

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**NÍVEIS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS DE  
CORTE TERMINADOS EM CONFINAMENTO: DESEMPENHO,  
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE**

Dayane Cristina Rivaroli

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Mestre.

BOTUCATU- SP  
Março – 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**NÍVEIS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS DE  
CORTE TERMINADOS EM CONFINAMENTO: DESEMPENHO,  
CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E QUALIDADE DA CARNE**

Dayane Cristina Rivaroli  
Zootecnista

Orietador: Prof. Dr. André Mendes Jorge  
Co-Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Mestre.

BOTUCATU- SP  
Março – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R618n Rivaroli, Dayane Cristina, 1989-  
Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho, características da carcaça e qualidade da carne / Dayane Cristina Rivaroli. - Botucatu : [s.n.], 2014  
vii, 84 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014  
Orientador: André Mendes Jorge  
Coorientador: Ivanor Nunes do Prado  
Inclui bibliografia

1. Bovino de corte - Alimentação e rações. 2. Alimentos - Aditivos. 3. Probióticos. 4. Antioxidantes. 5. Carne - Qualidade. I. Jorge, André Mendes. II. Prado, Ivanor Nunes do. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha abençoada família, a qual sempre me apoiou de todas as formas no decorrer da minha vida, proporcionaram-me, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus à força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Por essa razão, gostaria de dedicar e reconhecer à vocês, minha imensa gratidão e sempre amor. E a memória de Catharina Galiano Rivaroli e Antônio Rivaroli, que mais do que avós foram pais.

## AGRADECIMENTOS

A Deus,

A meu pai Miguel Carlos Rivaroli, minha mãe Eliana Cláudia Silva, meus avós Catarina Galiano Rivaroli (*in memorian*) e Antônio Rivaroli (*in memorian*) que são tudo de mais precioso que tenho nessa vida, meus maiores incentivadores e minha maior inspiração, meus queridos e amados PAIS.

A Meus avós Hilda Gardiolo e Azaury Silva pelo carinho e amor.

Ao meu orientador, André Mendes Jorge, pela paciência que teve comigo, pelos ensinamentos e pelos conselhos. Obrigada pela confiança e oportunidade de aprender.

Ao meu professor co-orientador Ivanor Nunes do Prado pelo acolhimento, ensinamento, carinho, paciência, dedicação e também pela amizade que teve por mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Produção Animal-FMVZ/UNESP- Botucatu pela oportunidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto de pesquisa e bolsa de estudo.

Ao grupo de pesquisa do professor André Mendes Jorge, especialmente a Caroline de Lima Francisco pela ajuda e atenção.

Ao grupo de pesquisa do professor Ivanor Nunes do Prado, especialmente José Carlos e os colegas da pós-graduação: Carlos Emanuel Eiras, Fernando Zawadzki, Rodolpho Martin do Prado, Maribel Velandia Valero, Camila Mottin, Carlos Alberto Fugita, Juliana Akamine Torrecilhas, Mariana Oraghi e Rodrigo Augusto Cortez Passetti.

Aos estagiários que me ajudaram durante o experimento.

Ao ilustre professor Carlos Sanudo e a pós-doutoranda Ana Guerrero, da Universidad de Saragoza, pelos ensinamentos e conselhos.

Aos meus amigos: Bruna Paes Reis, Patrícia Granero, Cláudia Surita, Mariana Reginato, Déborah Tostes Martins, João Filipe Torres, Alexandre Perdigão, Juliana Almeida Nogueira, Mariana Zorzetto e Rafael Kenji Tokuda por me divertirem todos os dias e não me deixarem desanimar.

*Tua caminhada*

*“Tua caminhada ainda não terminou...  
A realidade te acolhe dizendo que pela frente  
o horizonte da vida necessita de tuas palavras e do teu silêncio.  
Se amanhã sentires saudades,  
lembra-te da fantasia e sonha com tua próxima vitória.  
Vitória que todas as armas do mundo jamais conseguirão obter,  
porque é uma vitória que surge da paz  
e não do ressentimento.*

*É certo que irás encontrar situações tempestuosas novamente,  
mas haverá de ver sempre o lado bom da chuva que cai  
e não a faceta do raio que destrói.*

*Tu és jovem.  
Atender a quem te chama é belo,  
lutar por quem te rejeita é quase chegar a perfeição.  
A juventude precisa de sonhos e se nutrir de lembranças,  
assim como o leito dos rios precisa da água que rola  
e o coração necessita de afeto.*

*Não faças do amanhã o sinônimo de nunca,  
nem o ontem te seja o mesmo que nunca mais.  
Teus passos ficaram.  
Olhes para trás... Mas vá em frente  
pois há muitos que precisam que chegues para poderem seguir-te.”*

**Charles Chaplin**

SUMÁRIO	PÁGINAS
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	2
2. ANIMAIS MISTIÇOS .....	4
3. ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES .....	5
4. ÓLEOS ESSENCIAIS .....	7
4.1. <i>Orégano (Origanum vulgare)</i> .....	9
4.2. <i>Alho (Allium sativum)</i> .....	10
4.3. <i>Limão (Citrus limonium)</i> .....	11
4.4. <i>Alecrim (Rosmarinus officinalis)</i> .....	11
4.5. <i>Tomilho (Thymus vulgaris)</i> .....	11
4.6. <i>Eucalipto (Eucalyptus saligna)</i> .....	12
5. QUALIDADE DA CARNE BOVINA .....	12
5.1. <i>Cor</i> .....	12
5.2. <i>Maciez</i> .....	13
5.3. <i>Composição de ácidos graxos da carne</i> .....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>31</b>
<b>ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS MISTIÇOS SUPER PRECOSES TERMINADOS EM CONFINAMENTO: DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA.....</b>	<b>31</b>
RESUMO .....	32
ABSTRACT:.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	35
<i>Local:</i> .....	35
<i>Animais e instalações</i> .....	35
<i>Alimentação</i> .....	35
<i>Tratamentos</i> .....	36
<i>Coleta de amostras e cálculos</i> .....	36
<i>Análises estatísticas</i> .....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
4. CONCLUSÕES .....	41
5. AGRADECIMENTOS.....	41
6. LITERATURA CITADA .....	42
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>52</b>
<b>ÓLEOS ESSENCIAIS NA QUALIDADE DA CARNE E DA GORDURA DE BOVINOS SUPER PRECOSES TERMINADOS EM CONFINAMENTO.....</b>	<b>52</b>
RESUMO .....	53
ABSTRACT.....	54
1. INTRODUÇÃO.....	55
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
<i>Local:</i> .....	57

<i>Animais e instalações</i> .....	57
<i>Alimentação</i> .....	57
<i>Tratamentos</i> .....	57
<i>Amostragem e qualidade de carne</i> .....	58
<i>Análises estatísticas</i> .....	59
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
4. CONCLUSÃO .....	66
5. AGRADECIMENTOS .....	66
6. REFERÊNCIAS .....	67
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>83</b>
<b>IMPLICAÇÕES</b> .....	<b>83</b>
1. IMPLICAÇÕES .....	84

## **CAPÍTULO 1.**

### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. Introdução geral

O Brasil é o país com o maior rebanho bovino comercial do mundo, com 190 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2013). É também o segundo maior produtor de carne bovina com 8.53 milhões de toneladas de equivalente-carcaça no ano de 2012 (ANUALPEC, 2013). Com o aumento do poder aquisitivo da população em países em desenvolvimento, aumenta-se a busca por proteína animal. O setor industrial, exportador da carne bovina, representa um total de mais de 24% das exportações mundiais, sendo distribuída para diversos países em praticamente todos os continentes, tendo como destino principal da carne congelada a Rússia e países do Oriente Médio (ANUALPEC, 2013). As exportações de carne bovina brasileira ainda são limitadas por questões sanitárias, que ainda hoje são deficitárias no Brasil e pela falta de certificação de origem, porém nos últimos 10 anos o Brasil tornou-se o maior exportador de carne bovina do mundo e com perspectivas de manter-se nessa liderança até os anos 2020 (Tabela 1) (FAPRI, 2013).

Tabela 1 – Exportações líquidas (exportada e importada) de carne bovina no mundo (principais países) – Milhões de toneladas

Países	Ano				
	2000	2005	2010	2015*	2020*
Argentina	134	537	297	281	338
Austrália	1.341	1.264	1.317	1.547	1.667
Brasil	560	1.534	1.781	2.475	2.858
Canadá	250	447	290	115	148
China	41	7	22	-87	-287
Índia	550	605	700	753	746
Nova Zelândia	489	628	500	550	622
Tailândia	0	2	-1	-3	-14
Ucrânia	100	29	22	12	38
UE	198	-201	-330	-360	-391
USA	-440	-1.180	-70	-267	-424
Total	2.693	3.687	5.052	5.999	6.723
US Dólar/ton	1.597	1.831	2.091	2.430	2.530

FAPRI (2013) – Food Agricultural Policy Research Institute. \*Previsão.

Uma das principais características da pecuária brasileira é o sistema de produção estabelecido, no qual o sistema extensivo de criação bovina no Brasil representa mais de 90% do total da produção de carne (ANUALPEC, 2013). A utilização deste sistema é

pelas condições favoráveis que encontramos em território nacional, como exemplo, as grandes extensões territoriais, que como a agricultura, a cada dia ganha mais espaço com a agregação de mais áreas advindas do desflorestamento que muitas das vezes feitas de forma ilegal, da mesma forma, o baixo custo da terra, em comparação com a de outros países que competem com o Brasil na produção e exportação de produtos cárneos, e o baixo investimento necessário para a execução deste sistema de produção.

Contudo, o mercado mundial de carne se modernizou e tem buscado cada vez mais técnica para atender o consumidor, além da busca por um sistema mais produtivo e eficiente. Nesse contexto, o sistema de terminação em confinamento cresceu em 55% (ANUALPEC, 2013). A prática de confinamento é uma boa alternativa, pois reduz a idade de abate dos animais (carne de animais abatidos mais jovens estão associadas com carne de melhor qualidade), um retorno do capital investido em curto prazo, descanso das áreas de pastagens durante a seca e proporciona melhor rendimento de carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000). Entretanto, para se produzir animais terminados em confinamento os gastos com alimentação são elevados.

A alimentação dos animais é um aspecto importante para o sucesso do sistema de confinamento, pois além de representar aproximadamente 70% dos custos interfere indireta e diretamente na qualidade da carne (ABRAHÃO et al., 2005; ARICETTI et al., 2008). Os efeitos diretos estão relacionados à composição química e características quantitativas da carcaça, enquanto que os efeitos indiretos são relacionados à redução da idade do abate, pois animais mais jovens estão associados à carne de melhor qualidade (ITO et al., 2010; ITO et al., 2012a; ITO et al., 2012b).

Os nutrientes fornecidos pela dieta aos animais são fermentados no rúmen pelos microorganismos e alguns produtos finais dessa fermentação são utilizados como nutrientes e fontes de crescimento pelos ruminantes, como por exemplo, os ácidos graxos voláteis e a proteína microbiana. Todavia, alguns produtos desse processo, como o gás metano e a amônia representam perdas, tanto de energia como de proteína do alimento para o meio ambiente (MCCAUGHEY et al., 1997; BENCHAAAR & GREATHEAD, 2011).

Para diminuir a eliminação dos produtos maléficos ao meio ambiente oriundos da fermentação ruminal, tais como o nitrogênio e o gás metano, e garantir que todos os nutrientes fornecidos pela dieta sejam aproveitados pelos animais de forma satisfatória

para evitar gastos abusivos e desnecessários com a alimentação melhorando assim a eficiência e o desempenho animal, estudos com produtos que atuam como moduladores da fermentação ruminal, tais como os aditivos, vem sendo alvo de pesquisadores.

## 2. Animais Mestiços

Em parte, a menor produtividade da pecuária brasileira está relacionada ao clima tropical, predominante no país. A utilização de animais mais adaptados às condições mais adversas de ambiente, como temperaturas mais altas, pastagens com menor valor nutritivo e infestação de ectoparasitas, é fundamental para a existência de uma produção eficiente de bovinos de corte nos trópicos (RIBEIRO et al., 2008). Desta forma, em virtude de suas características de adaptação ao ambiente, as raças zebuínas, entre as quais se destaca a Nelore, têm participação importante na formação e produção do rebanho nacional. No entanto, estas raças são reconhecidas pela menor produtividade em comparação às raças européias (RESTLE et al., 2000; CRUZ et al., 2009). Assim, o cruzamento industrial tem sido utilizado com o objetivo de melhorar a produtividade da pecuária de corte e buscar genótipos adequados para atender o mercado e melhorar a qualidade da carne (ARBOITTE et al., 2004).

Na pecuária de corte brasileira, os cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas têm sido realizados com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico dos zebuínos, que são adaptados às condições climáticas do país (PEROTTO et al., 2000; PRADO et al., 2008c), além de melhorar a deposição de gordura e maciez da carne, uma vez que os taurinos apresentam maior deposição de gordura (PRADO et al., 2008b). O aumento do peso e a melhoria da qualidade das carcaças estão entre os benefícios que os cruzamentos entre *Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus* proporcionam à pecuária de corte (PEROTTO et al., 2000), e comprovam a boa complementaridade entre as raças dessas espécies (VAZ et al., 2002).

A escolha da raça é importante para obter uma carcaça desejável. Não existe raça que atenda as exigências de composição de carcaça em uma ampla faixa de mercado, ou uma raça capaz de se adaptar às mais variadas diferenças ambientais, nas quais os bovinos são produzidos. Raças continentais (Charolês, Limousin, Simental, Pardo Suíço, Marchigiana, Chianina e Piemontês) foram selecionadas para características de

crescimento. Ao contrário das britânicas (Angus, Devon, Hereford e Shorton) que são mais precoces, e das indianas (Nelore, Guzará e Brahman) que apresentam características de rusticidade (VAZ, 1999). Com relação ao genótipo bovino a ser utilizado, tem sido demonstrado por diversos estudos que animais puros de raças européias (britânicas ou continentais) ou seus mestiços com zebu apresentam melhor desempenho zootécnico (EUCLIDES FILHO et al., 2002; CRUZ et al., 2009) e melhores características de carcaça e de carne (PADRE et al., 2007) em relação aos zebuínos.

Em relação ao desempenho zootécnico, têm sido observadas piores conversões alimentares e ganhos de peso para os zebuínos em relação aos europeus e/ou seus mestiços (RESTLE et al., 2000; MENEZES et al., 2005). Da mesma forma, zebuínos têm produzido carcaças com conformação inferior, menor espessura de gordura de cobertura, percentagem de gordura e marmoreio e carne com menor teor de lipídios totais (PADRE et al., 2007).

Por outro lado, resultados positivos do cruzamento industrial para a pecuária de corte têm sido demonstrados em diversos trabalhos. Entre os benefícios do cruzamento podem ser citados: maior ganho em peso (PEROTTO et al., 2001), melhor eficiência alimentar (EUCLIDES FILHO et al., 2001; EUCLIDES FILHO et al., 2002), menor idade de abate (RESTLE et al. 2000; MENEZES E RESTLE, 2005; MENEZES et al., 2008) e carne mais macia em relação aos zebuínos puros.

De acordo com Ribeiro et al. (2008), nos cruzamentos industriais, geralmente as raças européias são utilizadas como raças paternas, por apresentarem bom ganho de peso e boa qualidade de carcaça e carne, enquanto as raças zebuínas são escolhidas como raças maternas, por apresentarem melhor adaptação ao ambiente tropical, rusticidade e menor exigência de manutenção.

### **3. Aditivos na alimentação de ruminantes**

A alimentação corresponde 70% dos custos da produção animal no sistema de confinamento, por isso para alcançar maior lucratividade é necessário garantir que os nutrientes, fornecidos pela dieta, além de serem fornecidos em quantidades ideais, sejam bem aproveitados pelos animais. Para garantir tal aproveitamento alguns aditivos como

a monensina e os óleos essenciais, são incluídos na dieta, na sua maioria, não nutritivos, com a finalidade de um melhor balanceamento dos nutrientes do alimento (BERGEN & BATES, 1984; GOODRICH et al., 1984).

Os aditivos podem ser classificados de diversas formas, de acordo com os critérios estabelecidos pelos órgãos reguladores, a EFSA (Autoridade Europeia da Segurança do Alimento, 2003) agrupou os aditivos na alimentação animal em cinco categorias de acordo com a função: aditivos tecnológicos (conservantes, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, reguladores de acidez, adsorventes, aglomerantes, antiaglomerantes, antiumectantes, umectantes, gelificantes e espessantes), aditivos sensoriais (corantes, flavorizantes, aromatizantes e palatibilizantes), aditivos nutricionais (vitaminas, microminerais, aminoácidos e ureia) aditivos zootécnicos (melhoradores da digestibilidade – enzimas e ácidos orgânicos; equilibradores de flora intestinal – probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, nutracêuticos; melhoradores de desempenho – antibióticos, ionóforos, repartidores de nutrientes, hormônios; botânicos – ervas, especiarias, extratos vegetais e óleos essenciais) e aditivos anticoccidianos. Entre os aditivos mais utilizados na produção intensiva de bovinos estão os ionofóros, que são um tipo de antibiótico, produzido principalmente por linhagens de bactérias do gênero *Streptomyces*. Entre os vários tipos de ionoforos existentes, apenas três possuem o registro com a devida autorização do Ministério da Agricultura, para sua utilização no Brasil, a monensina sódica, lasalocida e salinomicina sódica, sendo a monensina o mais estudado e utilizado no território nacional como um promotor de crescimento para animais confinados.

O ministério da agricultura no Brasil que é responsável pela elaboração e fiscalização da normativa 13/2004 especifica os critérios de utilização de aditivos na nutrição animal e classifica os aditivos da seguinte forma: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito de anticoccidiostático.

Devido à globalização, as exigências dos mercados consumidores ampliaram-se, visando à saúde humana, criando determinadas regras para o uso destes aditivos na

alimentação animal, que mudam anualmente, restringindo a utilização de alguns aditivos (HOCQUETTE et al., 2005).

