

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DELAILA JULIANA BRIGIDA

**Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de  
bovinos Nelore confinados, imunocastrados e suplementados com  
beta-agonistas**

---

Pirassununga  
2014

DELAILA JULIANA BRIGIDA

**Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de bovinos Nelore confinados, imunocastrados e suplementados com beta-agonistas**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal  
Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Pirassununga  
2014

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

B855c Brigida, Delaila Juliana  
Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de bovinos nelore confinados, imunocastrados e suplementados com beta-agonista / Delaila Juliana Brigida. -- Pirassununga, 2014.  
42 f.  
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.  
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.  
Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva.

1. Bos indicus 2. Espessura de gordura subcutânea  
3. Porção comestível 4. Ractopamina 5. Zilpaterol.  
I. Título.

## EPÍGRAFE

### “PRECE DO ENTENDIMENTO

Agradeço as bênçãos que me deste, sem que eu soubesse compreendê-las.

Roguei-te paz e me enviaste as tribulações que me tumultuaram o recanto de ação, compelindo-me a lutar, por dentro de mim, para asserenar aqueles que me cercam e somente após reconhecê-los tranquilos é que notei a paz de todos eles, habituando-me o coração.

Supliquei-te defesa e determinaste que forças contrárias ao meu reconforto me atingissem o espírito e o ambiente em que me encontro, obrigando-me a longo esforço para criar refúgio e apoio para quantos me confiaste ao amor e, apenas depois de observá-los felizes, é que reconheci comigo a alegria de todos eles em forma de segurança.

Obrigado, Senhor, porque não me doaste aquilo de que eu precisava, segundo as minhas requisições e sim de acordo com as minhas necessidades.

E agradeço, ainda, porque me mostraste, sem palavras a significação do ensino que transmitiste ao teu apóstolo da humildade:

- "É dando que se recebe" ”.

**MEIMEI. (Chico Xavier).**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por toda sabedoria concedida e por me proporcionar mais esse aprendizado.

Agradeço aos meus pais por todo amor, carinho e compreensão. Pois sem eles, eu não chegaria até aqui. Amo vocês!

Agradeço a todos os meus familiares, em especial ao meu Tio Jeremias, a quem eu considero meu segundo Pai.

Agradeço ao meu orientador, professor Saulo, por todo o ensinamento e por toda paciência.

Agradeço aos professores, da FZEA, que conheci durante o mestrado.

Agradeço aos funcionários do confinamento, fábrica de ração, abatedouro, laboratórios, motoristas de ônibus, limpeza e secretarias que me deram suporte durante esse estudo.

Agradeço a equipe do CEBER por toda ajuda, apoio e momentos de descontração

Agradeço aos meus amigos de longe pela compreensão devido aos momentos que precisei ficar ausente, não me esqueço de nenhum de vocês.

Agradeço aos amigos que fiz em Dracena, Mariângela, Hyllana, Mariana, Atã e Renato. Apesar da distância estão sempre presentes no meu coração.

Agradeço a República Tarja Preta que me acolheu quando cheguei em Pirassununga e tornou muitos dos meu dias bem mais alegres. Nayara, Jeca, Códia, Drii, Suvaco, Sakura, Tabata, Biscoito, Rafaela, Willian, Lili e Naty.

Agradeço aos amigos queridos que fiz em Pirassununga.

Agradeço a Cristina Moncau (Cris) por toda paciência, apoio e por jamais se negar em me ajudar durante a elaboração dessa dissertação.

## RESUMO

BRIGIDA, D.J. **Características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de bovinos Nelore confinados, imunocastrados e suplementados com beta-agonistas**. 2014. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da imunocastração e de diferentes beta-agonistas (BAA) sobre características de carcaça e rendimento dos cortes comerciais, de animais machos da raça Nelore, terminados em confinamento. Foram avaliados 96 bovinos, divididos em dois grupos, imunocastrados e não-castrados. Após 70 dias de confinamento, os animais foram divididos em três grupos e alimentados com uma das seguintes dietas: CON – dieta padrão, sem a adição de BAA; ZIL – dieta padrão acrescida Cloridrato de Zilpaterol (80 mg/animal/dia) e RAC – dieta padrão acrescida Cloridrato de Ractopamina (300 mg/animal/dia). Após 24 horas de resfriamento, foram obtidos o peso da carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça fria (RCF), além das perdas por refrigeração (PR). Em seguida foram obtidos os pesos e as percentagens do dianteiro, traseiro pistola e ponta de agulha de cada um dos cortes individuais e do total da porção comestível. Não houve interação entre a condição sexual e os tratamentos. Não houve efeito da condição sexual e de BAA sobre o PCF, PR e EGS, entretanto, animais do tratamento ZIL apresentaram maior RCF em comparação ao CON e RAC, que não diferiram entre si. Animais não castrados apresentaram maior peso dos cortes primários e dos cortes individuais. Com relação aos BAA, os maiores pesos e percentagens de cortes primários e individuais foram observados para o tratamento ZIL em comparação ao CON. O tratamento RAC apresentou valores intermediários em relação aos demais. Os BAA aumentam o peso e a percentagem dos cortes das carcaças em relação a animais sem BAA.

