136	0,259 ± 0,007	0,216 ± 0,289	213,2 ± 3,8	67,5 ± 5,6
F.e	2,53 ± 0,56	0,077 ± 0,012	0,313 ± 0,009	7,22 ± 0,06	0,197 ± 0,019	689,1 ± 15,8	75,3 ± 1,4
F.f	2,50 ± 0,73	0,120 ± 0,022	0,307 ± 0,033	6,55 ± 0,36	0,197 ± 0,099	146,1 ± 5,5	99,7 ± 3,6

ANEXO 2

Tabela 26. Concentração de macroelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino macho (ma) e fêmea (fe) do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de macroelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
M.ma	60 ± 4	107 ± 3	5492 ± 295	3646 ± 224	1015 ± 31	403 ± 28
M.fe	54 ± 3	273 ± 20	5603 ± 463	3257 ± 354	1394 ± 171	362 ± 35
R.ma	242 ± 15	445 ± 5	7116 ± 23	7212 ± 21	2697 ± 84	449,7 ± 21
R.fe	208 ± 7	476 ± 17	9607 ± 62	9679 ± 161	2620 ± 31	599 ± 14
F.ma	118 ± 4	152 ± 3	7360 ± 150	8938 ± 296	1831 ± 47	416 ± 5
F.fe	156 ± 4	157 ± 15	8815 ± 179	9725 ± 183	2024 ± 69,6	471 ± 15

Tabela 27. Concentração de microelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino macho (ma) e fêmea (fe) do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
M.ma	1,60 ± 0,31	0,023 ± 0,006	0,024 ± 0,003	0,395 ± 0,035	0,102 ± 0,116	3,59 ± 0,22	89,8 ± 5,06
M.fe	2,30 ± 1,15	0,010 ± 0,000	0,140 ± 0,046	0,014 ± 0,004	0,110 ± 0,127	2,51 ± 0,24	79,5 ± 7,6
R.ma	1,17 ± 0,43	0,035 ± 0,004	0,081 ± 0,059	2,05 ± 0,12	<LOD -	8,29 ± 0,59	50,8 ± 3,58
R.fe	1,73 ± 0,86	0,587 ± 0,015	0,633 ± 0,110	0,152 ± 0,006	0,090 ± 0,014	9,24 ± 0,38	74,5 ± 1,9
F.ma	2,52 ± 1,44	0,515 ± 0,629	0,483 ± 0,578	3,94 ± 0,04	0,07 ± 0,574	176,5 ± 5,83	92,0 ± 3,26
F.fe	0,810 ± 0,609	0,146 ± 0,012	0,383 ± 0,136	0,259 ± 0,007	0,216 ± 0,289	213,2 ± 3,8	67,5 ± 5,6

Tabela 28. Concentração de macromelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino adulto (ba) e jovem (bj) do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
M.ba	60 ± 4	107 ± 3	5492 ± 295	3646 ± 224	1015 ± 31	403 ± 28
M.bj	68,± 3	126 ± 5	7931 ± 46	4813± 28	1188 ± 20	552 ± 2
R.ba	242 ±15	445 ± 5	7116 ± 259	7212 ± 21	2697 ± 84	449,7 ± 21
R.bj	188 ± 6	448 ±16	8736 ±171	8901 ± 201	3340 ± 457	543 ± 8
F.ba	118 ± 4	152 ± 3	7360 ± 150	8938 ± 296	1831 ± 47	416 ± 5
F.bj	123,6 ± 0,4	238 ± 15	9186 ± 625	10798 ± 641	2158± 212	529 ± 20