Entre os aditivos mais utilizados na produção intensiva de bovinos estão os ionofóros, que são antibióticos. No entanto, a utilização de antibióticos e outros aditivos sintéticos como promotores de crescimento na alimentação animal estão sendo banidos da União Européia desde 2006 pela EFSA (Autoridade Européia da Segurança do Alimento), por meio da regulação 1831/2003/EC. Da mesma forma, a entrada de produtos cárneos advindos de produções em que os animais recebam estes tipos de aditivos na dieta, também terá sua entrada restrita. A preocupação está relacionada com possível desenvolvimento de microrganismos resistentes pelo uso inadequado dos ionoforos na dieta animal, no qual transmitiria e comprometeria a ação terapêutica dos antibióticos em humanos (MATEU & MARTIN, 2001; RUSSELL & HOULIHAN, 2003; DEWULF et al., 2007). Neste sentido é necessário o estudo dos efeitos de possíveis substituintes naturais, para que haja melhorias no sistema de produção de animais confinados, e para que a carne brasileira não tenha tantos entraves ao ser exportada para os países europeus (VALERO et al., 2011; ZAWADZKI et al., 2011a; ZAWADZKI et al., 2011b).

#### **4. Óleos essenciais**

Os óleos essenciais podem ser extraídos de diversas regiões morfoanatômicas das plantas, como por exemplo, flores, cascas, sementes e folhas sendo que sua composição pode variar em relação à região na qual foi extraída. São moléculas hidrofóbicas que contém compostos voláteis da planta (LOSA, 2001). Os óleos essenciais não são moléculas simples, mas sim a mistura de vários compostos (na maioria das vezes terpenos e derivados de terpenos) (BASER & DEMIRCI, 2007). Há várias formas de extração, sendo a destilação simples a forma mais utilizada na obtenção dos óleos essenciais comerciais, mas podendo também ser feita por meio da fermentação ou extração por solventes (GREATHEAD, 2003; YANG et al., 2010; ZHANG et al., 2010).

A utilização dos óleos essenciais para o consumo animal e humano é permitida por serem substâncias geralmente reconhecidas como seguras, de acordo com o FDA -

“Food and Drug Administration”, órgão governamental dos Estados Unidos responsável pelo controle dos alimentos (FDA, 2006). Segundo Burt (2004), por conta de seus aromas, “flavour” e propriedades antissépticas e/ou preservativas justifica a sua utilização por séculos. Os óleos essenciais são de extrema importância como matéria prima para indústrias, na manufatura de produtos dos setores de perfumaria, cosmética, farmacêutica, higiene, limpeza, alimentícia e bebidas (BAKKALI et al., 2008).

Os extratos de plantas contêm uma ampla variedade de compostos com diferentes funções e mecanismos de ação (BURT et al., 2004). Dependendo do composto predominante e sua concentração, é que se determinará o modo de ação e a função de cada extrato vegetal (BENCHAAR et al., 2008).

Os óleos essenciais atuam na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas, ou seja, alteram a permeabilidade da membrana citoplasmática (BENCHAAR et al., 2008) A alteração dos gradientes de íons conduz à deterioração dos processos essenciais da célula como transporte de elétrons, translocação de proteínas, etapas da fosforilação e outras reações dependentes de enzimas, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente, a morte bacteriana (DORMAN & DEANS, 2000). Algumas classes de compostos ocasionam tal efeito, como por exemplo, a classe dos compostos fenólicos (fenóis simples – cetocol, ácidos fenólicos – ácido anacárdico, cinâmico, caféico e rícinioléico, quinonas – hipericina, flavonóis – totarol, taninos – Elagitanina, Cumarinas – Warfarin), terpenóides (Capsaicina, Thimol Mentol, Carvacrol, Cânfora, Eugenol) e fenóis (CHAO et al., 2000).

Os compostos fenólicos determinam sua capacidade de atuar em função do grau de metoxilação e o número de hidroxilas para atuarem como agentes redutores contra o estresse oxidativo (OLDONI, 2007).

A classe dos terpenóides (Capsaicina, Thimol Mentol, Carvacrol, Cânfora, Eugenol) e fenóis conferem aos óleos essenciais propriedades tóxicas para as bactérias Gram positivas e Gram negativas (CHAO et al., 2000). As bactérias gram negativas têm duas camadas lipoprotéicas; a membrana externa contém lipossacarídeos caracterizando uma membrana hidrofílica de qualidade acarretando em uma barreira à permeabilidade de substâncias hidrofóbicas, tais como os óleos essenciais. Isto pode explicar a resistência

frequente de bactérias gram negativas para efeito antimicrobiano de alguns óleos essenciais (CHAO et al., 2000).

A atividade antioxidante dos óleos essenciais está relacionada, principalmente, com a presença de compostos fenólicos. No entanto, compostos como os flavonóides e terpenóides também apresentam atividade antioxidante. Essas substâncias podem interceptar e neutralizar radicais livres, impedindo a propagação do processo oxidativo (HUI, 1996). Se ministrado em excesso os óleos essenciais podem ter atividade pro-oxidante (BAKKALI et al., 2008).

Além de ter efeitos antimicrobianos e atividade antioxidante, alguns autores afirmam que os óleos essenciais também atuam melhorando a digestão, através do estímulo da atividade enzimática (MELLOR, 2000; BENCHAAR et al., 2008; PATRA, 2011).

Alguns pesquisadores acreditam que, para obtenção de melhores resultados, devem ser administradas combinações de óleos essenciais de diferentes plantas (LANGHOUT, 2000) e reforçados pelos princípios ativos mais relevantes (KAMEL, 2000).

#### **4.1. Orégano (*Origanum vulgare*)**

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma planta perene que pertence à família *Lamiacea*. Várias espécies do gênero *Origanum* são nativas do Mediterrâneo Europeu.

O óleo essencial de orégano vem despertando interesse por possuir atividade biológica (antibacteriana, antifúngica e antioxidante), combatendo alguns tipos de bactérias que costumam ser muito resistentes aos antibióticos. Possui um aroma característico forte, devido ao seu óleo essencial ter em sua composição uma grande parte de carvacrol. Tem sido descrito que o óleo essencial de *Origanum vulgare* possui mais de 34 princípios ativos sendo os principais carvacrol, timol, gama terpeno e p-cimeno que representa aproximadamente 85% da composição total do óleo (ZHANG et al., 2010).

O modo de ação do carvacrol ainda não foi totalmente esclarecido, porém, sua ação pode ser atribuída principalmente à capacidade de tornar a membrana das bactérias permeáveis, sobretudo às bactérias gram-positivas (LAMBERT et al., 2001; LAMBERT et al., 2004), reagindo com os lipídeos da membrana e os radicais

hidroxilas convertendo-os em produtos instáveis (YANISHLIEVA et al., 2001). Todavia, o carvacrol também parece ser capaz de desintegrar a membrana externa das bactérias gram-negativas, e aumentando a permeabilidade da membrana citoplasmática (ULTEE et al., 2000; BURT, 2004).

O interesse no estudo deste composto como aditivo na nutrição animal, é devido a necessidade da obtenção de um produto alternativo ao uso de antibióticos na produção animal, e está sendo utilizado devido as funções observadas, possuindo propriedades antibacterianas e antiparasitárias (DIDRY et al., 1994), antioxidante (AESCHBACH et al., 1994; FASSEAS et al., 2008) e antimicrobiana, apresentando seu efeito principalmente pelo alto conteúdo de compostos fenólicos. Da mesma forma, Baniyas et al. (1992) extraíram o óleo essencial das folhas e flores do orégano e testaram a atividade antifúngica com três tipos de fungos e observaram uma forte ação inibitória nestes fungos testados. A ação dos óleos essenciais de orégano parece também ser capaz de combater a atividade de alguns patógenos de origem alimentar, como exemplo, a inibição da *Escherichia coli* O157:H7 (ELGAYYAR et al., 2001).

Na produção de ruminantes, Chaves et al. (2008); Chaves et al. (2011) verificaram que o carvacrol pode aumentar a proporção de propionato, sendo este, um precursor da glicose em ruminantes, que posteriormente poderá refletir em maiores ganhos de peso ao animal.

#### **4.2. Alho (*Allium sativum*)**

O alho tem sua origem na região da Sicília, Ásia Central e vários pontos da Europa e do Ocidente (CORRÊA, 1984). Pertence à família *Liliaceae*. O alho é consumido como alimento e como medicamento desde a antiguidade. Amplamente utilizado no Brasil apresenta no bulbo os componentes responsáveis por suas ações. O óleo essencial é obtido através da destilação por arraste a vapor de bulbos macerados. A principal substância que compõe o sabor característico do alho é a dialila dissulfeto que compõe aproximadamente 70% dos compostos voláteis deste produto, o que confere características antioxidantes e antimicrobianas (IVANOVA et al., 2009).

Outros compostos também são identificados nos óleos essenciais do alho, tais como a aliina, alicina e garlanicina (YINAND CHENG, 1998). A aliina e alicina são compostos que agem como antioxidantes por terem efeito na enzima xantina-oxidase,

inibindo assim a peroxidação lipídica além da alicina tem em sua composição o selênio que combate os radicais livres.

Em pesquisas conduzidas *in vivo* e *in vitro* foram identificados no alho dois princípios antibacterianos distintos: alicina (CAVALLITO et al., 1944) e garlicina (MACHADO et al. 1948), ambos de ação contra bactérias tanto Gram-positivas quanto Gram-negativas.

#### **4.3. Limão (*Citrus limonium*)**

O gênero *Citrus* tem aproximadamente 16 espécies na família *Rutaceae* e são frequentemente cultivadas em regiões subtropicais. Os óleos essenciais de *Citrus* movimentam um amplo setor da produção mundial de óleos essenciais (TIRADO et al., 1995). A família *Rutaceae* é bastante conhecida por sua atividade antimicrobiana. O óleo essencial de *Citrus limonium* contém limoneno (90%), citral (3,5%), uma boa quantidade de pineno e citronela ambos com características antioxidantes e antimicrobianas (ALONSO, 1998).

#### **4.4. Alecrim (*Rosmarinus officinalis*)**

O óleo essencial é retirado das folhas e flores (CARVALHO & ALMANÇA, 2003). Esse óleo essencial tem em sua composição compostos com atividade inibitória sobre as bactérias, tanto as Gram-negativas quanto as Gram-positivas, como por exemplo, hidrocarbonetos mono-terpênicos, ésteres terpênicos, linalol, verbinol, terpineol, 3-octanona e acetato de isobornila (BARATTA et al., 1998).

Segundo Silva et al., (2008), o óleo essencial de alecrim é também constituído por terpenoides (carnosol, ácidos carnosílico, oleânico, ursólico) que possuem atividade antioxidante.

#### **4.5. Tomilho (*Thymus vulgaris*)**

O tomilho é originário do Mediterrâneo. O óleo essencial é rico em timol, que tem uma ação antimicrobiana contra vários agentes, quer bactérias quer fungos, por vezes mesmo contra micróbios que adquiriram resistência aos antibióticos comuns (MATOS et al., 1999).

#### **4.6. Eucalipto (*Eucalyptus saligna*)**

Os óleos essenciais de eucalipto são compostos formados por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis, apresentando grupos químicos como: hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres. Em geral, os óleos essenciais são constituídos de terpenos mais complexos, como o citronelal e o cineol. (DORMAN & DEANS, 2000). Nos eucaliptos, os óleos essenciais encontram-se basicamente em suas folhas (CHAIBI et al., 1997; OYEDEJI et al., 1999). Os terpenos conferem aos óleos essenciais propriedades antimicrobianas.

### **5. Qualidade da carne bovina**

Com a ampliação dos mercados e consumo interno da carne bovina, advindo do aumento de renda da população, as exigências quanto à qualidade do produto se tornam evidentes e assumem proporções importantes dentro da cadeia da carne; sendo a qualidade da carne um dos fatores mais importantes para a sua comercialização (BRONDANI et al., 2006).

Entre as principais características que geralmente os consumidores relacionam com qualidade da carne estão: maciez, cor, textura, sabor e marmorização. Mas, com a expansão do mercado internacional, novos conceitos de qualidade têm sido exigidos e apenas os atributos sensoriais não são mais suficientes. A exigência atual é que sejam incorporados atributos tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (teor de proteína, lipídios totais, colesterol e perfil de ácidos graxos) e sanitários. Além disso, com a maior consciência dos consumidores, o conceito de qualidade se amplia e questões ambientais, sociais e éticas também devem ser consideradas.

#### **5.1. Cor**

No momento da compra da carne, os consumidores dão maior importância à cor, à gordura visível, ao preço e ao corte da carne (IGARASI et al., 2008). Apesar da cor da carne não influenciar sua palatabilidade ou seu valor sensorial (MÜLLER, 1987) é o primeiro atributo que o consumidor avalia no momento da compra. Carne vermelha escura, normalmente, é rejeitada pelo consumidor, que associa a cor escura com

possível deterioração e/ou originada de animais velhos (VAZ E RESTLE, 2002; BRONDANI et al., 2006). Entretanto, variações no pH podem afetar a cor da carne, independentemente da idade do animal.

Fatores como, espécie, raça, sexo, idade do animal, tipo de músculo, tipo de fibra muscular e sistema de terminação podem alterar a cor da carne. Ainda, o estresse pré abate ao quais os animais podem ser submetidos também pode alterar os atributos da carne, como a cor, o pH e a capacidade de retenção de água (FERGUSON E WARNER, 2008).

Animais estressados apresentam maior consumo de glicogênio muscular antes do abate e isto acarretará em menor queda do pH *post mortem* (PÖSÖ E PUOLANNE, 2005; JELENÍKOVÁ et al., 2008) e escurecimento da carne. Várias causas podem desencadear o estresse no período pré-abate. As mais comuns são as condições adversas de transporte, manejo pré-abate inadequado (HEINEMANN et al., 2003) e a raça (GRANDIN, 2000). Animais de origem zebuína são reconhecidos pela maior susceptibilidade ao estresse (SILVA SOBRINHO et al., 2005) em função do temperamento mais agressivo em relação aos bovinos europeus.

## **5.2. Maciez**

Entre as características que influenciam a qualidade do produto final, a maciez da carne está entre as mais importantes (SANTOS et al., 2002; JELENÍKOVÁ et al., 2008), sendo capaz de influenciar a aceitabilidade do produto pelos consumidores (MILLER, 2001). A relação positiva existente entre o preço dos cortes e a relativa maciez dos mesmos comprova a importância desta característica sobre a satisfação do consumidor (IGARASI et al., 2008).

A maciez da carne pode ser influenciada por diversos mecanismos, e o entendimento destes se faz necessário para que seja possível o controle da sua qualidade. A raça ou o grupo genético está entre os fatores *ante mortem* que apresentam efeito sobre a maciez da carne (DENOYELLE E LEBIHAN, 2004). Embora, a alimentação, a idade (DENOYELLE E LEBIHAN, 2004), o sexo (JELENÍKOVÁ et al., 2008), o temperamento (BEHRENDTS et al., 2009), o manejo pré e pós-abate (JELENÍKOVÁ et

al., 2008) e as tecnologias de amaciamento *post mortem* (BIANCHINI et al., 2007) também, exercem influência na maciez da carne.

Outros fatores como o estado de *rigor mortis*, a capacidade de retenção de água, a gordura intramuscular, o tecido conjuntivo, o comprimento de feixes musculares e os tipos de fibras também contribuem para a definição da maciez da carne (OTTO et al., 2006).

Entre os fatores citados, a raça talvez seja o de maior importância. Diferenças têm sido observadas na maciez da carne entre *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus*. Há constatações de que a participação de genes zebuínos, em cruzamentos com bovinos europeus, diminui consideravelmente a maciez da carne (KOOHMARAIE, 1994; GESUALDI et al., 2000; HEINEMANN et al., 2003; RESTLE et al., 2003; BIANCHINI et al., 2007).

São principalmente as proteases cálcio dependentes, denominadas calpaínas, que atuam na degradação das fibras musculares e são parcialmente responsáveis pela proteólise *post mortem* (GRUBER et al., 2006). Apesar do importante papel das calpaínas para tornar a carne macia, é a atividade da calpastatina (inibidora das calpaínas) que apresenta maior correlação com a maciez da carne (KOOHMARAIE, 1994). Ibrahim et al. (2009) não encontraram diferenças para a atividade das calpaínas entre animais de grupos genéticos diferentes, mas constataram diferença para a atividade de calpastatina. Estes autores observaram que os animais que apresentaram maior atividade para a calpastatina também apresentam menor maciez.

Desta forma, a menor maciez da carne oriunda de zebuínos estaria associada à menor extensão da proteólise das fibras musculares (WULF et al., 1996). Existe uma diferença na quantidade de calpastatina encontrada 24 h após abate, entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* (WULF et al., 1996). Zebuínos apresentam maior atividade de calpastatina, fato que vem sendo utilizado para indicação do cruzamento destes animais com raças européias, com a finalidade de melhorar a maciez da carne brasileira (LEPETIT, 2008). Além do cruzamento industrial, outros mecanismos têm sido utilizados para diminuir os efeitos negativos do gado *Bos taurus indicus* na qualidade da carne. Entre os vários mecanismos, a maturação tem sido uma das alternativas tecnológicas para melhorar a maciez da carne.

A maturação da carne consiste em mantê-la, após o processo de *rigor mortis*, sob

refrigeração, por um período de tempo que pode variar de um a 28 dias (BIANCHINI et al., 2007) e embalada a vácuo. A maciez durante este período se desenvolve principalmente pela atuação das enzimas calpaínas e pelo seu fator de inibição - calpastatína. Estudos têm demonstrado que à medida que se aumenta o período de maturação existe uma melhora na maciez da carne, avaliada pela força de cisalhamento (HEINEMANN et al., 2003; NEATH et al., 2007) e que no processo de maturação as diferenças de maciez existentes entre as raças desaparecem ou diminuem (MORALES et al., 2003; BIANCHINI et al., 2007; IBRAHIM et al., 2009). Assim, o processo de maturação pode servir para melhorar a qualidade da carne bovina, além de proporcionar maior padronização do produto.