**Palavras-chave:** *Bos indicus*, espessura de gordura subcutânea, porção comestível, ractopamina, zilpaterol

## ABSTRACT

BRIGIDA, D.J. **Carcass traits and yield of retail cuts of Nellore beef cattle, immunocastrated supplemented with beta-agonists.** 2014. 42 f. M.Sc.Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

This research aimed to evaluate the effects of different immunocastration and beta-agonists on carcass traits of male Nellore, finished in feedlot. Evaluated 96 cattle and divided in two groups, non-castrated e immunocastrated. After 70 days of feedlot, the animals were divided into three groups and fed one of the following diets: STD – standard diet used, without addiction of BAA; ZIL - standard diet plus zilpaterol hydrochloride (80 mg/animal/day) e RAC - standard diet plus ractopamine hydrochloride (300 mg/animal/day). After 48 hours of cooling, the cold carcass weight (CCW) and cold dressing percentage (CDP) were obtained, in addition to cooling losses (CL) and subcutaneous fat thickness (SFT). Then the weights and percentages of the forequarter, hindquarter and side cut of each of the individual sections and the total edible portion were obtained. There was no interaction between sex condition and treatments. No effect of sex condition and BAA about the CCW, CL and SFT, however, the animals of ZIL treatment showed higher CDP compared to STD and RAC, which did not differ. Uncastrated animals showed greater weight of primal cuts and individual cuts. With respect to the BAA, the higher weight percentages of primary and individual sections were observed for treatment ZIL compared to CON. The RAC treatment showed intermediate values in relation to others. The BAA increases the weight and the proportion of the carcass cuts compared to animals without BAA.

Keywords: *Bos indicus*, thickness of subcutaneous fat, edible portion, ractopamine, zilpaterol

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição percentual da dieta utilizada (na matéria seca).....	22
Tabela 2- Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito da condição sexual sobre as características e rendimento de carcaça de 96 bovinos Nelore.....	24
Tabela 3- Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades dos cortes primários das carcaças, de acordo com a condição sexual dos animais.....	26
Tabela 4- Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades dos pesos dos cortes comerciais individuais, de acordo com a condição sexual dos animais.....	27
Tabela 5- Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das percentagens dos cortes comerciais individuais, de acordo com a condição sexual dos animais.....	28
Tabela 6 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito da condição sexual sobre a porção comestível, ossos e aparas, em kg, de 96 bovinos Nelore.....	29
Tabela 7 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito da condição sexual sobre a porção comestível, ossos e aparas, em %, de 96 bovinos Nelore.....	29
Tabela 8 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito do tratamento sobre as características e rendimento de carcaça de 96 bovinos Nelore.....	30
Tabela 9 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos principais cortes primários das carcaças, em função dos tratamentos Nelore.....	32



Tabela 10 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos cortes do traseiro e dianteiro, em função dos tratamentos.....	33
Tabelas 11 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das percentagens dos cortes do traseiro e dianteiro, em função dos tratamentos.....	34
Tabela 12 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito do tratamento sobre a porção comestível, ossos e aparas, em kg, de 96 bovinos Nelore.....	35
Tabela 13 - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito do tratamento sobre a porção comestível, ossos e aparas, em %, de 96 bovinos Nelore.....	35