Tabela 29. Concentração de microelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino adulto (ba) e jovem (bj) do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
M.ba	1,60 ± 0,31	0,023 ± 0,006	0,024 ± 0,003	0,395 ± 0,035	0,102 ± 0,116	3,59 ± 0,22	89,8 ± 5,06
R.ba	1,17 ± 0,43	0,035 ± 0,004	0,081 ± 0,059	2,05 ± 0,12	<LOD -	8,29 ± 0,59	50,8 ± 3,58
F.ba	2,52 ± 1,44	0,515 ± 0,629	0,483 ± 0,578	3,94 ± 0,04	0,07 ± 0,574	176,5 ± 5,83	92,0 ± 3,26
M.bj	1,54 ± 0,36	0,063 ± 0,019	0,213 ± 0,045	0,717 ± 0,009	0,132 ± 0,023	17,2 ± 5,0	104,4 ± 0,91
R.bj	2,24 ± 0,38	0,283 ± 0,002	0,333 ± 0,026	3,28 ± 0,07	0,423 ± 0,069	14,2 ± 2,0	48,7 ± 1,38
F.bj	2,50 ± 0,73	0,120 ± 0,022	0,307 ± 0,033	6,55 ± 0,36	0,197 ± 0,099	146,1 ± 5,5	99,7 ± 3,6

Tabela 30. Concentração de macromelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino jovem (jo) de duas localidades diferentes, Rui Barbosa (RB) e Rafael Jambeiro (RJ), do Estado da Bahia.

Amostras de tecidos	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
M.joRB	61 ± 3	155 ± 14	7897 ± 355	4962 ± 216	1264 ± 62	551 ± 20
M.joRJ	68,± 3	126 ± 5	7931 ± 46	4813± 28	1188 ± 20	552 ± 2
R.joRB	220 ±11	447 ±11	8906 ±270	10072 ± 258	2844 ± 67	606,0 ±17
R.joRJ	188 ± 6	448 ±16	8736 ±171	8901 ± 201	3340 ± 457	543 ± 8
F.joRB	117 ± 2	196, ±14	8208 ±159	9971 ± 246	1900 ± 68	471 ± 8
F.joRJ	123,6 ± 0,4	238 ± 15	9186 ± 625	10798 ± 641	2158± 212	529 ± 20

Tabela 31. Concentração de microelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de bovino jovem (jo) de duas localidades diferentes, Rui Barbosa (RB) e Rafael Jambeiro (RJ), do Estado da Bahia.

Amostras de tecidos	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
M.joRB	2,36 ± 0,73	0,005 ± 0,004	0,393 ± 0,176	0,673 ± 0,037	0,055 ± 0,005	7,32 ± 1,29	110,3 ± 4,9
M.joRJ	1,54 ± 0,36	0,063 ± 0,019	0,213 ± 0,045	0,717 ± 0,009	0,132 ± 0,023	17,2 ± 5,0	104,4 ± 0,91
R.joRB	1,43 ± 0,53	0,031 ± 0,002	0,327 ± 0,029	3,84 ± 0,21	0,240 ± 0,062	13,2 ± 0,84	55,5 ± 0,35
R.joRJ	2,24 ± 0,38	0,283 ± 0,002	0,333 ± 0,026	3,28 ± 0,07	0,423 ± 0,069	14,2 ± 2,0	48,7 ± 1,38
F.joRB	2,53 ± 0,56	0,077 ± 0,012	0,313 ± 0,009	7,22 ± 0,06	0,197 ± 0,019	689,1 ± 15,8	75,3 ± 1,4
F.joRJ	2,50 ± 0,73	0,120 ± 0,022	0,307 ± 0,033	6,55 ± 0,86	0,197 ± 0,099	146,1 ± 5,5	99,7 ± 3,6

Tabela 32. Concentração de macromelementos em amostras de tecidos muscular, renal e hepático de bovino macho adultos de duas localidades diferentes, Guanambi (G) e de Feira de Santana (FS), do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
Músculo G	62 ± 3	108 ± 4	5359 ± 120	3654 ± 37	993 ± 9	373 ± 26
Músculo FS	60 ± 4	107 ± 3	5492 ± 295	3646 ± 224	1015 ± 31	403 ± 28
Rim G	229 ± 1	438 ± 23	6798 ± 308	7142 ± 238	2419 ± 102	402 ± 33
Rim FS	242 ± 15	445 ± 5	7116 ± 23	7212 ± 21	2697 ± 84	449,7 ± 21
Fígado G	108 ± 5	144 ± 4	7044 ± 259	8730 ± 367	1788 ± 50	395 ± 13
Fígado FS	118 ± 4	152 ± 3	7360 ± 150	8938 ± 296	1831 ± 47	416 ± 5