### **5.3. Composição de ácidos graxos da carne**

A carne é classificada dentro da categoria de alimentos ricos em gordura. Seu consumo tem sido apontado como causa de doenças cardíacas nos humanos. A carne de ruminantes apresenta elevado teor de gordura saturada e monoinsaturada e pequenas quantidades de ácidos graxos poliinsaturados (SCOLLAN et al., 2006; PADRE et al., 2007; DUCATTI et al., 2009) em relação à carne de animais não-ruminantes. Assim, a composição de ácidos graxos da carne bovina contraria as atuais recomendações médicas que visam à redução da ingestão de gordura saturada e ao aumento do consumo de gordura insaturada, particularmente dos ácidos graxos da família ômega 3 (HMSO, 1994; WHO, 2003).

A elevada concentração de gordura saturada na carne dos ruminantes ocorre em função do processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, que são transformados em ácidos graxos saturados no rúmen (FRENCH et al., 2000). É durante o processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados (linoleico – 18:2 n-6 e linolênico - 18:3 n-3), juntamente com a enzima  $\Delta_9$  dessaturase, que há a formação do ácido linoleico conjugado (18:2 n-6 c9 t11 - ALC) (FERNANDES et al., 2009). O ALC é reconhecido pelas propriedades anticarcinogênicas, imunimedição, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (MULVIHILL, 2001).

Os ácidos graxos saturados (AGS), sobretudo os ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0), apresentam potencial para elevar o LDL colesterol sanguíneo nos humanos (WHO, 2003; LI et al., 2005) e conseqüentemente desencadear doenças coronarianas (WOOD et al., 2003). Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) não apresentam efeito sobre o nível de colesterol no sangue. Em contrapartida, os ácidos graxos poliinsaturados proporcionam benefícios à saúde humana (SCOLLAN et al., 2006). Os ácidos ômega 3 apresentam funções anticarcinogênica e evitam a formação de trombos, o que reduz os riscos de problemas cardíacos (ENSER, 2001; HU, 2001). Assim, o conhecimento da composição dos ácidos graxos da gordura intramuscular da carne bovina, e as formas para manipular esta composição tornam-se importantes face aos problemas de saúde, que podem ser originados pelo acúmulo desta substância nos tecidos humanos.

A dieta tem sido o principal mecanismo utilizado na tentativa de manipular a composição dos ácidos graxos da carne. Em ruminantes esta não tem sido uma tarefa simples como para os não-ruminantes. Entretanto, observa-se que resultados positivos têm sido demonstrados por pesquisadores (DE LA TORRE et al., 2006; KAZAMA et al., 2008; PRADO et al., 2008; MAGGIONI et al., 2009).

## 6. Referências bibliográficas

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.

AESCHBACH, R.; LÖLIGER, J.; SCOTT, B.C.; MURCIA, A.; BUTLER, J.; HALLIWELL, B.; ARUOMA, O.I. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 1994.

ALONSO, J.R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: Isis Ediciones Buenos Aires, 1998.

ANTHONY, K.P.; DEOLU-SOBOGUN, S.A.; SALEH, M.A. Comprehensive assessment of antioxidant activity of essential oils. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 8, p. C839-C843, 2012.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. 20th. São Paulo, SP, BR: Instituto FNP, 2013. 289.

ARBOITTE, M.Z., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C., PASCOAL, L.L., PACHECO, P.S., SOCCAL, D.C. 2004. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **R. Bras. Zootec.** 33: 959-968.

ARICETTI, J.A.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils—a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BANIAS, C.; OREOPOULOU, V.; THOMOPOULOS, C.D. The effect of primary antioxidants and synergists on the activity of plant extracts in lard. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 69, n. 6, p. 520-524, 1992.

BARATTA, M.T.; DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G.; BIONDI, D.M.; RUBERTO, G. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, n. 6, p. 618-627, 1998.

BAUMAN, D.E.; L.H., BAUMGARD; CORL, B.A. ; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 1999.

BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 209-228, 2008.

BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 338-355, 2011.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1465-1483, 1984.

BEHRENDTS, S.M., MILLER, R.K., ROUQUETTE JR, F.M., RANDEL, R.D., WARRINGTON, B.G., FORBES, T.D.A., WELSH, T.H., LIPPKE, H., BEHRENDTS, J.M., CARSTENS, G.E., HOLLOWAY, J.W. 2009. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and tenderness in beef steers. **Meat Sci.** 81:433-438.

BERG, R.T. E BUTTERFIELD, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney University Press, 240p.

BIANCHINI, W., SILVEIRA, A. C., JORGE, A. M., ARRIGONI, M. B., MARTINS, C. L., RODRIGUES, E., HADLICH, J. C., ANDRIGHETTO, C. 2007. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoceos. **Rev. Bras. Zoot.** 36: 2109-2117.

BRONDANI, I.L., SAMPAIO, A.A.M., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C., FREITAS, L.S., AMARAL, G.A., SILVEIRA, M.F., CAZIMBRA, I.M. 2006. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **R. Bras. Zootec.** 35: 2034-2042.

BRONDANI, I.L., SAMPAIO, A.A.M., RESTLE, J., BERNARDES, R.A.L.C., PACHECO, P.S., FREITAS, A.K., KUSS, F., PEIXOTO, L.A.O. 2004. Aspectos quantitativos de carcaças de bovinos de diferentes raças, alimentados com diferentes níveis de energia. **R. Bras. Zootec.** 33: 978-988.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CARVALHO, J.C.T.; ALMANÇA, C.C.J. **Formulário de prescrição fitoterápica**. Ed. Atheneu, 2003.

CAVALLITO, C.J.; BUCK, J.S.; SUTER, C.M. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. II. Determination of the chemical structure. **Journal of the American Chemical Society**, v. 66, n. 11, p. 1952-1954, 1944.

CHAIBI, A.; ABABOUCHE, L.H.; BELASRI, K.; BOUCETTA, S.; BUSTA, F.F. Inhibition of germination and vegetative growth of (*Bacillus cereus*) T and (*Clostridium botulinum*) 62A spores by essential oils. **Food Microbiology**, v. 14, n. 2, p. 161-174, 1997.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERG, C. J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 5, p. 639-649, 2000.

CHAVES, A. V.; DUGAN, M. E. R.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; BYSTROM, J. M.; MCALLISTER, T. A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 213-220, 2011.

CHAVES, A. V.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; MCALLISTER, T. A.; BENCHAAAR, C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 396-408, 2008.

CORRÊA, M.P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. 1984.

CRUZ, G.M., RODRIGUES, A.A., TULLIO, R.R., ALENCAR, M.M., ALLEONI, G.F., OLIVEIRA, G.P. 2009. Desempenho de bezerros da raça Nelore e cruzados desmamados recebendo concentrado em pastagem adubada de *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*. **R. Bras. Zootec.** 38: 139-148.

DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v. 9, n. 1, p. 10, 2010.

DENOYELLE, C. E LEBIHAN, E. 2004. Intramuscular variation in beef tenderness. **Meat Sci.** 66: 241-247.

DEWULF, J.; CATRY, B.; TIMMERMAN, T.; OPSOMER, G.; DE KRUIF, A.; MAES, D. Tetracycline-resistance in lactose-positive enteric coliforms originating from Belgian fattening pigs: Degree of resistance, multiple resistance and risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 78, n. 3-4, p. 339-351, // 2007.

DIDRY, NICOLE; DUBREUIL, LUC; PINKAS, MADELEINE. Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria. **Pharmaceutica Acta Helvetiae**, v. 69, n. 1, p. 25-28, 1994.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.

DUCATTI, T., PRADO, I.N., ROTTA, P.P., PRADO, R.M., PEROTTO, D., MAGGIONI, D., VISENTAINER, J.V., 2009. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. **Asian-Austr. J. Anim. Sci.** 22, 433-439

DYE, L.; BLUNDELL, J. Functional foods: psychological and behavioural functions. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. SupplementS2, p. S187-S211, 2002.

ELGAYYAR, M.; DRAUGHON, F. A.; GOLDEN, D. A.; MOUNT, J. R. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 7, p. 1019-24, Jul 2001.

ERNANDES, F.; GUERESCHI, M.P.; GARCIA-CRUZ, C.H. Atividade antimicrobiana de diversos óleos essenciais em microrganismos isolados do meio ambiente. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, 2008.

EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V.P.B., FIGUEIREDO, G.R., BARBOSA, R.A. 2001a. Eficiência Bionutricional de Animais Nelore e seus Mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em Duas Dietas. **R. Bras. Zootec.** 30:77-82.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G.L.D., FIGUEIREDO, G.R. 2001b. Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **R. Bras. Zootec.** 30:71-76.

EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R., EUCLIDES, V.P.B., SILVA, L.O.C., CUSINATO, V.Q. 2002. Eficiência Bionutricional de Animais da Raça Nelore e seus Mestiços com Caracu, Angus e Simental. **R. Bras. Zootec.** 31:331-334, suplemento.

FASSEAS, M.K.; MOUNTZOURIS, K.C.; TARANTILIS, P.A.; POLISSIOU, M.; ZERVAS, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1188-1194, 2008.

FERGUSON, D.M., E WARNER, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. **Meat Sci.** 80: 12-19.

FORDYCE, G.; GODDARD, M.E.; TYLER, R.; WILLIAMS, G.; TOLEMAN, M.A. Temperament and bruising of Bos indicus cross cattle. **Animal Production Science**, v. 25, n. 2, p. 283-288, 1985.

FUNCK, L. G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J. M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 56, n. 2, p. 123-134, 2006.

GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, Jun 1984.

GESUALDI JR.,A. PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. 2000. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. **R. Bras. Zootec.** 29: 1467-1473.

GRANDIN, T. 2000. Livestock handling and transport. **Wallingford: CABI**, 2000. p.63-85.

GRUBER, S.L., TATUM, J.D., SCANZA, J.A., CHAPMAN, P.L., SMITH, G.C., BELK, K.E. 2006. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. **J. Anim. Sci.** 84: 3387-3396.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 279-290, 2003.

GRUNERT, K.G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 149-160, 2006.

HEINEMANN, R.J.B., PINTO, M.F., ROMANELLI, P.F. 2003. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesq. Agropec. Bras.** 38:963-971.

HMSO (England). 1994. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease: HMSO, p.37-46 (Report on Health and Social Subjects, 46).

HOCQUETTE, J. F.; RICHARDSON, R. I.; PRACHE, S.; MEDALE, F.; DUFFY, G.; SCOLLAN, N. D. The future trends for research on quality and safety of animal products. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. SUPPL. 3, p. 49-72, // 2005.

HUI, Y.H. Oleoresins and essential oils. **Bailey's industrial oil and fat products. New York: Wiley-Interscience Publication**, v. 6, p. 145-153, 1996.

IGARASI, M.S., ARRIGONI, M.B., HADLICH, J.C., SILVEIRA, A.C., MARTINS, C.L., OLIVEIRA, H.N. 2008. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho e sorgo. **R. Bras. Zootec.** 37:520-528.

INOUE, S.; UCHIDA, K.; MARUYAMA, N.; YAMAGUCHI, H.; ABE, S. A novel method to estimate the contribution of the vapor activity of essential oils in agar diffusion assay. **Japanese Journal of Medical Science and Micology**, v. 47, n. 2, p. 91-98, 2006.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1-4, p. 39-57, 4/21/ 2003.

ITO, R. H.; PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; OLIVEIRA, M. G.; PRADO, R. M.; MOLETTA, J. L. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 384-391, 2012a.

ITO, R. H.; VALERO, M. V.; PRADO, R. M.; RIVAROLI, D. C.; PEROTTO, D.; PRADO, I. N. Meat quality from four genetic groups of bulls slaughtered at 14 months old. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 4, p. 425-432, 2012b.

ITO, R.H.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V.; PRADO, R.M.; FUGITA, C.A.; PIRES, M.C.O. Carcass characteristics, chemical and fatty acid composition of *Longissimus* muscle of Purunã bulls slaughtered at 18 or 24 months of age. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 299-307, 2010.

IVANOVA, A.; MIKHOVA, B.; NAJDENSKI, H.; TSVETKOVA, I.; KOSTOVA, I. Chemical composition and antimicrobial activity of wild garlic *Allium ursinum* of Bulgarian origin. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 8, p. 1059-1062, 2009.

JELENÍKOVÁ, J., PIPEK, P., STARUCH, L. 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Sci.** 80: 870-874.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts The focus on herbs and spices in modern animal feeding is too often forgotten. Since the prohibition of most of the anti-microbial growth promoters, plant extracts have gained interest in alternative feed strategies. **Feed Mix**, v. 8, n. 4; SPI/1, p. 19-23, 2000.

KOOHMARAIE, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Sci.** 36: 93-104.

LALLO, F. H.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G.; ZEOULA, L. M.; MOREIRA, F. B.; WADA, F. Y. Substitution levels of corn silage by pineapple by-products on ruminal degradability in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 719-726, 2003.

LAMBERT, C.; APEL, K.; BIESALSKI, H. K.; FRANK, J. 2-Methoxyestradiol induces caspase-independent, mitochondria-centered apoptosis in DS-sarcoma cells. **International Journal of Cancer**, v. 108, n. 4, p. 493-501, // 2004.

LAMBERT, R.J.W.; SKANDAMIS, P.N.; COOTE, P.J.; NYCHAS, G.J.E. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, n. 3, p. 453-462, 2001.

LANCIOTTI, R.; GIANOTTI, A.; PATRIGNANI, F.; BELLETTI, N.; GUERZONI, M.E.; GARDINI, F. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 3, p. 201-208, 2004.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. **World poultry**, v. 16, n. 3, p. 1-6, 2000.

LEPETIT, J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. **Meat Sci.** 80: 960-967.

LI, D., Siramornpun, S., Wahlquist, M. L., Mann, N. J., e Sinclair, A. J. 2005. Lean meat and heart health. **Asia Pacific J. Clin. Nutr.** 14:113-119.

LOSA, R. The use of essential oils in animal nutrition. **Cahiers Options Mediterraneennes**, v. 54, p. 39-44, 2001.

LOYOLA, V. R.; PAILE, B. J. A. **Utilização de aditivos em rações de bovinos: Aspectos regulatórios e de segurança alimentar.** Anais 8º Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos-Minerais e Aditivos para Bovinos 2006. 213-224 p.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** 1. São Paulo: LinBife, 2000. 134.

MARQUES, J.A.; IWAYAMA, P.T.; PRADO, I.N.; ALBUQUERQUE, K.P.; SCOMPARIN, V.X.; NASCIMENTO, W.G. Desempenho de novilhas búfalas terminadas em confinamento em resposta ao uso de promotor de crescimento ou de esferas de chumbo no útero. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, p. 1132-1138, 2006.

MATEU, E.; MARTIN, M. Why is anti-microbial resistance a veterinary problem as well? **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 48, n. 8, p. 569-581, 2001.

MATOS, F.J.A; MACHADO, M.I.L.; CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J.W.; SILVA, M.G.V. Medicinal Plants of Northeast Brazil Containing Thymol and Carvacrol-Lippia sidoides Cham. and L. gracillis HBK (Verbenaceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, n. 6, p. 666-668, 1999.

MCCAUGHEY, W.P.; WITTENBERG, K.; CORRIGAN, D. Methane production by steers on pasture. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 519-524, 1997.

MELLOR, S. Alternatives to antibiotics. **Feed Mix**, v. Special, p. 6-8, 2000.

MENEZES, L.F.G. E RESTLE, J. 2005. Desempenho de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. **R. Bras. Zootec.** 34:1927-1937.

MENEZES, L.F.G., RESTLE, J., KUSS, F., BRONDANI, I.L., ALVES FILHO, D.C., CATELLAN, J., OSMARI, M.P. 2008. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Ciência Rural.** 38:771-777.

MOLETTA, J. L.; RESTLE, J. Influence of genetic group on the meat quality characteristics of steers. **Influência do grupo genético sobre características qualitativas da carne de novilhos**, v. 25, n. 5, p. 866-875, // 1996.

MORALES, D.C., CHARDULO, L.A.L., SILVEIRA, A.C., OLIVEIRA, H.N., ARRIGONI, M.B., MARTINS, C.L., CERVIERI, R.C. 2003. Avaliação da qualidade da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos. **Acta Scientiarum.** 25:171-175.

MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PRADO, I.N.; MATSUSHITA, M.; MATSUBARA, M.T.; DOGNANI, R. Protein and mineral supplementation for calves grazing a Mombaça pasture during the winter. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 203-210, 2008.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; EVELÁZIO, N. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, p. 185-191, 2003.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; WADA, F.Y.; MIZUBUTI, I.Y. Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, n. 1, p. 239-249, 2004.

MOREIRA, M. R.; PONCE, A. G.; DEL VALLE, C. E.; ROURA, S. I. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. **LWT-Food Science and Technology**, v. 38, n. 5, p. 565-570, 2005.

MÜLLER, L. 1987. Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos. 2.ed. Santa Maria: UFSM. 31p.

OTTO, G., ROEHE, R., LOOFT, H., THOELKING, L., HENNING, M., PLASTOW, G.S., KALM, E. 2006. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. **Meat Sci.** 72:680–687.

OYEDEJI, A.O.; EKUNDAYO, O.; OLAWORE, O.N.; ADENIYI, B.A.; KOENIG, W.A. Antimicrobial activity of the essential oils of five (*Eucalyptus*) species growing in Nigeria. **Fitoterapia**, v. 70, n. 5, p. 526-528, 1999.

PACKER, J.F.; LUZ, MMS. Método para avaliação e pesquisa da atividade antimicrobiana de produtos de origem natural. **Rev Bras Farmacogn**, v. 17, n. 1, p. 102-7, 2007.

PADRE, R.G., ARICETTI, J.A., GOMES, S.T.M., GOES, R.H.T.B., MOREIRA, F.B., PRADO, I.N., VISENTAINER, J.V., SOUZA, N.E., MATSUSHITA, M. 2007.

Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livest. Sci.* 110, 57-63.