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO .....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Imunocastração.....	13
3.2 Beta-agonista .....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	20
4.1 Animais e tratamentos .....	20
4.2 Características de Carcaça.....	22
4.3 Abate .....	22
4.4 Análises estatísticas.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5.1 Condição sexual .....	24
5.1.1 Características de carcaça .....	24
5.1.2 Rendimento de cortes comerciais.....	25
5.2 Beta-agonista .....	30
5.2.1 Características de carcaça.....	30
5.2.2 Rendimento de cortes comerciais.....	31
6 CONCLUSÃO .....	36
7 REFERÊNCIAS .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados da FAO (2011), em 2050 o crescimento da população mundial e o aumento de receita implicarão em um aumento no consumo de proteína de origem animal de aproximadamente 2/3 em relação ao que é consumido atualmente. Ainda de acordo com a mesma fonte, o aumento da produção de carne ocorrido nos últimos 40 anos, ocorreu, em grande parte, pelo aumento do número de animais produzidos, porém o aumento da produção para atender a demanda futura, com base nesse mesmo princípio seria praticamente impossível, indicando que essas metas só podem ser atingidas com ganhos em produtividade.

Nos últimos anos o Brasil tem se destacado no cenário internacional como um dos maiores produtores mundiais de carne bovina (2º), de aves (3º) e suína (5º) e entre os maiores exportadores desses produtos. De acordo dados estatísticos da FAO (FAOSTAT), no período de 1990 a 2010, a produção de carne bovina brasileira aumentou 65% (de 4,1 para 9,1 milhões de ton.).

Esse crescimento observado nos últimos anos é resultante da aplicação crescente de tecnologias nas diferentes áreas da cadeia produtiva, que permitiram ao setor ganhos extraordinários de volume e produtividade e, foram determinantes para colocar o Brasil em condição de destaque como um grande produtor de carne.

Recentemente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) liberou a utilização de beta-agonistas (BAA; Instrução Normativa 55/2011) como melhoradores de desempenho para animais em confinamento, na fase de terminação.

Segundo Avendaño-Reyes et al. (2006), há mais de 10 anos, o México e a África do Sul aprovaram a utilização dos beta-agonistas, incluindo os aditivos cloridrato de zilpaterol e cloridrato de ractopamina, para melhorar o desempenho em confinamento. Nos Estados Unidos, a ractopamina foi aprovada pra uso em bovinos em 2003, o zilpaterol teve seu uso aprovado em 2006, devido ao aumento da taxa de ganho de peso, melhora na eficiência alimentar e aumento no acabamento de carcaça, em bovinos alimentados em confinamento para abate, durante os últimos 20 a 40 dias de alimentação.

Apesar dos resultados da literatura ser bastante consistentes quanto ao efeito dos BAA no desempenho e características de carcaça, os resultados sobre a

utilização desses produtos em animais zebuínos é escassa. Além disso, a maior parte das pesquisas foi realizada utilizando animais castrados.

Entretanto, o mecanismo de ação dos beta-agonistas não é totalmente compreendido, estes compostos podem aumentar a síntese de proteína do músculo ou diminuir a degradação da proteína muscular, ou ambos, bem como a diminuição da massa de gordura na carcaça (Dunshea et al, 2005) devido à diminuição da lipogênese e aumento da lipólise, (Mersmann, 1998). Porém, um mínimo de cinco milímetros de gordura de acabamento na carcaça é necessário a fim de assegurar que o encurtamento celular pelo frio não aconteça (Pond & Pond, 2000).

Criar animais não-castrados tem muitas vantagens sobre castrados convencionais. Animais inteiros são geralmente mais eficientes na conversão alimentar em carne magra. Além de diminuir os custos de produção, melhoria da eficiência alimentar também leva a uma redução na saída de vários poluentes biológicos, especialmente nitrogênio. No entanto, a castração cirúrgica tradicional é percebida por muitas pessoas como uma prática eticamente questionável (Bonneau & Enright, 1995).

Contudo, surgiu um método alternativo para inibir o desenvolvimento sexual e os comportamentos agressivos, que se dá através da imunização contra o fator de liberação de gonadotrofinas (GnRH), reduzindo assim, a produção de esteroides testiculares (Oliver et al., 2003).

No Brasil, a imunocastração com a vacina Bopriva (Bopriva®, Zoetis Indústria de Produtos Veterinária LTDA, São Paulo, SP, Brasil) foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2010, para uso em bovinos, mostrando a importância dessa tecnologia na pecuária de corte brasileira.

Adicionalmente, a utilização dos BAA tem sido associada com o aumento da lipólise (e conseqüente redução da quantidade de gordura), além de prejudicar a maciez da carne, fatores esses de extrema importância para o sistema de produção brasileiro, uma vez que essas características tem sido os maiores limitantes para a produção de carne de maior valor agregado.