Tabela 33. Concentração de microelementos em amostras de tecidos muscular, renal e hepático de bovino macho adultos de duas localidades diferentes, Guanambi (G) e de Feira de Santana (FS), do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
Músculo G	1,06 ± 0,91	0,120 ± 0,113	0,043 ± 0,012	0,679 ± 0,907	<LOD	4,35 ± 1,08	87,4 ± 2,0
Músculo FS	1,60 ± 0,31	0,023 ± 0,006	0,024 ± 0,003	0,395 ± 0,035	0,102 ± 0,116	3,59 ± 0,22	89,8 ± 5,06
Rim G	0,830 ± 0,140	0,023 ± 0,012	0,105 ± 0,003	1,91 ± 0,08	0,025 ± 0,007	6,14 ± 2,55	63,1 ± 18,9
Rim FS	1,17 ± 0,43	0,035 ± 0,004	0,081 ± 0,059	2,05 ± 0,12	<LOD -	8,29 ± 0,59	50,8 ± 3,58
Fígado G	1,67 ± 0,32	0,533 ± 0,379	0,133 ± 0,006	3,68 ± 0,16	0,120 ± 0,072	169,6 ± 6,37	88,34 ± 4,50
Fígado FS	2,52 ± 1,44	0,515 ± 0,629	0,483 ± 0,578	3,94 ± 0,04	0,07 ± 0,574	176,5 ± 5,83	92,0 ± 3,26

Tabela 34. Concentração de macromelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de fêmeas bovinas adultas (fe) de duas localidades diferentes, Guanambi (G) e de Feira de Santana (FS), do Estado da Bahia

Amostras de tecidos	Concentração média de macromelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão					
	Fe	Ca	K	P	Na	Mg
M.fe G	72 ± 11	121 ± 8	7048 ± 662	3784 ± 346	1431 ± 136	448 ± 41
M,fe FS	54 ± 3	273 ± 20	5603 ± 463	3257 ± 354	1394 ± 171	362 ± 35
R.fe G	212 ± 13	351 ± 20	8630 ± 397	8166 ± 522	2920 ± 82	515 ± 27
R.fe FS	208 ± 7	476 ± 17	9607 ± 62	9679 ± 161	2620 ± 31	599 ± 14
F.fe G	79 ± 4	141 ± 4	7942 ± 369	8420 ± 402	1575 ± 70	421 ± 15
F.fe FS	156 ± 4	157 ± 15	8815 ± 179	9725 ± 183	2024 ± 70	471 ± 15

Tabela 35. Concentração microelementos em amostras de tecidos muscular (M), renal (R) e hepático (F) de fêmeas bovinas adultas (fe) de duas localidades diferentes, Guanambi (G) e de Feira de Santana (FS), do Estado da Bahia.

Amostras de tecidos	Concentração média de microelementos (mg Kg ⁻¹) ± desvio padrão						
	Al	Cd	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
M.fe G	3,24 ± 2,49	0,033 ± 0,032	0,880 ± 0,797	0,457 ± 0,090	0,360 ± 0,014	4,91 ± 1,20	77,6 ± 3,4
M.fe FS	2,30 ± 1,15	0,010 ± 0,000	0,140 ± 0,046	0,014 ± 0,004	0,110 ± 0,127	2,51 ± 0,24	79,5 ± 7,6
R.fe G	4,18 ± 3,25	0,693 ± 0,055	0,467 ± 0,096	0,191 ± 0,011	0,113 ± 0,064	12,2 ± 2,4	58,0 ± 4,3
R.fe FS	1,73 ± 0,86	0,587 ± 0,015	0,633 ± 0,110	0,152 ± 0,006	0,090 ± 0,014	9,24 ± 0,38	74,5 ± 1,9
F.fe G	0,577 ± 0,367	0,083 ± 0,015	0,237 ± 0,006	0,187 ± 0,011	0,263 ± 0,181	64,4 ± 4,4	67,0 ± 1,8
F.fe FS	0,810 ± 0,609	0,146 ± 0,012	0,383 ± 0,136	0,259 ± 0,007	0,216 ± 0,289	213,2 ± 3,8	67,5 ± 5,6