PATRA, A.K. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian Journal of Animal Veterinary Advances*, v. 6, p. 416-428, 2011.

PEROTTO, D., CUBAS, A.C., ABRAHÃO, J.J., MELLA, S.C., 2001. Ganho de peso da desmama aos 12 meses de bovinos Nelore e cruzas com Nelore. *R. Bras. Zootec.* 30:730-735.

PRADO, I.N., ARICETTI, J.A., ROTTA, P.P., PRADO, R.M., PEROTTO, D., VISENTAINER, J.V., MATSUSHITA, M., 2008a. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21, 1449-1457.

PRADO, I. N., ROTTA, P. P., PRADO, R. M., VISENTAINER, J. V., MOLETTA, J. L., PEROTTO, D., 2008b. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21: 1296-1302.

PRADO, I.N., PRADO, R.M., ROTTA, P.P., VISENTAINER, J.V., MOLETTA, J.L., PEROTTO, D., 2008c. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *J. Anim. Feed Sci.* 17, 295-306.

PRADO, I.N., ITO, R.H., PRADO, J.M., PRADO, I M., ROTTA, P.P., MATSUSHITA, M., VISENTAINER, J.V., SILVA, R.R., 2008d. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot finished bulls. *J. Anim. Feed Sci.* 17, 307-317.

PÖSÖ, A.R., PUOLANNE, E. 2005. Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat Sci.** 70:423–434.

RESTLE, J., ALVES FILH, D.C., FATURI, C., ROSA, J.R.P., PASCOAL, L.L., BERNARDES, R.A.C., KUSS, F. 2000. Desempenho da fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **R. Bras. Zootec.** 29:1036-1043.

RESTLE, J. E VAZ, F.N. 2003. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, 34p.

RESTLE, J. VAZ, F.N., BERNARDES, R.A.L.C. et al. 2003. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Ciência Rural**, 33:345-350.

RIBEIRO, E.L.A., HERNANDEZ, J.A., Zanella, E.L., MIZUBUTI, I.Y., SILVA, L.D.F., REEVES, J.J. 2008. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. **R. Bras. Zootec.** 37: 1669-1673.

ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J.V.; SILVA, R.R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.

RUSSELL, J. B.; HOULIHAN, A. J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 27, n. 1, p. 65-74, 2003.

SCOLLAN, N., HOCQUETTE, J.F., NUERNBERG, K., DANNERNBERGER, D., RICHARDSON, I., MOLONEY, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Sci.** 74, 17-33.

SILVA, M.R.; LACERDA, D.B.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, D.M.O. Chemical characterization of native species of fruits from savanna ecosystem. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

TULLOH, N.M. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. **Animal Behaviour**, v. 9, n. 1, p. 25-30, 1961.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; ALBERDA, M.; HOEKSTRA, F. A.; SMID, E. J. Adaptation of the food-borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol. **Archives of Microbiology**, v. 174, n. 4, p. 233-238, 2000/10/01 2000.

VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; FRANÇOZO, M.C.; FARIAS, M.S.; ROTTA, P.P.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V.; ZEOULA, L.M. Sodium monensin or propolis extract in the diet of crossbred (½ Red Angus vs. ½ Nellore) bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1617-1626, 2011.

VAZ, F.N. E RESTLE, J. 2002. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Braford superprecoce, desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. **R. Bras. Zootec.** 31:2078-2087.

VIEIRA, L.S. **Fitoterapia da Amazônia: manual das plantas medicinais: a farmácia de Deus**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1992.

VITTI, A.M.S.; BRITO, J.O. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos florestais**, v. 23, n. 146, p. 1-11, 2003.

WHO - World Health Organisation. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva.

WOOD, J.D., RICHARDSON, R.I., NUTE, G.R., FISHER, A.V., CAMPO, M.M., KASAPIDOU, E., SHEARD, P.R. E ENSER, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66, 21-32.

WULF, D.M., TATUM, J.D., GREEN, R.D. 1996. Genetic influences on bees longissimus palability in Charolais and Limousin sired steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 74:2394- 2405.

YANG, W. Z.; AMETAJ, B. N.; BENCHAAAR, C.; HE, M. L.; BEAUCHEMIN, K. A. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 3, p. 1082-1092, 2010.

YANISHLIEVA, N.; POKORNÝ, J.; GORDON, M.H. **Antioxidants in Foods: Practical Applications**. CRC Press, 2001.

YIN, M.; CHENG, W. Antioxidant activity of several Allium members. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4097-4101, 1998.

ZAWADZKI, F.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; ZEOULA, L.M.; PRADO, R.M.; FUGITA, C.A.; VALERO, M.V.; MAGGIONI, D. Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1627-1636, 2011a.

ZAWADZKI, F.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; ZEOULA, L.M.; ROTTA, P.P.; SESTARI, B.B.; VALERO, M.V.; RIVAROLI, D.C. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 20, n. 1, p. 16-25, 2011b.

ZHANG, W.; XIAO, S.; SAMARAWEEERA, H.; LEE, E.J.; AHN, D.U. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 15-31, 2010.

**CAPÍTULO 2.**

**ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS MISTIÇOS TERMINADOS  
EM CONFINAMENTO: DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE  
CARÇAÇA**

### **Óleos essenciais na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento: desempenho animal e características de carcaça**

**Resumo:** Este experimento foi realizado para avaliar o desempenho animal e as características de carcaça de 27 bovinos mestiços ( $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nelore) não castrados terminados em confinamento por 130 dias com a adição de níveis de óleos essenciais na dieta. O experimento foi conduzido em um experimento inteiramente casualizado e distribuídos em 3 tratamentos: Controle (CON), com adição de 3,5 g/animal/dia (E3,5) e com adição de 7,0 g/animal/dia (E7,0) de óleos essenciais. Os óleos essenciais eram formados por um mix de extratos vegetais: orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), tomilho (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*). Os bovinos iniciaram o experimento com 12 meses de idade e peso vivo de 243,4 kg. A razão de volumoso e concentrado foi de 10% e 90%, respectivamente. A adição de óleos essenciais na dieta não alterou o peso vivo final, ganho médio diário, ingestão de nutrientes e conversão alimentar. O GMD foi de 1,64 kg. Os animais ingeriram 7,1 kg de MS/dia, com uma conversão da MS de 4,31. Os óleos essenciais não influenciaram as características físicas da carcaça. O rendimento de carcaça quente foi de 55,1%. A espessura de gordura de cobertura dos bovinos nos diferentes tratamentos foi de 6,7 mm. Da mesma forma, a adição de diferentes níveis de óleos nas dietas não alterou as percentagens de músculo, gordura e osso que foram de 60,3, 17,5 e 15,6%, respectivamente.

Palavras chave: Extratos vegetais, aditivos naturais, mix oil®, probióticos, qualidade da carne

## **Essential oils in the diets in the diets for bulls finished in feedlot: animal performance and carcass characteristics**

**Abstract:** This experiment was carried out to evaluate the animal performance and carcass characteristics of 27 crossbred bulls ( $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nellore) finished in feedlot for 130 days with the addition different levels of essential oils in the diets. The experiment was conducted in a completely randomized and distributed into three treatments: control (CON), with addition 3.5 g/animal/day of essentials oils (E3.5) and with addition 7.0 g/animal/day of essentials oils (E7.0). The essentials oils were composed of a mix of vegetal extracts: oregane (*Origanum vulgare*), garlic (*Allium sativum*), lemon (*Citrus limonium*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), thymus (*Thymus vulgaris*), eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and sweet orange (*Citrus aurantium*). The bulls began the experiment with an average of 12 months of age and 243.4 kg. The roughage and concentrate ratio was 10% and 90%, respectively. The inclusion of essentials oils in the diets did not affect final body weight, average daily gain feed intake and feed efficiency. The ADG was 1.64 kg. The DM intake was 7.06 kg/day and feed conversion was 4.31. Essentials oils levels did not affect the carcass characteristics. The average dressing carcass hot was 55.1%. The fat thickness of bulls in the different diets was 6.7 mm. The same, the addition of different levels of essentials oils in the diets did not change the muscle, fatty and bone percentages with the average 60.3, 17.5 and 15.6%, respectively.

Key words: Vegetal extract, mix oil®, natural additives, probiotics, meat quality

## 1. Introdução

O Brasil possui o primeiro maior rebanho comercial de bovinos do mundo com 190 milhões de cabeças e o segundo maior produtor de carne (Anualpec, 2013). A exportação de carne do Brasil representou 24% das exportações mundiais com 1,795 milhões de toneladas no ano de 2012 (Anualpec, 2013). Todavia, a produção de carne no Brasil é realizada em sistema de pasto (90%) com idade elevada de abate, baixo ganho em peso e menor qualidade da carne (Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008).

Por outro lado, o consumidor de carne bovina está cada vez mais exigente em relação à qualidade do produto adquirido (Hocquette et al., 2005). Para atender a demanda do mercado, o uso do confinamento é uma ferramenta para melhorar a eficiência produtiva e qualidade do produto final. A terminação de bovinos em confinamento reduz a idade de abate, aumenta o ganho em peso e melhora a qualidade da carne (Ito et al., 2012b). Entretanto, a terminação de bovinos em confinamento exige dieta com maior densidade em proteína e energia. Assim sendo, para aumentar a densidade protéica e energética da dieta é necessária a inclusão de oleaginosas e cereais. No entanto, a inclusão de elevados níveis de concentrado pode perturbar a modulação ruminal (Owens et al., 1998). Para evitar a perturbação ruminal vários aditivos são adicionados às dietas de bovinos em confinamento (Russell & Strobel, 1989). No entanto, em 1999, baseando-se no “princípio da precaução” a União Europeia banuiu a utilização de antibióticos e ionóforos como promotores de crescimento (Ipharraguerre & Clark, 2003); mas a restrição do uso de ionóforos como aditivos alimentares somente ocorreu em 2006. A proibição para o uso desses compostos na alimentação de ruminantes foi baseado em dados de que os animais poderiam criar resistências a esses compostos e, ainda, induzir as mesmas resistências ao ser humano (Russell & Houlihan, 2003).

Desta forma, algumas pesquisas têm sido realizadas para substituir os antibióticos e os ionóforos na dieta animal, entre eles os extratos de plantas e óleos essenciais (Greathead, 2003; Benchaar et al., 2008; Hart et al., 2008). Extratos vegetais, como os óleos essenciais, atuam sobre os microrganismos do rúmen alterando a permeabilidade da membrana citoplásmica e conseqüentemente a morte bacteriana (Dorman & Deans, 2000). Além do efeito antimicrobiano no rúmen, os óleos essenciais poderiam ser usados como antioxidante e aumentar o tempo de vida da prateleira da carne (Karre et

al., 2013; Kim et al., 2013). Os resultados observados por diferentes grupos de pesquisa têm mostrado que os extratos vegetais e óleos essenciais atuam de maneira distinta nas diferentes espécies (Bakkali et al., 2008; Benchaar et al., 2008; Patra, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de óleos essenciais na dieta de bovinos super precoces terminados em confinamento sobre o desempenho animal e as características de carcaça.

## 2. Material e Métodos

*Local:* o experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp campus Botucatu -SP. As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UEM. O experimento teve 130 dias de duração e ocorreu entre os meses de setembro (2012) a janeiro (2013).

*Animais e instalações:* foram utilizados 27 bovinos mestiços ( $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nelore), meio irmãos, não castrados, com 12 meses de idade e peso médio de  $243,2 \pm 35,3$  kg. Os animais foram adquiridos de uma única propriedade situada no município de Paranaíba – PR. Antes de iniciar o experimento, os bovinos eram mantidos em pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) com o fornecimento de sal mineral *ad libitum*. No confinamento, os bovinos foram alojados aleatoriamente em baias individuais com chão de concreto, com dimensões de 10 m<sup>2</sup>. As baias eram parcialmente cobertas e possuíam bebedouros automáticos e comedouros de concreto (2 m x 0,4 m x 0,5 m). Antes de iniciar o experimento, os animais foram devidamente vacinados contra febre aftosa, tratados com anti-helmínticos e mantidos em um período de adaptação de 14 dias.

*Alimentação:* a ração foi formulada para ganho de peso diário de 1,5 kg/dia (NRC, 2000). As rações completas foram fornecidas *ad libitum*, constituída de 10% volumoso e 90% concentrado (Tabela 1). As dietas foram iso-energéticas e iso-protéicas.

*Tratamentos:* os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado com nove repetições. O mix de óleos essenciais é um mix comercial (MixOil<sup>®</sup>) administrado em pó, cujo meio de propagação é a vermiculita. O produto MixOil<sup>®</sup> foi adicionado no preparo da ração. Os tratamentos foram: CON (9 bovinos) – Controle, E3,5 (9 bovinos) – adição de 3,5g/animal/dia de óleos essenciais (MixOil<sup>®</sup>) e E7,0 (9 bovinos) – adição de 7,0 g/animal/dia de óleos essenciais (MixOil<sup>®</sup>). Os óleos essenciais eram compostos dos seguintes extratos vegetais: orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), timo (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*).

*Coleta de amostras e cálculos:* para avaliar o ganho médio diário dos animais, os bovinos foram pesados em jejum de alimentos sólidos (16h) no início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias. O peso final dos bovinos foi determinado ao término do experimento, que se deu aos 130 dias de confinamento. As avaliações da ingestão de alimentos foram realizadas com pesagens dos alimentos fornecidos e divididas pelo número de dias de confinamento (130d.). Não foi realizada pesagem das sobras uma vez que a dieta foi fornecida *ad libitum*. A cada hora durante as 7:00 às 17:30 era realizado uma vistoria no cocho e caso houvesse necessidade era adicionado alimento (concentrado e volumoso) de acordo com o consumo dos animais. Na última vistoria ao cocho (17h30min) era adicionado o alimento de forma a não faltar aos animais durante a noite até o próximo abastecimento do cocho às 7:00 da manhã.

O ganho de peso médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final dos animais (PVF) dividido pelo número de dias do experimento (130). A conversão alimentar da matéria seca (CAMS) foi calculada pela razão entre a ingestão e o desempenho animal, conforme a equação: CAMS = (IMS/GMD).

Nos alimentos foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). As determinações de MS, MO, PB, MM e FDN foram realizadas de acordo com as metodologias descritas na AOAC (1998).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pelas equações de Kearn (1982):  $NDT \text{ (volumoso)} = -17,2649 + 1,2120(\%PB) + 0,8352(\%ENN) + 2,4637(\%EE) + 0,4475(\%FB)$ ;  $NDT \text{ (alimentos energéticos)} = 40,2625 + 0,1969(\%PB) + 0,4228(\%ENN) + 1,1903(\%EE) + 0,1379 (\%FB)$ ;  $NDT \text{ (alimentos protéicos)} = 40,3227 + 0,5398(\%PB) + 0,4448(\%ENN) + 1,4218(\%EE) - 0,7007(\%FB)$ .

Ao término do experimento, os bovinos foram transportados em jejum de dieta sólida e abatidos por meio de uma concussão cerebral e posterior sangria de acordo com rotina de abate de bovinos no Brasil, em um frigorífico comercial.

As carcaças foram identificadas e realizado um corte sagital, seguindo o esterno e a coluna vertebral, dando origem a duas metades semelhantes, que foram pesadas para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Para o rendimento de carcaça quente (RCQ), determinou-se pela razão entre o peso de carcaça quente e o peso vivo final multiplicado por 100.

As carcaças foram devidamente identificadas e acondicionadas em câmara fria por um período de 24 horas, para que ocorresse a redução do pH, resolução do rigor *mortis* e a transformação do músculo em carne. Após o período de resfriamento, foram realizadas as avaliações físicas das carcaças e a obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e posteriormente o rendimento de carcaça fria (RCF).

As carcaças foram cortadas no sentido transversal, na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, para se obter o acesso ao músculo *Longissimus* e, no lado esquerdo da carcaça foi realizado a determinação a espessura de gordura de cobertura, área de olho de lombo e ratio.

A espessura de gordura de cobertura foi determinada pela média de três pontos equidistantes, com o auxílio de um paquímetro de precisão. A área de olho de lombo foi determinada no músculo *Longissimus* entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. O contorno do referido músculo foi traçado em papel vegetal e, posteriormente, a área foi determinada com o auxílio de um planímetro.

Utilizando-se a secção do contra-filé (*Longissimus*), correspondente às 6<sup>a</sup> costela, realizou-se a separação física de músculo, osso e gordura, sendo pesados individualmente. Foi calculado o peso total da sexta costela e depois os percentuais de músculo (PM), gordura (PG) e osso (PO) nas carcaças (Robelin and Geay, 1975).

*Análises estatísticas:* o experimento consistiu de três tratamentos e nove repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o proc mixed através do pacote estatístico SAS (2004). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 3. Resultados e discussão

Foi realizada uma análise de variância com as médias do peso inicial de cada tratamento, como não houve diferença estatística, não foi utilizado o peso vivo inicial (PVI) como co-variável. O PVI dos bovinos foi semelhante nas três dietas (Tabela 2). A média do PVI dos bovinos foi de 243,4 kg entre os tratamentos.

A adição de óleos essenciais às dietas não influenciou ( $P > 0,05$ ) o peso vivo final (PVF) e o ganho de peso médio diário (GMD). O PVF e o GMD observados nesse estudo foram de 440,3 kg e 1,64 kg/dia, respectivamente. Embora o PVF dos bovinos tenha sido baixo, os mesmos apresentavam boa quantidade de gordura de cobertura (Tabela 3). De modo geral, os bovinos mestiços entre *Bos taurus* e *Bos indicus* terminados em confinamento são abatidos com PV entre 470 e 500 kg (Dian et al., 2009; Ito et al., 2012a).

Como observado neste estudo, Benchaar et al. (2006) avaliaram bovinos de corte, machos e fêmeas, mestiços (Angus x Herford) alimentados com diferentes níveis (2 e 4 g/animal/dia) de óleos essenciais (cravo, baunilha, limão e timo) e uma dieta com alta proteína (16% na MS), também não encontraram diferença para o PVF e GMD. O GMD de 1,24 kg, sendo, portanto, inferior ao encontrado nesse experimento.