Em contrapartida, espera-se de animais castrados uma maior deposição de gordura de cobertura, melhorando as características organolépticas do produto e prevenindo contra efeitos indesejáveis do frio, como a desidratação e o escurecimento da superfície da carcaça e o endurecimento da carne (*cold shortening*) (LUCHIARI FILHO, 2000).

Desta forma, é importante investigar o efeito que esses produtos podem causar em animais produzidos sob as condições brasileiras e analisar o seu impacto sobre as características de carcaça desses animais.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar, o efeito da utilização de beta-agonistas (cloridrato de zilpaterol e cloridrato de ractopamina) e da imunocastração sobre as características de carcaça e do rendimento dos cortes comerciais em bovinos Nelore confinados.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Imunocastração**

A castração é uma técnica importante na gestão de bovinos de corte para melhorar a qualidade da carne, reduzir o comportamento agressivo e melhorar a facilidade de gestão (BONNEAU E ENRIGHT, 1995).

Entretanto, juntamente com os benefícios da castração, algumas desvantagens são aparentes. Além de ser um trabalho intensivo, a castração cirúrgica tem o potencial de causar morbidade e mortalidade. A gonadectomia é estressante e pode ser percebida como uma mutilação, sendo um procedimento questionável na medida em que a ética e o bem-estar animal estão em causa. Além disso, a remoção da fonte de esteróides cria desvantagens econômicas graves, como machos inteiros são mais eficientes e possuem carne mais magra do que animais castrados (WALSTRA E VERMEER, 1993; BONNEAU e ENRIGHT, 1995). Portanto, a tendência recente é voltar à produção de touros para aumentar o rendimento e eliminar custos produtivos associados a complicações na castração cirúrgica em detrimento da carcaça e qualidade da carne (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013).

Para evitar o estresse e a morte potencial, perda associada com a castração, alguns produtores de gado em países como o Brasil não castram seus animais (RIBEIRO et al., 2004). Entretanto segundo Silva (2000), muitos frigoríficos exigem a

castração dos animais alegando que esse procedimento favorece a uniformidade e a qualidade da carcaça.

Contudo, o comportamento agressivo e a libido podem ser sérios problemas em bovinos machos, pois touros pós-puberdade são difíceis de gerir, não podem pastar perto de novilhas e são uma ameaça para a segurança humana (PRICE AND TENNESSON, 1981; GREGORY e FORD, 1983, BONNEAU & ENRIGHT, 1995). A libido depende basicamente da produção de testosterona (FRASER, 1980), sendo a libido, definida como espontaneidade ou avidez do macho em montar e efetuar a cópula, habilidade que se desenvolve da puberdade até a maturidade sexual (CHENOWETH, 1983; SANTOS et al, 2003).

O GnRH (Hormônio liberador de gonadotrofina) é liberado pelo hipotálamo, e controla a liberação de LH (hormônio luteinizante) e FSH (hormônio folículo estimulante) e o desenvolvimento reprodutivo em todos os mamíferos. A imunização contra o GnRH tem sido demonstrado como uma abordagem simples para a imunocastração de espécies de animais (ADAMS e ADAMS, 1992; HOSKINSON et al., 1990; ROBERTSON, WILSON, e FRASER, 1979). Em touros, a vacina GnRH induzirá o sistema imunológico à produção anticorpos neutralizantes, resultando na imunocastração caracterizada pela supressão de LH (hormônio luteinizante) e testosterona (BONNEAU e ENRIGHT, 1995; GEARY et al., 2011). Através da vacinação cronometrada e visando o bem-estar animal, esta técnica tem sido proposta para a esterilização tardia de touros, com o intuito de capturar o melhor desempenho do animal, e ao mesmo tempo controlar seu comportamento indesejado (BONNEAU & ENRIGHT, 1995; AMATAYAKUL-CHANTLER et al. 2012)

A primeira vacina comercial disponível contra GnRH (Vaxstrate, Peptide Technology, Ltd, NSW, Austrália), foi aprovada na Austrália para a supressão de estro em novilhas. Por causa de reações adversas graves e curta duração de efeito de campo, Vaxstrate foi retirada do mercado em 1996. Em 1998, a VIVAX (Pfizer, Animal Health, Parkville, Austrália) foi introduzida no mercado para imunocastração de suínos machos e serviu como uma plataforma científica para a o desenvolvimento de uma vacina anti-GnRH específica para cavalos, a Equity (Pfizer, Animal Health). Desde 2007, uma nova vacina (Bopriva, Pfizer, Animal Health) designada especificamente para bovinos, tem sido utilizada na Nova Zelândia e Austrália, para a redução dos níveis de testosterona no sangue em touros na puberdade (JANETT et al., 2012).