Todavia, Fugita (2013) observou diferença no GMD de machos não castrados de raça semelhante ao presente estudo e alimentados com diferentes mix de óleos essenciais. Os animais que receberam 10 g/dia do mix a base de mamona, caju, orégano e levedura tiveram maior GMD quando comparado ao grupo controle e aos animais que receberam 4 g/dia do mix composto por óleos essenciais de mamona e caju. O aumento na quantidade fornecida de óleos essenciais aos bovinos e a adição de um extrato vegetal ao mix, no caso o orégano, ocasionou uma melhora no desempenho, já que segundo Chaves et al. (2008) aumenta a produção de propionato que por sua vez é precursor da glicose ocasionando um aumento do ganho de peso (Hocquette &

Bauchart, 1999). O elevado GMD encontrado nesse estudo (1,64 kg/dia) pode ser atribuído à condição fisiológica dos animais (machos não castrados), idade (super precoces) e qualidade genética ( $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nelore). Animais não castrados têm maior ganho em peso em função da produção de testosterona nos testículos que atuam no aumento de deposição de proteína nos músculos, aumentam assim a musculatura (Lunstra et al., 1978). Da mesma forma, bovinos super precoces apresentam elevado ganho em peso em função da melhor eficiência alimentar (Dian et al., 2010; Ito et al., 2010b). Ainda, bovinos mestiços *Bos taurus* vs. *Bos indicus* apresentam elevado ganho em peso em razão da expressão da heterose na primeira geração (Ito et al., 2012a; Prado et al., 2008; Prado et al., 2009b; Rotta et al., 2009b).

A adição de óleos essenciais às dietas não alterou ( $P>0,05$ ) a ingestão de matéria seca (IMS) dos animais. A IMS foi de 7,1 kg/dia. Embora pesquisas indiquem que os óleos essenciais influenciam na ingestão de alimentos pelos animais por possuírem propriedades palatáveis (Benchaar et al., 2008; Cardozo et al., 2006), não foi encontrado esse efeito no presente estudo. Fugita (2013) observou resultados semelhantes utilizando animais da mesma raça e diferentes mix de óleos essenciais à base de orégano, caju e mamona. Da mesma forma, Coneglian (2009) incluindo diferentes níveis (1, 2, 4 e 8 g/dia) de óleos essenciais de *Ricinus communis* L. (ácido ricinoleico) e óleo de *Anacardium occidentale* (ácido anacárdico, cardol e cardanol) em dietas com alto níveis de grãos para bovinos Nelore, observou que a ingestão de MS (%PV) não se modificou com o aumento da inclusão desses aditivos na dieta.

A IMS em função do peso vivo foi de 2,1%. A IMS em função do peso vivo varia de 2,0 a 2,5% (Fugita et al., 2012; Ito et al., 2010a; Maggioni et al., 2009). A baixa ingestão de MS em razão do PV foi determinada pelo alto teor de concentrado na dieta (90%). Assim sendo, a ingestão de alimentos foi controlada pelos efeitos quimiostáticos (Mertens, 1994; NRC, 2000). Como observado, a ingestão de FDN em razão do PV foi baixa (0,43%). Desta forma, a ingestão de FDN não limitou a ingestão dos demais nutrientes. Mertens (1994) postulou que uma ingestão de FDN até 1,2% do PV dos animais não seria o fator limitante para a ingestão de nutrientes.

Não foi observado efeito do tratamento ( $P>0,05$ ) na conversão alimentar da matéria seca (CAMS). A média da CAMS foi de 4,3 kg de MS/GMD. A ótima conversão alimentar pode ser atribuída pelo elevado GMD dos animais. Animais mestiços ( $\frac{1}{2}$

Angus vs. ½ Nelore) apresentam maior precocidade ao atingir o peso de abate. Outra razão seria a alta porcentagem de concentrado na dieta, que aumentou a densidade energética da mesma ocasionando uma baixa IMS, melhorando assim a CAMS (NRC, 2000). Pesquisas apontam que a redução do volumoso da dieta no período de terminação de bovinos, 10-30% de volumoso, melhora a eficiência do ganho, melhorando também a qualidade da carcaça (Bartle et al., 1994).

No entanto, houve uma tendência ( $P < 0,10$ ) para uma melhor conversão do tratamento com adição de 7,0 g/animal/dia em relação ao tratamento 3,5 g/animal/dia e sem adição de óleos essenciais. Benchaar et al. (2006) avaliaram a inclusão de 2 ou 4 g/dia de um composto à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno no desempenho de bovinos e observaram que não houve diferença entre a IMS nos diferentes tratamentos, porém uma melhor eficiência para os animais alimentados com a inclusão de 2g/animal/dia dos óleos essenciais.

O peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça quente (RCQ) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela adição de óleos essenciais na dieta. As médias para o PCQ e RCQ foram de 242,9 kg e 55,1%, respectivamente (Tabela 3). No Brasil, bovinos mestiços (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) terminados em confinamento com dietas altamente energéticas, apresentam rendimento de carcaça quente entre 52-56% (Françozo et al., 2013; Rotta et al., 2009b).

A espessura de gordura de cobertura (EGC) não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes tratamentos (Tabela 3). A EGC média foi de 6,7 mm. EGC ideal para tal proteção da carne deve ser de no mínimo 3 mm, uma vez que a gordura de cobertura é de extrema importância para proteção de carcaça durante o resfriamento (Muller, 1980). Segundo revisão de Rotta et al. (2009a) a EGC de bovinos terminados em confinamento varia de 3 a 5 mm. A elevada espessura de gordura de cobertura encontrada neste experimento pode ser justificada pelo cruzamento entre Nelore e Angus, que originam animais precoces, ou seja, atingem a quantidade de EGC adequada para abate em um curto espaço de tempo quando confinados e alimentados com uma dieta altamente energética (Dian et al., 2010; Maggioni et al., 2012; Prado et al., 2012).

A adição de óleos essenciais em diferentes níveis não alterou ( $P > 0,05$ ) a área de olho de lombo (AOL) e ratio. As médias encontradas foram de 72,3 cm<sup>2</sup> e 0,52 cm<sup>2</sup> respectivamente. Da mesma forma Cruz et al. (2012) não observaram diferenças na

AOL de bovinos  $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nelore, terminados em confinamento, suplementados com óleos essenciais de mamona e caju e glicerina na dieta.

A porcentagem de músculo, osso e gordura foi similar ( $P>0,05$ ) para todos os animais das diferentes dietas 60,3, 17,5 e 15,6%, respectivamente. As porcentagens de músculo, gordura e osso de animais cruzados *Bos taurus* vs. *Bos indicus* terminados em confinamento e alimentados com dietas com alta densidade de energia e abatidos entre 460 e 520 kg é de 60, 25 e 15%, respectivamente (Ito et al., 2010b; Maggioni et al., 2009; Maggioni et al., 2010). A baixa porcentagem de gordura intramuscular observada neste ensaio pode ser atribuída ao abate precoce desses bovinos (16 meses de idade), uma vez que o componente gordura é o último a ser depositado na carne dos animais (Ito et al., 2010b; Ito et al., 2012b). Outro fator pode ser o cruzamento entre *Bos taurus* vs. *Bos indicus*. *Bos indicus* tem baixo acúmulo de lipídeos no músculo (Prado et al., 2008; Prado et al., 2009a). A condição fisiológica (machos não castrados) também ocasiona em uma baixa deposição de gordura (Rotta et al., 2009b). Zawadzki et al. (2011) avaliando a influência dos óleos essenciais (mamona e caju) na quantidade de osso, músculo e gordura em bovinos Purunã terminados em confinamento com uma dieta altamente energética observou um acréscimo na porcentagem de gordura daqueles animais que receberam na dieta a adição de extratos vegetais como aditivos.

#### **4. Conclusões**

A inclusão de 3,5 e 7,0 g/animal/dia do mix de óleos essenciais orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), timo (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*) na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento com dieta com elevado nível de concentrado não influencia o desempenho animal e as características de carcaça.

#### **5. Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo 2012/18873-8 apoio à pesquisa e 2012/11918-6 bolsa de mestrado).

## 6. Literatura Citada

- ANUALPEC, 2013. Anuário da Pecuária Brasileira. Instituto FNP, São Paulo, SP, BR.
- AOAC, 1998. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, U.S.A.
- Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Moletta, J.L., Matsushita, M., Prado, I.N., 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. Asian-Australasian Journal of Animal Science 21, 1441-1448.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils—a review. Food Chem. Toxicol. 46, 446-475.
- Bartle, S.J., Preston, R.L., Miller, M.F., 1994. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 72, 1943-1953.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A., Beauchemin, K.A., 2008. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. Anim. Feed Sci. Technol. 145, 209-228.
- Benchaar, C., Duynisveld, J.L., Charmley, E., 2006. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 86, 91-96.
- Cardozo, P., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C., 2006. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. J. Anim. Sci. 84, 2801-2808.

- Chaves, A.V., Stanford, K., Gibson, L.L., McAllister, T.A., Benchaar, C., 2008. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 145, 396-408.
- Coneglian, S.M., 2009. Uso de óleos essenciais de mamona e cajú em dietas de bovinos, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p. 101.
- Dian, P.H.M., Prado, I.N., Fugita, C.A., Prado, R.M., Valero, M.V., Bertipaglia, L.M.A., 2009. Replacing corn with cassava starch by-products on the performance, digestibility and carcass characteristics of bulls in confinement. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 31, 381-387.
- Dian, P.H.M., Prado, I.N., Valero, M.V., Rotta, P.P., Prado, R.M., Silva, R.R., Bertipaglia, L.M.A., 2010. Levels of replacing corn by cassava starch on performance and carcass characteristics of bulls finished in feedlot. *Semin. Cienc. agrar.* 31, 497-506.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88, 308-316.
- Françoço, M.C., Prado, I.N., Cecato, U., Valero, M.V., Zawadzki, F., Ribeiro, O.L., Prado, R.M., Visentainer, J.V., 2013. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing bulls fed crude glycerine-supplemented diets. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 56, 327-336.
- Fugita, C.A., 2013. Efeito da inclusão de aditivos naturais na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento: desempenho animal e características de carcaça. Departamento de Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá.
- Fugita, C.A., Prado, I.N., Jobim, C.C., Zawadzki, F., Valero, M.V., Pires, M.C.O., Prado, R.M., Françoço, M.C., 2012. Corn silage with and without enzyme-

bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 154-163.

Greathead, H., 2003. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proc. Nutr. Soc.* 62, 279-290.

Hart, K.J., Yáñez-Ruiz, D.R., Duval, S.M., McEwan, N.R., Newbold, C.J., 2008. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147, 8-35.

Hocquette, J.F., Bauchart, D., 1999. Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. *Reprod. Nutr. Dev.* 39, 27-48.

Hocquette, J.F., Richardson, R.I., Prache, S., Medale, F., Duffy, G., Scollan, N.D., 2005. The future trends for research on quality and safety of animal products. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 49-72.

Ipharraguerre, I.R., Clark, J.H., 2003. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106, 39-57.

Ito, R.H., Ducatti, T., Prado, J.M., Prado, I.M., Rotta, P.P., Valero, M.V., Prado, I.N., Silva, R.R., 2010a. Soybean oil and linseed grains on performance and carcass characteristics of crossbred bulls finished in feedlot. *Semin. Cienc. agrar.* 31, 259-268.

Ito, R.H., Prado, I.N., Rotta, P.P., Oliveira, M.G., Prado, R.M., Moletta, J.L., 2012a. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of longissimus muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 384-391.

Ito, R.H., Prado, I.N., Visentainer, J.V., Prado, R.M., Fugita, C.A., Pires, M.C.O., 2010b. Carcass characteristics, chemical and fatty acid composition of

*Longissimus* muscle of Purunã bulls slaughtered at 18 or 24 months of age. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 32, 299-307.

Ito, R.H., Valero, M.V., Prado, R.M., Rivaroli, D.C., Perotto, D., Prado, I.N., 2012b. Meat quality from four genetic groups of bulls slaughtered at 14 months old. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 34, 425-432.

Karre, L., Lopez, K., Getty, K.J.K., 2013. Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci.* 94, 220-227.

Kearl, L.C., 1982. *Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries*. International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Utah, UT, USA.

Kim, S.J., Min, S.C., Shin, H.J., Lee, Y.J., Cho, A.R., Kim, S.Y., Han, J., 2013. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Sci.* 93, 715-722.

Lunstra, D.D., Ford, J.J., Echternkamp, S.E., 1978. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 46, 1054-1062.

Maggioni, D., Marques, J.A., Perotto, D., Rotta, P.P., Ducatti, T., Matsushita, M., Silva, R.R., Prado, I.N., 2009. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 22, 206-215.

Maggioni, D., Marques, J.A., Rotta, P.P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J.V., Prado, I.N., 2010. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livest Sci* 127, 176-182.

- Maggioni, D., Prado, I.N., Zawadzki, F., Valero, M.V., Marques, J.A., Bridi, A.M., Moletta, J.L., Abrahão, J.J.S., 2012. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. *Semin. Cienc. agrar.* 33, 391-402.
- Mertens, D.R., 1994. Regulation of Forage Intake, In: R., F.J. (Ed.), *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, Amer Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 450-493.
- Müller, L., 1980. Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, BR.
- NRC, 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R., 1998. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76, 275-286.
- Patra, A.K., 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian J Anim Vet Adv* 6, 416-428.
- Prado, I.N., Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Visentainer, J.V., Matsushita, M., 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 21, 1449-1457.
- Prado, I.N., Maggioni, D., Abrahão, J.J.S., Valero, M.V., Prado, R.M., Souza, N.E., 2012. Meat quality of crossbred bulls fed with sorghum silage or sugar cane and slaughtered at two levels of fat thickness. *Acta Sci. Technol.* 34, 337-344.
- Prado, J.M., Prado, I.N., Visentainer, J.V., Rotta, P.P., Perotto, D., Moletta, J.L., Prado, R.M., Ducatti, T., 2009a. The effect of breed on the chemical composition and

- fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle. J. Anim. Feed Sci. 18, 231-240.
- Prado, R.M., Prado, I.N., Marques, J.A., Rotta, P.P., Visentainer, J.V., Silva, R.R., Souza, N.E., 2009b. Meat quality of the *Longissimus* muscle of bulls and steers (1/2 Nellore vs 1/2 Simmental) finished in feedlot. J. Anim. Feed Sci. 18, 221-230.
- Robelin, J., Geay, Y., 1975. Estimation de la composition de la carcasse des taurillons a partir de la 6ème côte. Bulletin Technique. Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix 22, 41-44.
- Rotta, P.P., Prado, I.N., Prado, R.M., Moletta, J.L., Silva, R.R., Perotto, D., 2009a. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. Asian-Australasian Journal of Animal Science 22, 598-604.
- Rotta, P.P., Prado, R.M., Prado, I.N., Valero, M.V., Visentainer, J.V., Silva, R.R., 2009b. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. Asian-Australasian Journal of Animal Science 22, 1718-1734.
- Russell, J.B., Houlihan, A.J., 2003. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. FEMS Microbiol. Rev. 27, 65-74.
- Russell, J.B., Strobel, H.J., 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 55, 1-6.
- SAS, 2004. Institute Inc., SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS, Cary, NC.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.

Zawadzki, F., Prado, I.N., Marques, J.A., Zeoula, L.M., Rotta, P.P., Sestari, B.B., Valero, M.V., Rivaroli, D.C., 2011. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *J. Anim. Feed Sci.* 20, 16-25.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes da dieta e composição percentual (%MS) da dieta

Ingredientes	%MS								Dieta%
	MS <sup>1</sup>	PB <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	CIN <sup>4</sup>	EE <sup>5</sup>	FDN <sup>6</sup>	FDA <sup>7</sup>	NDT <sup>8</sup>	
Bagaço <sup>9</sup>	94,70	1,83	98,02	1,97	3,60	78,74	49,2	42,89	10,00
Milho Grão	88,93	8,99	99,10	0,95	3,50	17,70	4,40	90,00	81,95
Farelo de soja	88,60	49,00	93,7	6,26	1,30	13,7	5,97	84,00	6,51
Calcário, 36%	99,30		10,71	89,29					0,46
Levedura	98,00	30,00							0,05
Sal mineral <sup>10</sup>	99,30		10,70	89,3					0,41
Ureia	98,00	260,00	0,56	99,44					0,62
Dieta	88,13	12,50	97,34	2,66	2,20	30,30	14,80	70,30	100,00

<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>proteína bruta, <sup>3</sup>matéria orgânica, <sup>4</sup>cinzas, <sup>5</sup>extrato etéreo, <sup>6</sup>fibra em detergente neutro, <sup>7</sup>fibra em detergente ácido, <sup>8</sup>nutrientes digestíveis totais, <sup>9</sup>bagaço de cana peletizado, <sup>10</sup>quantidade (por kg): cálcio – 175g; fósforo – 100g; sódio – 114g; selênio – 6,004 mg, manganês – 1,250g; flúor – 1,000 mg.

**Tabela 2.** Desempenho animal, ingestão de alimentos e conversão alimentar de bovinos mestiços terminados em confinamento e suplementados com óleos essenciais

Parâmetros	Dietas			Média	EPM <sup>4</sup>	P<F
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
Peso inicial, kg	244,66	245,33	240,22	243,40	6,79	0,94
Peso final, kg	444,77	431,22	444,88	440,29	10,03	0,82
Ganho médio diário, kg	1,67	1,55	1,70	1,64	0,04	0,37
IMS, kg/dia <sup>5</sup>	7,08	7,08	7,05	7,06	0,21	0,99
IMS/PV, % <sup>6</sup>	2,05	2,09	2,06	2,06	0,04	0,95
CAMS, kg/GMD <sup>7</sup>	4,24	4,56	4,14	4,31	0,08	0,08
IPB, kg/dia <sup>8</sup>	0,88	0,88	0,88	0,88	0,02	0,99
ICT, kg/dia <sup>9</sup>	5,99	5,99	5,96	5,98	0,17	0,99
ICNF, kg/dia <sup>10</sup>	3,84	3,84	3,82	3,82	0,11	0,99
IFDN, kg/dia <sup>11</sup>	1,49	1,48	1,48	1,48	0,04	0,99
IFDN, % do PV	0,43	0,44	0,43	0,43	0,08	0,96

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,00 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média, <sup>5</sup>Ingestão de matéria seca, <sup>6</sup>Ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo, <sup>7</sup>Conversão alimentar da matéria seca, <sup>8</sup>Ingestão de proteína bruta, <sup>9</sup>Ingestão de matéria orgânica, <sup>10</sup>Ingestão de matéria mineral, <sup>11</sup>Ingestão de fibra em detergente neutro.

**Tabela 3**

Características de carcaça de bovinos mestiços terminados em confinamento, suplementados com níveis de óleos essenciais.

Parâmetros	Tratamento			Média	EPM <sup>4</sup>	P<F
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
Peso de carcaça quente, kg	243,16	239,76	245,68	242,86	6,35	0,93
Rendimento de carcaça quente, %	54,60	55,48	55,14	55,07	0,34	0,58
Peso de carcaça fria, kg	238,40	235,06	240,86	238,10	6,22	0,93
Rendimento de carcaça fria, %	53,53	54,40	54,06	53,99	0,33	0,58
Comprimento de carcaça, cm	123,16	124,27	123,66	123,69	0,78	0,85
Comprimento de perna, cm	79,94	78,88	78,72	79,18	0,97	0,86
Espessura de coxão, cm	24,72	25,00	25,44	25,05	0,39	0,76
Espessura de gordura de cobertura,	6,66	6,98	6,39	6,67	0,40	0,84
Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>	71,11	71,66	74,22	72,33	1,77	0,76
Ratio <sup>5</sup> , cm <sup>2</sup>	0,51	0,52	0,54	0,52	0,01	0,54
Músculo, %	59,89	58,89	62,18	60,32	0,69	0,14
Gordura, %	18,08	17,98	16,38	17,48	0,80	0,64
Osso, %	15,10	16,04	15,67	15,60	0,52	0,77

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,0 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média, <sup>5</sup>Multiplicação entre o comprimento do músculo (cm) e a altura do músculo (cm).

### **CAPÍTULO 3.**

## **ÓLEOS ESSENCIAIS NA QUALIDADE DA CARNE E DA GORDURA DE BOVINOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

## **Óleos essenciais na qualidade da carne e da gordura de bovinos terminados em confinamento**

**Resumo:** Foi avaliada a qualidade da carne e da gordura de bovinos terminados em confinamento e alimentados com a adição na dieta de um composto de óleos essenciais dos seguintes extratos vegetais: orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), timo (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*). Vinte e sete bovinos mestiços (½ Nelore vs. ½ Angus) terminados em confinamento com dieta de alta energia (90% de concentrado e 10% de volumoso) durante 130 dias com os seguintes tratamentos: Sem adição de óleos essenciais (CON), com adição de 3,5 g/animal/dia de óleos essenciais (E3,5) e com adição de 7 g/animal/dia de óleos essenciais (E7,0). As características da carne e da gordura foram determinadas no músculo *Longissimus*. Foi avaliado o efeito do tempo de maturação (7 e 14 dias) na capacidade de retenção de água, textura, oxidação lipídica e cor. A inclusão dos óleos essenciais não alterou o pH, a composição química e a capacidade de retenção de água do músculo. A avaliação instrumental da cor e sua evolução também não foram afetadas pelos diferentes tratamentos, especialmente as variáveis L\* e b\*. A adição de óleos essenciais na dieta diminuiu a oxidação lipídica da carne no primeiro período de maturação, sendo que o tratamento com adição de 3,5 g/animal/dia teve menor oxidação quando comparado ao tratamento com adição de 7,0 g/animal/dia de óleos essenciais a dieta. Após o sétimo dia de maturação, a adição de óleos essenciais na dieta não teve efeito da oxidação. A inclusão do composto de óleos essenciais teve efeito na qualidade da carne e da gordura de bovinos mestiços terminados em confinamento com dieta alto grão sendo que a adição de óleos essenciais a 3,5g/animal/dia diminuiu a oxidação lipídica no tempo 0 de maturação da carne.

Palavras chave: aditivos naturais, antioxidante, extratos vegetais, probióticos

### **Essential oils on meat and fat quality of crossbred bulls finished in feedlot**

**Abstract:** The addition in the diet of a mix of essential oils from oregano (*Origanum vulgare*), garlic (*Allium sativum*), lemon (*Citrus limonium*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), thyme (*Thymus vulgaris*), eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and sweet orange (*Citrus aurantium*) plants extracts was evaluated on meat and fat quality of crossbred bulls finished in feedlot. Twenty seven young bulls from crossbred ( $\frac{1}{2}$  Nellore vs.  $\frac{1}{2}$  Angus) were fed with a high energy diet (90% concentrate and 10% roughage) during 4 months with one of the following diets: Without addition of mix essential oil (E0.0), with 3.5 g/animal/day of the essential oil (E3.5) and with 7.0 g/animal/day of the essential oil (E7.0). Characteristics of meat and fat were determinate on Longissimus muscle. Also the effect of ageing and display time (7 and 14 days) was evaluated on water holding capacity, texture, lipids oxidation and colour evolution. Inclusion of essential oils had no effect on pH, chemical composition, tissue composition or water holding capacity. Neither instrumental texture nor colour evolution where display effect was more significant, especially in L\* and b\* variables. Essential oils' addition decreases lipid oxidation of meat at first period, being the oxidation from E3.5 group smaller than those from E7.0. After 7 days of ageing essential oil had not got significant effect, increasing lipid oxidation with display time in all diets. The inclusion compound of essential oils had effect on the quality of the meat and the fat of crossbred cattle feedlot finished with high grain diet with the addition of essential oils to 3.5 g / animal / day decreased lipid oxidation in the time 0 ageing the meat.

**Keywords:** natural additives, antioxidant, vegetal extracts, probiotics

## 1. Introdução

Em alguns países como o Brasil, o sistema de produção é caracterizado como extensivo, com a utilização de pastagens e com o uso de animais de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), por exemplo, a raça Nelore ou cruzamentos destas com raças européias (*Bos taurus taurus*). Atualmente, com o aumento, tanto interno como externo da demanda por proteína animal relacionada principalmente com o mercado da carne bovina (FAPRI, 2013), o uso de um sistema de produção mais intensivo na bovinocultura de corte tem aumentado, uma vez que esta prática define uma melhora no desempenho e na qualidade do produto final, ou seja, na carne (Prado et al., 2008a; Prado et al., 2009; Prado et al., 2008b). O uso de dietas mais energéticas para terminação de bovinos, como por exemplo, o uso de uma maior quantidade de concentrado e consequentemente o abate de animais mais jovens, são práticas que tem aparecido cada vez mais no cenário brasileiro (Dian et al., 2010; Maggioni et al., 2009; Miguel et al., 2013; Rotta et al., 2009).

Nas últimas décadas, a adição de antibióticos nos sistemas de produção da pecuária era uma prática comum para prevenir doenças e desordens metabólicas e melhorar o desempenho e eficiência alimentar, principalmente quando os animais eram terminados em sistemas intensivos (Bergen & Bates, 1984; Goodrich et al., 1984). Todavia, com o aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos e resíduos na carne, o uso desses químicos foram banidos em alguns países como os pertencentes da União Européia. Neste contexto, estudos para a obtenção de produtos naturais que tenham capacidade semelhante à dos antibióticos, ou seja, que atuam como moduladores da fermentação ruminal e que tenham boa aceitabilidade dos consumidores (Verbeke et al., 2010), tem sido alvo de pesquisadores (Russell & Houlihan, 2003). Neste caso, a inclusão de extratos vegetais, é reportada por vários autores como uma interessante alternativa em substituição aos antibióticos (Benchaar et al., 2008; Calsamiglia, Busquet, Cardozo, Castillejos & Ferret, 2007) por ser considerado um aditivo alimentar seguro (Calsamiglia et al., 2007).

Óleos essenciais são compostos voláteis e complexos naturais obtidos de plantas ou partes delas. Geralmente consistem em uma mistura de hidrocarbonetos (terpenos), compostos oxigenados (álcool, ésteres, aldeídos e cetonas) e uma pequena porcentagem de resíduos não voláteis (parafina, cera etc.), sendo caracterizados por um odor forte por

serem formados por compostos aromáticos oriundos de metabólitos secundários das plantas (Bakkali, Averbeck, Averbeck & Idaomar, 2008; Losa, 2001). Os extratos vegetais podem ser usados na alimentação dos animais como aditivos por apresentarem ação antimicrobiana, atuando na digestão dos alimentos, ação antiinflamatória e efeitos antioxidantes (Bakkali et al., 2008; Benchaar et al., 2008). O efeito antioxidante é demonstrado em análises laboratoriais (Tanabe, Yoshida & Tomita, 2002) para vários extratos de plantas. Apesar de uma diversidade de vegetais apresentarem esse efeito antioxidante, o orégano e o timo são duas espécies que tem como característica o intenso potencial de reduzir a oxidação lipídica, uma vez que possuem em sua composição compostos terpenos fenólicos como o timol e o carvacrol (Bakkali et al., 2008; Burt, 2004; Chaves, Stanford, Gibson, McAllister & Benchaar, 2008b). Esses compostos agindo em sinergismo na composição de um mix de óleos essenciais potencializarão a ação antioxidante.

Pesquisas do mecanismo exato de ação dos óleos essenciais e dos efeitos causados no produto final (carne) e desempenho de bovinos de corte são escassos, porém existem estudos em outras espécies, como cordeiros (Chaves et al., 2008a; Vasta et al., 2013) e aves (Karre, Lopez & Getty, 2013). Estudos são realizados também com vacas leiteiras e o efeito dos extratos vegetais na produção e qualidade do leite (Benchaar, Petit, Berthiaume, Whyte & Chouinard, 2006). Em relação à bovinocultura de corte as informações são limitadas, pois a maioria dos estudos consiste em avaliar ação direta da adição de extratos vegetais na carne processada ou industrializada (Ahn, Grün & Mustapha, 2007; Emiroğlu, Yemiş, Coşkun & Candoğan, 2010; Hulankova, Borilova & Steinhauserova, 2013). O possível efeito da adição dos óleos vegetais na dieta de bovinos de corte sobre a qualidade da carne necessita mais pesquisas nas condições *in vivo* (Bakkali et al., 2008), assim como o tipo de extratos usados (Karre et al., 2013; Zhang, Xiao, Samaraweera, Lee & Ahn, 2010).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da inclusão de um mix de óleos essenciais no produto final, carne e gordura, dos bovinos mestiços super precoces terminados em confinamento.

## **2. Material e Métodos**

*Local:* o experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp campus Botucatu -SP. As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UEM. O experimento teve 130 dias de duração e ocorreu entre os meses de setembro (2012) a janeiro (2013).

*Animais e instalações:* foram utilizados 27 bovinos mestiços ( $\frac{1}{2}$  Angus vs.  $\frac{1}{2}$  Nelore), meio irmãos, não castrados, com 12 meses de idade e peso médio de  $243,2 \pm 35,3$  kg. Os animais foram adquiridos de uma única propriedade situada no município de Paranavaí – PR. Antes de iniciar o experimento, os bovinos eram mantidos em pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) com o fornecimento de sal mineral *ad libitum*. No confinamento, os bovinos foram alojados aleatoriamente em baias individuais com chão de concreto, com dimensões de 10 m<sup>2</sup>. As baias eram parcialmente cobertas e possuíam bebedouros automáticos e comedouros de concreto (2 m x 0,4 m x 0,5 m). Antes de iniciar o experimento, os animais foram devidamente vacinados contra febre aftosa, tratados com anti-helmínticos e mantidos em um período de adaptação de 14 dias.

*Alimentação:* a ração foi formulada para ganho de 1,5 kg/dia (NRC, 2000). As rações completas foram fornecidas *ad libitum*, constituída de 10% volumoso e 90% concentrado (Tabela 1). As dietas foram iso-energéticas e iso-protéicas.

*Tratamentos:* os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado com nove repetições. O mix de óleos essenciais é um mix comercial (MixOil<sup>®</sup>) administrado em pó, cujo meio de propagação é a vermiculita. O produto MixOil<sup>®</sup> foi adicionado no preparo da ração. Os tratamentos foram: CON (9 bovinos) – Controle, E3,5 (9 bovinos) – adição de 3,5g/animal/dia de óleos essenciais (MixOil<sup>®</sup>) e E7,0 (9 bovinos) – adição de 7,0 g/animal/dia de óleos essenciais (MixOil<sup>®</sup>). Os óleos essenciais eram compostos dos seguintes extratos vegetais: orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), timo (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*).

Os bovinos foram abatidos após 130 dias de confinamento com o peso de 440,3 ± 42,7 kg. O abate foi realizado após um jejum prévio de sólidos de 12 horas em um frigorífico comercial a 20 km do local do experimento. Após o abate as carcaças foram serradas ao meio na linha do esterno e coluna vertebral e acondicionadas em câmara fria com temperatura inferior a 4° C e mantidas por 24 h.

#### *Amostragem e qualidade de carne*

O músculo *Longissimus (thoracis e lumborum)* foi extraído da meia-carcaça esquerda, na altura da sexta até a décima segunda costela. O músculo retirado da sexta costela foi dividido em duas partes para determinação da composição química e de ácidos graxos. A composição química (porcentagem de água, cinzas, proteína bruta, lipídeos totais e colágeno) foi determinada pelo princípio de Infravermelho Próximo Transmitância por meio do equipamento FoodScan Lab™ (Foss NIRSystems, Inc., USA).

O pH final foi medido 24 h *post-mortem*, utilizando o pHmêtro (modelo - Tradelab, Contagem MG Brasil) na altura da terceira vértebra lombar.

O músculo entre a sétima e nona costela foi cortado em bifés de 2,5 cm de espessura, pesados, embalados a vácuo e maturados por 48 h, 7 e 14 dias. Em cada tempo de maturação foram aferidas quatro medidas de cor usando um espectrofotômetro portátil da marca Minolta CR-400, com esfera de integração e ângulo de 10° e iluminante D65. A avaliação de cor foi baseada no sistema CIElab, que avalia a cor pela refletância da luz em três dimensões: L\* que representa luminosidade, a\* e b\* que representam a saturação (croma) e a tonalidade (cor). Depois de cada tempo de maturação os bifés foram armazenados e congelados (-20° C) durante um mês.

Para análises da carne, os bifés foram descongelados durante 24 horas na geladeira (4 °C). Após o descongelamento, os bifés foram pesados e assim calculados a perda por descongelamento, que foi a diferença entre o peso do bife antes do congelamento e o peso após o descongelamento (%). Uma pequena porção do bife foi utilizada para as análises de oxidação lipídica (TBARS) (Botsoglou et al., 1994).

O restante dos bifés foi pesado e embrulhado em papel alumínio para cozimento em um grill pré-aquecido a 200 °C e monitorados por termômetros até atingirem a

temperatura interna de 55 °C. Após atingirem esta temperatura, os bifes foram retirados do grill e esfriados a temperatura ambiente. Quando atingiram a temperatura de 20°C, cada bife foi pesado e calculado assim a perda por cocção (diferença entre o peso antes do cozimento e o peso após o cozimento).

Para determinação da força de cisalhamento foi adotado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler et al. (1997). Utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 horas a  $2 \pm 2$  °C. Foram retiradas oito subamostras cilíndricas paralelamente ao sentido das fibras de 2,5 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro. As amostras que apresentaram muito tecido conectivo foram descartadas. A força de cisalhamento foi determinada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler Shear adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT. As velocidades utilizadas foram de 1,0 mm/s no pré-teste e no teste e de 5,0 mm/s no pós-teste. Os resultados foram expressos em kgf. As médias das leituras de cada amostra foram utilizadas na análise estatística.

Os lipídeos totais foram determinados, segundo a metodologia descrita por Bligh & Dyer (1959) com a mistura de clorofórmio e metanol. A composição em ácidos graxos foi determinada após transesterificação dos triacilglicerídeos para obtenção dos ésteres metílicos, conforme método ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás Thermo, modelo trace ultra 3300, equipado com um detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP – 7420 (Select FAME) (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de cianopropil). O fluxo de H<sub>2</sub> (gás de arraste) foi de 1,2 mL/min, com 30 mL/min de N<sub>2</sub> (make up); e 35 e 300 mL/min, para o H<sub>2</sub> e ar sintético. O volume injetado foi de aproximadamente 2,0 µL, utilizando Split 1:80, sendo as temperaturas do injetor e detector de 220 e 230° C, respectivamente; enquanto a coluna foi 165° C por 10 min sendo elevada a taxa de 4° C/min até 235° C e mantida por 8 min. As porcentagens foram determinadas pela integração das áreas dos picos pelo Software Chronquest, versão 5.0.

#### *Análises estatísticas*

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento proc mixed do SAS. Utilizou-se a comparação entre as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

A inclusão de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte não alterou o pH final (pH<sub>24</sub>) (Tabela 2). Os valores para as três dietas foram abaixo de 5,8, considerando um pH adequado indicando que os animais não estavam estressados antes do abate (Christensen et al., 2011; Mach, Bach, Velarde & Devant, 2008). O pH observado neste estudo foi similar ao obtido por Prado et al. (2008b) utilizando bovinos mestiços confinados por 4 meses. A ausência de efeito nesta variável está de acordo com outros estudos, onde o efeito de diferentes aditivos naturais como própolis na dieta também não alterou o pH final, apresentando animais de raça pura Nelore pH mais elevado do que em animais mestiços (Zawadzki et al., 2011).