Em grande parte dos estudos, a imunização contra GnRH induziu apenas uma supressão temporária da função reprodutiva, após o qual os animais voltaram a fertilidade normal (D'OCCHIO 1993, 1994). Um retorno à fertilidade normal subsequente à imunização contra a GnRH, é devido a uma diminuição da circulação de anticorpos anti-GnRH abaixo de um limiar necessário para neutralizar o GnRH no sangue (D'OCCHIO, ASPDEN e TRIGG, 2001).

De acordo com MIGUEL et al. (2014), em um estudo avaliando animais da raça Nelore não-castrados, cirurgicamente castrados e imunocastrados, não foi encontrada diferença nos valores de peso de carcaça quente (PCQ) entre os animais imunocastrados e castrados cirurgicamente, sendo que os animais não-castrados apresentaram maiores valores para esta característica. Os pesquisadores concluíram também que em comparação com a castração cirúrgica, a imunocastração melhorou a percentagem de rendimento de carcaça fria.

Andreo et. al (2013) ao avaliarem animais da raça Nelore, não-castrados e imunocastrados, encontraram maior valor de PCQ para animais não-castrados. No entanto, outros pesquisadores (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013) encontraram maior PCQ para os animais da raça Nelore imunocastrados quando comparados com animais da mesma raça, castrados cirurgicamente.

A imunocastração demonstra ser uma viável abordagem para castração de bovinos. Apesar dos estudos já existentes, pesquisas mais recentes que relacionem a imunocastração com características de carcaça bovina devem ser explorados.

### **3.2 Beta-agonista**

A pecuária de corte está entre as atividades de maior importância, em termos sócio-econômicos, para o Brasil. A atividade é desenvolvida na quase totalidade dos municípios brasileiros, com uma ampla variedade de raças, sistemas de produção, índices de produtividade, condições sanitárias e sistemas de comercialização, de acordo com as peculiaridades e exigências de cada região e do mercado a que se destina.

O grande crescimento observado na pecuária de corte brasileira nas últimas décadas ocorreu principalmente devido aos avanços nas áreas de nutrição, reprodução, melhoramento genético e manejo.

Por outro lado, a maioria absoluta do rebanho bovino brasileiro, cerca de 93% (FERRAZ & FELÍCIO, 2010) dos bovinos são terminados em pastagens, as quais normalmente apresentam uma grande variabilidade, em relação a quantidade e qualidade dos nutrientes disponíveis, durante o ano. Fox e Black (1984) afirmam que os baixos ganhos de peso observados em pesquisas com bovinos são devidos normalmente, à inadequada ingestão de energia acima da manutenção.

Esses fatores normalmente estão associados a baixos índices de produtividade, e conseqüentemente a um produto final (carne) de pior qualidade, uma vez que os animais necessitam permanecer por mais tempo no pasto para atingirem peso e acabamento adequados para o abate. Isso implica em animais abatidos com uma idade mais avançada e normalmente com uma menor quantidade de gordura de cobertura, insuficiente para proteção da carcaça durante o resfriamento.

Além disso, a maior parte do rebanho bovino brasileiro é composta por zebuínos (ABCZ, s.d.), principalmente por animais da raça Nelore, que apesar de bem adaptados às condições tropicais apresentam baixos índices de produtividade, principalmente devido a uma nutrição inadequada. Alguns avanços têm sido obtidos através de uma nutrição mais adequada e de mudanças na composição genética, pelo cruzamento com outras raças (LEME et al., 2003).

O confinamento de bovinos na fase de terminação é uma das práticas utilizadas com o objetivo de reduzir esses problemas, pois além de proporcionar um ganho de peso maior, mais eficiente e em um menor período de tempo, também possibilita uma maior deposição de gordura, uma vez que um maior ganho de peso está associado a uma maior deposição de gordura (NRC, 1996). Concomitantemente, também permite a liberação de áreas de pastagens, em épocas críticas, para outras categorias como a cria e recria, que são responsáveis por 65-75% da energia necessária para produção de carne (MONTAÑO-BERMUDEZ et al., 1990).

Outra prática que tem sido bastante utilizada para o confinamento de animais é a utilização de dietas com altas proporções de concentrado. De acordo com Preston (1998), o fornecimento de dietas com elevadas proporções de concentrado, fornecidas *ad libitum*, é uma prática bastante comum na indústria de gado de corte norte-americana. No Brasil, essa prática também tem sido utilizada para confinamento de bovinos, onde a maior parte dos animais confinados não são



castrados (69,5%) e permanecem por curtos períodos em confinamento, 83,6 dias; (MILLEN et al., 2009), pois proporcionam um maior ganho de peso e uma maior deposição de gordura nas carcaças.

Outra ferramenta que pode ser utilizada com o objetivo de melhorar o desempenho de bovinos de corte na fase de confinamento é o uso dos aditivos melhoradores de desempenho, como os beta-agonistas adrenérgicos (BAA). Esses compostos tinham sua utilização proibida em diversos países, inclusive no Brasil. Porém recentemente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) liberou a utilização dos BAA (IN 55/2011) para bovinos confinados na fase de terminação, tornando-se mais uma ferramenta disponível para melhorar a eficiência dos animais em confinamento.

Um agonista é um composto sintético que se liga a um receptor orgânico e imita a atividade de um mediador biológico natural, tendo, em geral, uma ação mais potente que o mediador endógeno (FIEMS, 1987). Os BAA são uma classe de compostos farmacológicos, que possuem estrutura química similar a um grupo natural de compostos chamados catecolaminas, que apresentam uma potente ação anabólica sobre o músculo esquelético.

Os  $\beta$ AA são assim chamados por que agem nas células via  $\beta$ -receptores de membrana, que podem ser classificados em três tipos:  $\beta$ 1 característicos dos músculos cardíaco, tecido intestinal e sistema nervoso central;  $\beta$ 2 característicos dos tecidos não neuronais, principalmente nos brônquios e músculo uterino e  $\beta$ 3, encontrados predominantemente nos tecidos adiposos branco e marrom, mas também encontrado no intestino e possivelmente nos músculos esquelético e cardíaco. Entretanto, esses receptores ocorrem em vários tecidos e órgãos que estão diretamente ligados com o crescimento, incluindo o tecido adiposo (lipólise), músculo esquelético (lipólise, glicogenólise, aumento da contratibilidade e captação de  $K^+$ ) e alguns órgãos neuro-endócrinos (YANG e MCELLIGOTT, 1989). O BAA de interesse na produção animal afetam principalmente os receptores do tipo  $\beta$ 2, porém algum efeito também é verificado sobre os demais receptores (WARRIS, 2000).

De acordo com Gonzales et al. (1993) a ação dos compostos adrenérgicos ocorre, em parte, mediados pelo 3,5 monofosfato de adenosina (AMPc), que é produzido pela unidade catalítica dos sistemas adenil ciclase, via ligação do receptor com uma proteína estimuladora (Gs), ligada ao nucleotídeo guanina, que transforma trifosfato de adenosina (ATP) em AMPc. Ainda, segundo os mesmos autores, a

atividade da unidade catalítica, por sua vez, é controlada pelos efeitos inibitórios e estimuladores resultantes da interação de hormônios com os receptores do sistema adrenérgico. Os receptores do tipo  $\beta 1$  e  $\beta 2$  estimulam o sistema da adenil ciclase e produzem um aumento da produção de AMPc, que por sua vez promovem a ativação de quinases que fosforilam e modificam a atividade de diversas enzimas, regulando processos metabólicos como a contração muscular, lipólise e glicogenólise.

A busca por compostos que pudessem ser utilizados no tratamento de doenças broncoconstritoras levou ao desenvolvimento das substâncias BAA específicas. Segundo Weiner (1985) muitas dessas substâncias foram introduzidas na terapêutica, como isoproterenol, metaproterenol, albuterol, carbuterol, fenoterol e clenbuterol. Todos esses compostos são estruturalmente semelhantes à adrenalina, porém com relativa especificidade para os receptores  $\beta 2$ , com ação menos acentuada sobre o coração ( $\beta 1$ ).