A composição química do músculo *Longissimus* não foi alterada pela adição de óleos essenciais na dieta (Tabela 2). Comparando-se as médias observadas neste estudo com as de Prado et al. (2008a) que utilizaram touros jovens, os valores obtidos para umidade (73,9 vs. 73,7%) são similares. Todavia, superiores para proteína bruta (22,8 vs. 24,2%), inferiores para cinzas (1,52 vs. 1,07%) e lipídeos totais (2,98 vs. 2,01%). Estas diferenças podem estar atribuídas à dieta, uma vez que animais do mesmo grupo genético não diferem na composição química do músculo, exceto pela quantidade de gordura que está diretamente relacionada à composição da dieta fornecida (Prado et al., 2008a). Os resultados observados nesse estudo corroboram com os encontrados por Maggioni et al. (2010) que também estudaram animais mestiços (½ Nelore vs. ½ Europeu) terminados em confinamento.

A quantidade de colágeno não foi alterada pela dieta (Tabela 2) e o valor médio observado foi baixo (1.40 mg/100 gramas). A ausência do efeito da dieta no colágeno era esperada visto que este componente do músculo é relacionado e diferido em diferentes grupos raciais, aptidões ou precocidade, como demonstrada por Christensen et al. (2011). Em geral, animais jovens, como neste presente estudo, apresentam menos quantidade de colágeno (Lepetit, 2008).

As perdas por cocção e por descongelamento não foram influenciadas pelas dietas (Tabela 3). A adição de óleos essenciais na dieta não alterou a capacidade de retenção de água (CRA) na carne. Os resultados estão dentro do esperado, uma vez que não houve diferença entre o pH final da carne. O pH está diretamente relacionado com a CRA, assim como a quantidade de gordura e a disposição das fibras no músculo (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

A perda por descongelamento foi influenciada pelo tempo de maturação ( $P < 0,01$ ) no tratamento E7,0 o que pode ser explicado que dependendo do princípio ativo de cada óleo essencial e sua dosagem, podem se tornar tóxicos às células da membrana e ter um efeito pró-oxidante (Bakkali et al., 2007). A perda por descongelamento é aumentada durante o tempo de maturação, principalmente nos primeiros 7 dias (Muela, Sañudo, Campo, Medel & Beltrán, 2010). Durante o processo de maturação as perdas de água são esperadas devido as mudanças que ocorrem nas fibras musculares no *rigor-mortis* (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

A adição de óleos essenciais na dieta não modificou a textura (Tabela 4), como o ocorrido quando foi estudado o efeito da adição de outro aditivo natural, como por exemplo, a própolis, na dieta de bovinos Nelore terminados em confinamento (Zawadzki et al., 2011).

O tempo de maturação não influenciou ( $P > 0,05$ ) os valores de textura (Tabela 4). Usualmente o tempo de maturação tem um efeito na textura, diminuindo a força de cisalhamento (Monsón, Sañudo & Sierra, 2004), principalmente em raças européias. Todavia, quando analisamos estudos com animais da raça zebuína, ou mestiços, observamos que a carne desses animais, devido à atividade da calpastatina, apresenta-se com maior força de cisalhamento e menor efeito da maturação (O'Connor, Tatum, Wulf, Green & Smith, 1997; Shackelford, Koohmaraie, Miller, Crouse & Reagan, 1991). Em zebuínos há um aumento na razão calpastatina:calpaína, que ocasiona em uma menor proteólise oriunda da ação da calpaína e conseqüentemente uma menor maciez quando comparadas com animais das raças européias (Boles & Swan, 2002; Koohmaraie & Geesink, 2006; Pringle, Williams, Lamb, Johnson & West, 1997). O'Connor et al. (1997) também não observaram diferença na maciez na carne nos tempos 0 e 14 dias de maturação, de acordo com os resultados encontrados nesse estudo, que reportam um lento amaciamento da carne oriunda de animais zebuínos sugerindo que a partir de 3/8

de sangue *Bos indicus*, é necessário uma maturação superior a 21 dias. Gomes et al. (2012) observaram resultados semelhantes de força de cisalhamento para carne de animais Nelores confinados (5,6-5,4 kg – 1 dia de maturação e 4,8-4,5 – para 7 dias de maturação. Boles and Swan (2002) avaliando animais Brahman cruzados terminados em pastagem, observaram valores entre 4,1-5,1 kg. Portanto, os valores encontrados no presente estudos são considerados normais para raças com genes de zebu. De acordo com Maggioni et al. (2010), quanto maior a porcentagem de genes zebuínos na composição racial, pior é a textura, pois há um aumento no tamanho dos fascículos musculares.

A adição de óleos essenciais na dieta não alterou ( $P>0,05$ ) a cor da carne (Tabela 5). Os valores de L variaram de 38,1 a 42,3 pontos. Os valores de  $a^*$  variaram de 17,6 a 19,5 pontos; enquanto que os valores de  $b^*$  variaram de 5,7 a 8,2 pontos. Page, Wulf and Schwotzer (2001) avaliaram a variação da coloração do músculo *Longissimus* da carne de bovinos e observaram valores semelhantes de L,  $a^*$  e  $b^*$ . No entanto o tempo de maturação teve efeito sobre as variáveis  $L^*$  e  $b^*$  ( $P<0,05$ ) e para a variável  $a^*$  para o grupo E3,5 ( $P>0,05$ ). O tempo de maturação é uma variável que altera bastante a cor da carne, como relatada por Guerrero et al. (2013b in press); Muir, Deaker and Bown (1998). Zawadzki et al. (2011) também não encontraram diferenças na cor da carne com a adição de aditivo natural (própolis) na dieta de bovinos Nelore.

Todas as variáveis estudadas para cor possuem valores normais de acordo com estudos de animais cruzados (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento, embora os altos valores de  $L^*$  encontrado neste experimento, demonstraram que a carne é mais pálida do que as observadas por Miguel et al. (2013) ( $L^* = 33,7$ ,  $a^* = 17,3$  e  $b^* = 4,44$ ); entretanto o pH final deste experimento foi 0,47 pontos maior que o pH deste estudo.

À medida que aumenta o tempo de maturação, eleva-se a oxidação lipídica, resultando em uma redução da reserva de água nas miofibrilas e conseqüentemente um aumento na perda de água na carne (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005) o que ocasiona um aumento da luminosidade. Segundo Abularach, Rocha & Felício (1998), em bovinos jovens, como neste estudo, as carnes são classificadas escuras quando  $L^*$  é inferior 29,7 e claras quando  $L^*$  é superior a 38,5. Desta forma, a carne estava clara e atraente ao consumidor.

A intensidade de vermelho ( $a^*$ ) nos tempos de maturação variou apenas na carne dos animais alimentados com 3,5 g/cabeça/dia de óleos essenciais ( $P < 0,05$ ), sendo os valores maiores aos 14 dias. O aumento de  $a^*$  pode estar relacionado à baixa atividade respiratória mitocondrial da carne, que resulta no aumento do oxigênio na superfície do corte, originando a oximioglobina de cor vermelha brilhante (Renerre & Labas, 1987).

A maturação, independente do tratamento, teve efeito ( $P < 0,05$ ) na intensidade do amarelo ( $b^*$ ) da carne. Os valores de  $b^*$  diminuíram entre o dia 0 e dia 7. No entanto, aos 14 dias de maturação da carne os valores de  $b^*$  aumentaram novamente e foram semelhantes aos valores observados ao dia 0. Ao decorrer da maturação, com o aumento da oxidação, a carne tende a ficar mais escura, ou seja, aumenta-se o valor de  $b^*$ , pois os pigmentos do grupo heme presente na carne são sensíveis à oxidação.

A adição de óleos essenciais na dieta teve efeito ( $P < 0,05$ ) na oxidação lipídica (Tabela 6) no primeiro dia de maturação. Este resultado está dentro do esperado, uma vez que alguns extratos vegetais, como o orégano, timo e alecrim, que são considerados antioxidantes, estão presentes no composto de óleos essenciais fornecido aos animais. Segundo (Anthony, Deolu-Sobogun & Saleh, 2012; Karre et al., 2013) esses extratos possuem alta capacidade de diminuição da oxidação lipídica em produtos cárneos.

A carne dos animais alimentados com dietas com a inclusão de 3,5 g/animal/dia (E3,5) mostraram valores inferiores em curtos ou longos períodos da maturação para a oxidação lipídica. Os animais do grupo E7,0 no dia zero de maturação apresentaram valores intermediários quando comparados aos demais tratamentos ( $P < 0,05$ ) e os do grupo E3,5 valores inferiores ( $P < 0,05$ ). Com 7 ou 14 dias de maturação não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. A adição de um nível intermediário de óleos essenciais a dieta de bovinos confinados, demonstrou melhores resultados para a oxidação lipídica quando comparada aos demais níveis (sem adição e com 7 g/animal/dia) ao 0 e 7 dias de maturação.

O resultado observado nesse experimento para a variável oxidação lipídica está de acordo com os encontrados por Fasseas et al. (2008) que avaliaram o efeito da inclusão de óleos essenciais a base de orégano e sávia na carne de novilhas. Fasseas, Mountzouris, Tarantilis, Polissiou & Zervas (2008) observaram diferenças entre a carne sem e com a adição de óleos essenciais. Os óleos essenciais mostraram diminuir a oxidação nos diferentes tempos de maturação até o quarto dia de maturação e após o

oitavo dia. De acordo com revisões de literatura (Ladikos & Lougovois, 1990), o tempo de maturação é uma das variáveis mais importantes no processo de oxidação lipídica, uma vez que esta altera bastante com o tempo de maturação, assim como o ocorrido neste estudo. A oxidação lipídica tende a aumentar com o aumento do tempo de maturação e como consequência alterando também as características de cor da carne e o tempo de prateleira (Ladikos & Lougovois, 1990).

A existência de um efeito antioxidante nos primeiros dias de maturação pode ser considerada como um resultado interessante para a indústria brasileira de carne bovina, uma vez que o processo de maturação da carne não é hábito no país e os consumidores consomem carne bovina no período compreendido entre 1-3 dias após o abate, momento em que o efeito antioxidante dos óleos essenciais foi observado.

Os principais ácidos graxos observados no músculo *Longissimus* foram palmítico (16:0), esteárico (18:0) e o oléico (18:1 *n-9*), representando mais de 80% do total de ácidos graxos identificados. Estes resultados são semelhantes aos dados observados por (Maggioni et al., 2010; Rotta et al., 2009).

Um dos ácidos graxos com grande participação na composição da carne bovina é o ácido graxo esteárico (C18:0) que não foi modificado com a inclusão dos aditivos na dieta. A média quantificada deste ácido graxo entre os tratamentos foi de 12,7%. Fugita (2013); Zawadzki et al. (2014) observaram valores superiores (16,7% e 16,8%) ao do presente estudo, avaliando a composição de ácidos graxos de bovinos mestiços terminados em confinamento com uma menor participação de concentrado na dieta (60%). Apesar da gordura saturada da carne bovina poder contribuir para a elevação dos teores de colesterol circulante em humanos (Bessa, 1999), as gorduras ricas em ácido esteárico não apresentam essa característica, pois são classificadas como um ácido graxo neutro, não possuindo os mesmos efeitos maléficos ao coração como outros ácidos graxos saturados. Esse ácido graxo é o produto final da biohidrogenação ruminal (Tamminga & Doreau, 1991).

O percentual médio dos ácidos graxos saturados mirístico (14:0) e palmítico (16:0) observado nos bovinos foram de 2,3 e de 30,9%. Estes dois ácidos graxos saturados são conhecidos por serem hipercolesterolêmicos e são responsáveis pelo aumento da lipoproteína de baixa densidade (LDL) que são responsáveis por doenças coronarianas. Fugita (2013); Zawadzki et al. (2014) observaram valores inferiores desses ácidos

graxos no músculo de animais alimentados com 40% de volumoso e 60% de concentrado com adição de ativos naturais na ração.

O ácido graxo oléico obteve participação média de mais de 42% do total identificado dos ácidos graxos. Valores semelhantes foram observados por Ducatti et al. (2009) em bovinos cruzados terminados em confinamento. O ácido oléico é importante por reduzir a concentração do LDL - colesterol e de elevar a concentração do HDL - colesterol no sangue. Desta maneira, a presença deste ácido graxo é associada à redução dos riscos de problemas cardiovasculares.

Entre os ácidos graxos insaturados, os ácidos linoléico (18:2 n-6) e  $\alpha$ -linolênico (18:3 n-3) são classificados como ácidos graxos essenciais (Wood et al., 2003). Os valores médios obtidos destes dois ácidos graxos foram de 4,83 e 0,10%, respectivamente. Fugita (2013) avaliando a adição de óleos essenciais à dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento, porém com menor participação de concentrado na dieta (60%) observou valores inferiores para o ácido linoléico (2,8%) e superior para  $\alpha$ -linolênico (0,26%). Estes ácidos graxos, em ruminantes, são biohidrogenados no rúmen, resultando em ácido linolênico conjugado – CLA (18:2 *cis* 9, *trans* 11) e ácido esteárico (Tamminga & Doreau, 1991). Os teores de CLA e ácido esteárico foram menores no presente estudo quando comparados a trabalhos em confinamento (Fugita, 2013; Maggioni et al., 2010; Zawadzki et al., 2014), porém com animais alimentados com um teor de concentrado menor, indicando uma possível redução na biohidrogenação ruminal.

As percentagens de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos *n*-3, ácidos graxos *n*-6, razão AGPI:AGS e *n*-6:*n*-3 do músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento não foram influenciadas pela adição de óleos essenciais na alimentação dos bovinos (Tabela 7). A percentagem de AGS, AGMI, AGPI, ácidos graxos *n*-3, ácidos graxos *n*-6 foi de 47,2; 47,5; 5,8; 0,28; 0,48%, respectivamente.

A razão recomendada de AGPI:AGS é de 0,4 (HMSO, 1994) pois tem um papel importante na redução de riscos cardíacos (Wood et al., 2008); entretanto, a razão encontrada no presente estudo foi de 0,12.

Os países ocidentais possuem uma dieta com alta razão *n*-6/*n*-3, devido ao alto consumo do ácido linoléico (*n*-6) proveniente do uso comum de óleos vegetais contendo

LA (por exemplo: óleo de soja, óleo de girassol). A FAO/WHO recomenda uma dieta com razão n-6 / n-3 de 5:1

A razão média de n-6/n-3 observada foi de 17,5. A elevada razão n-6/n-3, foi devido ao alto consumo do ácido linoléico (n-6) proveniente do uso comum de cereais contendo LA (por exemplo: milho, farelo de soja). Enser et al. (1998) observaram que carne de animais alimentados com pastagem tem menor relação n-6/n-3 do que aqueles que consomem grão, pois as pastagens temperadas possuem maiores teores de alfa-linolênico (n-3) e os grãos de linoléico (n-6). A HMSO (1994) recomenda uma razão de consumo de n-6/n-3 igual ou menor que 4:1. Os ácidos graxos pertencentes á família ômega 3, evitam o aparecimento de doenças maléficas, tais como o câncer e doenças coronarianas (Calder, 2004).

#### **4. Conclusão**

A adição do mix de óleos essenciais (Mix Oil®): orégano (*Origanum vulgare*), alho (*Allium sativum*), limão (*Citrus limonium*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), timo (*Thymus vulgaris*), eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e laranja doce (*Citrus aurantium*) a 3,5 ou 7,0 g/animal/dia na dieta de novilhos mestiços terminados em confinamento não teve efeito negativo na qualidade da carne. A adição de óleos essenciais teve efeito antioxidante com a diminuição da oxidação lipídica na carne. Os melhores resultados e o maior o efeito do composto antioxidante foram observados com a adição de 3,5 g/animal/dia um dia após o abate dos animais.

A adição de 7,0g/animal/dia do mix de óleos essenciais teve efeito pró-oxidante na carne, uma vez que aumentou a perda de água.

A inclusão do composto de óleos essenciais, especificamente, na dosagem de 3,5 g/animal/dia pode ser recomendada para animais confinados. Mais estudos seriam necessários a fim de saber se esta adição tem consequências na aceitabilidade da carne pelo consumidores, que é o último elo da cadeia produtiva.

#### **5. Agradecimentos**

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo 2012/18873-8 apoio à pesquisa e 2012/11918-6 bolsa de mestrado).

## 6. Referências

- Abularach, M. L. S., Rocha, C. E., & Felício, P. E. (1998). Características de qualidade do contrafilé (M. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(2), 205-210.
- Ahn, J., Grün, I. U., & Mustapha, A. (2007). Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology*, 24(1), 7-14.
- Anthony, K. P., Deolu-Sobogun, S. A., & Saleh, M. A. (2012). Comprehensive assessment of antioxidant activity of essential oils. *Journal of Food Science*, 77(8), C839-C843.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 209-228.
- Benchaar, C., Petit, H. V., Berthiaume, R., Whyte, T. D., & Chouinard, P. Y. (2006). Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), 4352-4364.
- Bergen, W. G., & Bates, D. B. (1984). Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, 58(6), 1465-1483.

- Boles, J. A., & Swan, J. E. (2002). Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of breed, age, gender and storage conditions. *Meat Science*, 62(4), 419-427.
- Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J., & Trakatellis, A. G. (1994). Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1931-1937.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.
- Calder, P. C. (2004). n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clinical Science*, 107(1), 1-11.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret, A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2580-2595.
- Chambaz, A., Scheeder, M. R. L., Kreuzer, M., & Dufey, P. A. (2003). Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Science*, 63(4), 491-500.
- Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2008a). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117(2-3), 215-224.
- Chaves, A. V., Stanford, K., Gibson, L. L., McAllister, T. A., & Benchaar, C. (2008b). Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth

performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 396-408.

Christensen, M., Ertbjerg, P., Failla, S., Sañudo, C., Richardson, R. I., Nute, G. R., Olleta, J. L., Panea, B., Albertí, P., Juárez, M., Hocquette, J. F., & Williams, J. L. (2011). Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, 87(1), 61-65.

Crouse, J. D., Cross, H. R., & Seideman, S. C. (1985). Effects of sex condition, genotype, diet and carcass electrical stimulation on the collagen content and palatability of two bovine muscles. *Journal of Animal Science*, 60(5), 1228-1234.

Dian, P. H. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Rotta, P. P., Prado, R. M., Silva, R. R., & Bertipaglia, L. M. A. (2010). Levels of replacing corn by cassava starch on performance and carcass characteristics of bulls finished in feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(2), 497-506.

Ducatti, T., Prado, I. N., Rotta, P. P., Prado, R. M., Perotto, D., Maggioni, D., & Visentainer, J. V. (2009). Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in a feedlot. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(3), 433-439.

Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K., & Candoğan, K. (2010). Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, 86(2), 283-288.

Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D., & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49(3), 329-341.

- FAPRI. (2013). *Food and Agricultural Policy Research Institute*. Ames, IA, USA: Iowa State University and University of Missouri-Columbia  
<http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>
- Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., & Zervas, G. (2008). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, *106*(3), 1188-1194.
- Fugita, C. A. (2013). *Aditivos naturais na dieta de bovinos (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento*. Unpublished Thesis, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Gomes, R. C., Sainz, R. D., Silva, S. L., César, M. C., Bonin, M. N., & Leme, P. R. (2012). Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Science*, *150*(1-3), 265-273.
- Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D. R., Kirick, M. A., Larson, D. A., & Meiske, J. C. (1984). Influence of monensin on the performance of cattle. *Journal of Animal Science*, *58*(6), 1484-1498.
- Guerrero, A., Sañudo, C., Albertí, P., Ripoll, G., Campo, M. M., Olleta, J. L., Panea, B., Khiji, S., & Santolaria, P. (2013b in press). Effect of production system before finishing period on carcass, meat and fat quality of beef. *Animal and International Journal of Animal Bioscience*, *1*(1), 1-8.
- HMSO. (1994). England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. *Report on Health and Social Subjects*, *46*, 37-46.

- Huff-Loneragan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204.
- Hulankova, R., Borilova, G., & Steinhauserova, I. (2013). Combined antimicrobial effect of oregano essential oil and caprylic acid in minced beef. *Meat Science*, 95, 190-194.
- Karre, L., Lopez, K., & Getty, K. J. K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94(2), 220-227.
- Koohmaraie, M., & Geesink, G. H. (2006). Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74(1), 34-43.
- Ladikos, D., & Lougovois, V. (1990). Lipid oxidation in muscle foods: A review. *Food Chemistry*, 35(4), 295-314.
- Lepetit, J. (2008). Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Science*, 80(4), 960-967.
- Losa, R. (2001). The use of essential oils in animal nutrition. *Cahiers Options Mediterraneennes*, 54, 39-44.
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A., & Devant, M. (2008). Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78(3), 232-238.
- Maggioni, D., Marques, J. A., Perotto, D., Rotta, P. P., Ducatti, T., Matsushita, M., Silva, R. R., & Prado, I. N. (2009). Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred

- young bulls finished in feedlot. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(2), 206-215.
- Maggioni, D., Marques, J. A., Rotta, P. P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J. V., & Prado, I. N. (2010). Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Science*, 127(2), 176-182.
- Maggioni, D., Prado, I. N., Zawadzki, F., Valero, M. V., Marques, J. A., Bridi, A. M., Moletta, J. L., & Abrahão, J. J. S. (2012). Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 391-402.
- Miguel, G. Z., Faria, M. H., Roça, R. O., Santos, C. T., Suman, S. P., Faitarone, A. B. G., Delbem, N. L. C., Girao, L. V. C., Homem, J. M., & Barbosa, E. K. (2013). Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore x Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat Science*.
- Monsón, F., Sañudo, C., & Sierra, I. (2004). Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science*, 68(4), 595-602.
- Muela, E., Sañudo, C., Campo, M. M., Medel, I., & Beltrán, J. A. (2010). Effect of freezing method and frozen storage duration on instrumental quality of lamb throughout display. *Meat Science*, 84(4), 662-669.
- Muir, P. D., Deaker, J. M., & Bown, M. D. (1998). Effects of forage-and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41(4), 623-635.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*: 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

- O'Connor, S. F., Tatum, J. D., Wulf, D. M., Green, R. D., & Smith, G. C. (1997). Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science*, 75(7), 1822-1830.
- Page, J. K., Wulf, D. M., & Schwotzer, T. R. (2001). A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, 79(3), 678-687.
- Pflanzer, S. B., & Felício, P. E. (2009). Effects of teeth maturity and fatness of Nellore (*Bos indicus*) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. *Meat Science*, 83(4), 697-701.
- Prado, I. N., Ito, R. H., Prado, J. M., Prado, I. M., Rotta, P. P., Matsushita, M., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. (2008a). The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 17, 307-317.
- Prado, I. N., Marques, J. A., Rotta, P. P., Prado, R. M., Visentainer, J. V., & Souza, N. E. (2009). Meat quality of the *Longissimus* muscle of bulls and steers (½ Nellore vs. ½ Simmental) finished in feedlot. *Journal of Animal and Feed Science*, 18, 221-230.
- Prado, I. N., Prado, R. M., Rotta, P. P., Visentainer, J. V., Moletta, J. L., & Perotto, D. (2008b). Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 17, 295-306.
- Pringle, T. D. D., Williams, S. E., Lamb, B. S., Johnson, D. D., & West, R. L. (1997). Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*, 75(11), 2955-2961.

- Renerre, M., & Labas, R. (1987). Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Science*, *19*(2), 151-165.
- Rotta, P. P., Prado, R. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *22*(12), 1718-1734.
- Russell, J. B., & Houlihan, A. J. (2003). Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiology Reviews*, *27*(1), 65-74.
- Serra, X., Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Gil, M., Sañudo, C., Panea, B., Campo, M. M., Olleta, J. L., García-Cachán, M. D., Piedrafita, J., & Oliver, M. A. (2008). Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Science*, *79*(1), 98-104.
- Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Miller, M. F., Crouse, J. D., & Reagan, J. O. (1991). An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *Journal of Animal Science*, *69*(1), 171-177.
- Tanabe, H., Yoshida, M., & Tomita, N. (2002). Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*, *73*(5), 389-393.
- Tamminga, S., & Doreau, M. (1991). Lipids and rumen digestion. In J.-P. Jouany (Ed.), *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion* (pp. 151-164). Paris, FR: Institut National de la Recherche Agronomique.
- Vasta, V., Aouadi, D., Brogna, D. M. R., Scerra, M., Luciano, G., Priolo, A., & Ben Salem, H. (2013). Effect of the dietary supplementation of essential oils from

rosemary and artemisia on muscle fatty acids and volatile compound profiles in Barbarine lambs. *Meat Science*, 95(2), 235-241.

Verbeke, W., Van Wezemael, L., Barcellos, M. D., Kügler, J. O., Hocquette, J. F., Ueland, Ø., & Grunert, K. G. (2010). European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee. Insights from a qualitative study in four EU countries. *Appetite*, 54(2), 289-296.

Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Johnson, L. P., Miller, M. F., Miller, R. K., & Koohmaraie, M. (1997). A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science*, 75(9), 2423-2432.

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78(4), 343-358.

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Whittington, F. M., & Richardson, R. I. (2003). Effects of diets on fatty acids and meat quality. *Options Méditerranéennes, Series A*, 67, 133-141.

Zawadzki, F., Prado, I. N., Marques, J. A., Zeoula, L. M., Rotta, P. P., Sestari, B. B., Valero, M. V., & Rivaroli, D. C. (2011). Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(1), 16-25.

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1), 15-31.

**Tabela 1**

Composição química dos ingredientes da dieta e composição percentual (%MS) da dieta

Ingredientes	%MS								Dieta%
	MS <sup>1</sup>	PB <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	CIN <sup>4</sup>	EE <sup>5</sup>	FDN <sup>6</sup>	FDA <sup>7</sup>	NDT <sup>8</sup>	
Bagaço <sup>9</sup>	94,70	1,83	98,02	1,97	3,60	78,74	49,2	42,89	10,00
Milho Grão	88,93	8,99	99,10	0,95	3,50	17,70	4,40	90,00	81,95
Farelo de soja	88,60	49,00	93,7	6,26	1,30	13,7	5,97	84,00	6,51
Calcário, 36%	99,30		10,71	89,29					0,46
Levedura	98,00	30,00							0,05
Sal mineral <sup>10</sup>	99,30		10,70	89,3					0,41
Ureia	98,00	260,00	0,56	99,44					0,62
Dieta	88,13	12,50	97,34	2,66	2,20	30,30	14,80	70,30	100,00

<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>proteína bruta, <sup>3</sup>matéria orgânica, <sup>4</sup>cinzas, <sup>5</sup>extrato etéreo, <sup>6</sup>fibra em detergente neutro, <sup>7</sup>fibra em detergente ácido, <sup>8</sup>nutrientes digestíveis totais, Dados obtidos do Laboratório de Análise de Alimento e Nutrição Animal – DZO/UEM, <sup>9</sup>bagaço de cana peletizado, <sup>10</sup>quantidade (por kg): cálcio – 175g; fósforo – 100g; sódio – 114g; selênio – 6,004 mg, manganês – 1,250g; flúor – 1,000 mg.

**Tabela 2**

Efeito da inclusão de óleos essenciais no pH final e composição química do músculo *Longissimus* de bovinos terminados em confinamento

Parâmetros	Tratamentos			EPM <sup>4</sup>	P-valor	Sig.
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
pH final (24h)	5,67	5,42	5,76	0,07	0,13	ns
Composição química						
Umidade, %	74,02	73,86	74,01	0,20	0,94	ns
Cinzas, %	1,52	1,65	1,40	0,04	0,12	ns
Proteína Bruta, %	22,61	22,79	22,94	0,14	0,67	ns
Lipídeos totais, %	2,96	3,12	2,80	0,15	0,72	ns
Colágeno, mg/g	1,38	1,40	1,47	0,03	0,47	ns

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,0 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média.

**Tabela 3**

Efeito da inclusão de óleos essenciais e da maturação na capacidade de retenção de água da carne de bovinos terminados em confinamento

Parâmetros	Tratamento			EPM <sup>4</sup>	P-valor	Sig.
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
Perda por descongelamento (%)						
0 dia	7,82	8,79	7,17B	0,55	0,51	ns
7 dias	10,53	9,21	10,84A	0,74	0,65	ns
14 dias	9,39	9,86	11,20A	0,58	0,43	ns
SEM	0,76	0,56	0,65			
P-valor	0,36	0,75	0,01			
Sig.	ns	ns	**			
Perda por cocção (%)						
0 dia	28,10	24,72	27,30	0,67	0,09	ns
7 dias	22,70	26,28	26,05	1,06	0,32	ns
14 dias	25,08	28,27	29,37	0,99	0,18	ns
SEM	1,06	0,91	0,79			
P-valor	0,11	0,29	0,23			
Sig.	ns	ns	ns			

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,00 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média. ns: não significativo; \*\*: p < 0.010. A, B: diferentes letras representam diferenças significativas na maturação (p < 0.05)

**Tabela 4**

Efeito da inclusão de óleos essenciais e da maturação na textura (Warner Braztler, shear force, kg) da carne de bovinos terminados em confinamento

Parâmetros	Tratamento			EPM <sup>4</sup>	P-valor	Sig.
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
WBSF, kg						
0 dia	5,99	5,08	5,81	0,32	0,49	ns
7 dias	4,88	3,92	4,90	0,31	0,37	ns
14 dias	5,04	3,97	4,51	0,29	0,34	ns
SEM	0,37	0,27	0,30			
P-valor	0,43	0,14	0,20			
Sig.	ns	ns	ns			

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,00 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média. ns: não significativo

**Tabela 5**

Efeito da inclusão de óleos essenciais e maturação na coloração da carne de bovinos terminados em confinamento

Parâmetros	Tratamento			EPM <sup>4</sup>	P-value	Sig.
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
<b>L*, pontos</b>						
0 dia	40,51AB	41,02AB	40,39AB	0,15	0,23	ns
7 dias	38,14B	40,49B	37,79B	0,64	0,18	ns
14 dias	41,80A	42,25A	41,31A	0,25	0,32	ns
SEM	0,48	0,24	0,59			
P-valor	0,00	0,0061	0,03			
Sig.	***	**	*			
<b>a*, pontos</b>						
0 dia	18,26	19,20AB	17,92	0,32	0,25	ns
7 dias	17,64	18,17B	17,66	0,25	0,65	ns
14 dias	18,78	19,50A	18,21	0,23	0,07	ns
SEM	0,22	0,23	0,34			
P-valor	0,10	0,04	0,82			
Sig.	ns	*	ns			
<b>b*, pontos</b>						
0 dia	7,26A	7,52AB	6,92A	0,16	0,35	ns
7 dias	5,67B	6,30A	5,67B	0,15	0,16	ns
14 dias	7,15A	8,16A	6,85A	0,26	0,09	ns
SEM	0,19	0,28	0,20			
P-valor	<,0001	0,01	0,01			
Sig.	***	***	***			

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,00 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média. ns: não significativo; \*\*: \*: p<0,050; \*\*: p< 0,010; \*\*\*: p<0,001. A, B: diferentes letras representam diferenças significativas na maturação (p≤0.05).

**Tabela 6**

Efeito da inclusão de óleos essenciais e da maturação na oxidação lipídica (mg malonaldeído/kg de carne) na carne de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Tratamento			EPM <sup>4</sup>	P-valor	Sig.
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>			
0 dia	0,10bA	0,07aA	0,08abA	0,00	0,04	*
7 dias	0,15A	0,14A	0,12A	0,00	0,24	ns
14 dias	0,72B	0,64B	1,00B	0,08	0,22	ns
SEM	0,07	0,06	0,10			
P-valor	<,0001	<,0001	<,0001			
Sig.	***	***	***			

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,0 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média. ns: não significativo; \*: p<0,050; \*\*: p< 0,010; \*\*\*: p<0,001. A, B: diferentes letras representam diferenças significativas na maturação (p≤0.05)

**Tabela 7**

Efeito da inclusão de óleos essenciais na composição e somatório de ácidos graxos na carne de bovinos mestiços terminados em confinamento

Ácidos graxos	Tratamento				EPM <sup>5</sup>	P<F
	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>	Média		
12:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,78
14:0	2,23	2,64	2,06	2,06	0,11	0,09
14:1 <i>n</i> -9	0,41AB	0,58A	0,38B	0,38B	0,03	0,02
15:0	0,33	0,30	0,31	0,31	0,01	0,68
15:1 <i>n</i> -9	0,66	0,75	0,84	0,84	0,05	0,42
16:0	31,14	31,50	30,01	30,01	0,51	0,48
16:1 <i>n</i> -7	2,29	2,62	2,14	2,14	0,10	0,18
17:0	0,98	0,74	0,92	0,92	0,04	0,06
17:1 <i>n</i> -9	0,70	0,65	0,72	0,72	0,05	0,86
18:0	13,13	12,24	12,79	12,79	0,31	0,53
18:1 <i>n</i> -9	42,73	41,64	42,43	42,43	0,59	0,76
18:1 <i>n</i> -7	0,80	0,98	0,94	0,94	0,04	0,22
18:2 <i>n</i> -6	3,85	4,89	5,76	5,76	0,48	0,27
18:3 <i>n</i> -3	0,10	0,12	0,10	0,10	0,00	0,59
18:2 <i>c</i> 9- <i>t</i> 11	0,04	0,05	0,04	0,04	0,00	0,67
20:3 <i>n</i> -3	0,11	0,10	0,13	0,13	0,01	0,52
20:4 <i>n</i> -6	0,56	0,60	0,72	0,72	0,06	0,57
20:5 <i>n</i> -3	0,04	0,06	0,04	0,04	0,00	0,35
Ácidos graxos	CON <sup>1</sup>	E3,5 <sup>2</sup>	E7,0 <sup>3</sup>	Média	EPM <sup>5</sup>	P<F
AGS	47,58	47,81	46,12	47,14	0,61	0,48
AGI	52,76	52,49	54,41	53,25	0,64	0,43
AGMI	46,30	47,50	48,56	47,45	0,63	0,35
AGPI	6,45	4,98	5,85	5,79	0,55	0,57
<i>n</i> -3	0,30	0,27	0,26	0,28	0,01	0,54
<i>n</i> -6	5,38	4,24	5,26	4,99	0,48	0,61
AGPI:AGS	0,13	0,10	0,13	0,12	0,01	0,59
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	17,45	15,33	19,34	17,45	1,30	0,48

<sup>1</sup>Controle – sem adição de óleos essenciais, <sup>2</sup>3,5 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>3</sup>7,0 g/animal/dia de óleos essenciais, <sup>4</sup>Erro-padrão da média

## **CAPÍTULO 4.**

### **IMPLICAÇÕES**

## 1. Implicações

O uso de aditivos naturais como substitutos de antibióticos em sistemas de produção de pecuária intensiva, de modo a evitar doenças, desordens metabólicas e melhorar a eficiência alimentar foi previamente demonstrado em várias espécies. Possíveis efeitos na qualidade do produto final (as características da carne e da gordura) quando é adicionado diretamente na dieta animal é pouco estudado até agora. Nossos resultados mostram novas informações e complementam as existentes, ajudando a desenvolver novas alternativas naturais, seguras e com uma aceitação do consumidor na produção intensiva de carne.

Para os próximos estudos, é importante denominar e quantificar os compostos ativos de cada extrato vegetal, para maiores informações sobre a eficiência, quantidade e modo de ação de cada óleo vegetal.

É importante ressaltar, que quando trabalhamos com compostos vegetais e conseqüentemente com metabólitos secundários como os óleos essenciais, a composição química é variável de acordo com o ambiente, clima, estação do ano em que a planta é coletada. Estudos então se fazem necessários com a coleta em vários períodos diferentes para uma possível quantificação e padronização da composição química.

Esse experimento caso fosse repetido, seria interessante aumentar os tratamentos, ou seja, fazer vários níveis (pelo menos 4 níveis sem contabilizar o grupo controle) de adição de óleos essenciais a dieta, para assim fazer uma regressão e assim originar uma equação para saber o melhor nível de inclusão do mix de óleos essenciais à dieta. Isso não foi feito no presente estudo, pois as repetições dos tratamentos (n) ficariam pequenas.