Segundo Sumano et al. (2002), na década de 80, pesquisadores da empresa Cyanamid Laboratories (EUA), publicaram dados sobre a modulação do crescimento dos animais utilizando o clenbuterol, demonstrando que a administração oral desse  $\beta$ AA em bovinos, aves, suínos e ovinos aumentava a massa muscular e diminuía a gordura corporal. Poucos anos depois surgiram outros BAA como o cimaterol, ractopamina, zilpaterol, L664,969, salbutamol.

O clenbuterol foi um BAA muito estudado para utilização em animais confinados, no entanto, atualmente seu uso é proibido devido aos riscos que o consumo de produtos contendo essa substância pode causar para os consumidores. Segundo Sumano et al. (2002), relatos de dormência nas mãos, tremores e dores musculares, nervosismo e dores de cabeça, foram relatados em pessoas que consumiram produtos de origem animal contendo clenbuterol.

Por outro lado, esse tipo de efeito colateral não tem sido observado em substâncias como o zilpaterol e ractopamina, substâncias atualmente liberadas para uso em bovinos de corte, devido ao seu pequeno potencial broncodilatador ou cardíaco, em comparação com o clenbuterol. Segundo Sumano et al. (2002), a atividade cardioestimulante do clenbuterol é aproximadamente 2.000 vezes superior ao zilpaterol. Ainda, de acordo com os mesmos autores, não existem relatos de efeitos tóxicos da sobredose de ractopamina ou zilpaterol em bovinos e tampouco

em humanos, uma vez que essas substâncias são aprovadas exclusivamente para uso veterinário.

Os benefícios da utilização dos BAA em animais de corte ocorrem principalmente pelo efeito conhecido como repartição de nutrientes, ou seja, pelo direcionamento do uso dos nutrientes para deposição de proteína, promovendo o desenvolvimento muscular e reduzindo a quantidade de gordura.

Embora o mecanismo exato pelo qual os BAA atuam não seja completamente compreendido, sabe-se que eles modificam a bioquímica dos processos de crescimento dos tecidos, aumentando a lipólise, diminuindo a lipogênese (MERSMANN, 1998), assim como atuam diminuindo a degradação (WHEELER & KOOHMARAIE, 1992) e aumentando a síntese de proteína (EISEMANN, HUNTINGTON, & FERRELL, 1988; HELFERICH et al., 1990; SMITH, GARCIA, e ANDERSON, 1989).

No período pós-natal o crescimento do tecido muscular esquelético ocorre basicamente em função da hipertrofia das células musculares, devido ao aumento da síntese e/ou redução da degradação das proteínas musculares. Desta forma, a ação dos BAA no aumento da massa muscular parece ocorrer em função do aumento da taxa de síntese e pela redução da degradação proteica. A maior ou menor taxa de crescimento muscular ocorre em função do balanço entre a síntese e a degradação proteica. Reeds et al. (1985) estimaram que entre 15 a 22% da energia gasta por um animal em crescimento é utilizada para o *turnover* proteico. Desta forma, uma redução na taxa de degradação poderia causar um impacto positivo considerável no custo de produção dos bovinos pelo aumento da eficiência de utilização da energia.

Segundo Mersmann (1998), diversos experimentos que utilizaram diferentes BAA, em diferentes espécies, demonstraram um aumento da síntese e uma redução da degradação proteica, enquanto outros não observaram diferenças nessas taxas.

Os efeitos dos BAA têm sido bastante estudados, entretanto, a maior parte desses estudos foi realizada em condições diferentes das normalmente encontradas no Brasil, entre as quais é possível citar raça, sexo dos animais, grau de acabamento no momento do abate, entre outros. No Brasil, as informações sobre os resultados da utilização dos BAA sobre o desempenho de animais zebuínos, castrados e que normalmente são confinados por curtos períodos de tempo, são ainda desconhecidos. Em função dessas características, a maior parte dos bovinos

abatidos em condições comerciais brasileiras apresentam pouca gordura e problemas de maciez, que podem ser potencializados com o uso dos BAA.

Portanto, é de fundamental importância avaliar os efeitos que a utilização dessa ferramenta poderá ocasionar sobre as características de carcaça e cortes comerciais da carne dos bovinos, de maneira a fornecer informações importantes para todos os elos envolvidos na cadeia produtiva, direcionando seus sistemas de produção de acordo com os resultados esperados.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Animais e tratamentos**

Foram utilizados noventa e seis bovinos Nelore machos, com peso médio inicial de  $409 \pm 50$ kg e idade média de 20 meses, recriados em pastagem.

Nove dias antes do início do confinamento os animais foram identificados e pesados individualmente e separados em dois grupos, de acordo com o peso. Metade dos animais de cada bloco recebeu uma dose de vacina para imunocastração (Bopriva®, Zoetis Indústria de Produtos Veterinária LTDA, São Paulo, SP, Brasil, que foi repetida 30 dias depois, enquanto que a outra metade dos animais não recebeu a vacina. ), Protocolo utilizado de acordo com recomendações do fabricante.

Em seguida, os animais foram transferidos para as instalações de confinamento do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga/SP/Brasil.

Metade dos animais (n=48) dentro de cada condição sexual (24 imunocastrados e 24 não-castrados), foi distribuída, de acordo com o peso inicial (bloco), em quatro baias (12 animais por baia), sendo dois piquetes com animais imunocastrados e dois com animais não castrados. Os piquetes eram equipados com portões eletrônicos (American Calan Inc., Northwood, NH, USA) que permitiram o controle individual da alimentação. A outra metade dos animais (n=48) foi distribuída em baias individuais. Ambas as instalações continham cocho coberto, piso de concreto e bebedouros automáticos. Posteriormente, os animais foram

submetidos a um período de adaptação às dietas e instalações por um período de 21 dias.

A cada dois dias as sobras foram retiradas, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca. O ajuste da oferta de alimento foi realizado diariamente com base na avaliação das sobras do dia anterior, com uma oferta de matéria seca 10% superior ao consumo observado para assegurar que não houvesse falta ou excesso de alimento no cocho.

Após 70 dias de confinamento, os animais foram divididos em três grupos de acordo com o peso, dentro de cada bloco e condição sexual, e aleatoriamente alimentados com uma das seguintes dietas: CON – dieta padrão utilizada na fase anterior, sem a adição de  $\beta$ AA; ZIL – dieta padrão acrescida de 80 mg/dia Cloridrato de Zilpaterol (MSD Saúde Animal, São Paulo, SP, Brasil); RAC – dieta padrão acrescida de 300 mg/dia Cloridrato de Ractopamina (Elanco Saúde Animal, São Paulo, SP, Brasil). Os  $\beta$ AA foram incorporados à mistura mineral, de modo a conter as concentrações supracitadas. Após 30 dias de recebimento dos tratamentos, os animais foram pesados e no mesmo dia os animais do tratamento ZIL receberam a dieta controle por mais dois dias, enquanto que os animais do tratamento RAC, continuaram recebendo o produto até o momento do embarque para o abate (dois dias). A retirada do tratamento ZIL três dias antes do abate foi realizada em função do período de carência exigido pela legislação para esse produto.

A alimentação foi realizada diariamente com uma dieta contendo 76% de concentrado e 24% de volumoso (Tabela 1).

**Tabela 1-** Composição percentual da dieta utilizada (na matéria seca).

<b>Ingredientes</b>	<b>% em matéria seca</b>
Silagem de milho	24,18
Milho Grão Seco	31,82
Farelo de Soja 45%	12,17
Polpa cítrica peletizada	30
Uréia	1,22
Núcleo Mineral <sup>1</sup>	0,6
<b>Nutrientes</b>	
Proteína Bruta, %	14,6
Proteína Degradável no Rúmen, %	9,9
NDT, % <sup>2</sup>	74,5

<sup>1</sup>NC BEEF PERFORMA (Nutron TMR50).

<sup>2</sup>Estimado através de fórmula de Weiss et al. (1992).

#### 4.2 Características de carcaça

As características de carcaça foram avaliadas por ultrassonografia, utilizando um equipamento de ultrassom, marca Aloka, modelo SSD 500 Micrus (Aloka Co. Ltd.), com transdutor linear de 3,5 MHz e 172 mm de comprimento. Foram colhidas imagens para determinação da área de olho de lombo (AOLU) e da espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, uma segunda imagem sobre o músculo Bíceps femoris entre o ílio e o ísquio, para a determinação da espessura de gordura sobre este ponto (EGPU).

#### 4.3 Abate

Para o abate, os animais foram divididos em dois grupos, abatidos em duas semanas consecutivas. As datas de início e fim de cada atividade foram devidamente ajustadas de maneira a fixar o período de oferecimento dos tratamentos (30 dias), o tempo após a aplicação da vacina de imunocastração (93 dias após a aplicação da 2<sup>a</sup> dose) e o tempo de carência (3 dias)

O abate foi realizado de acordo com procedimentos humanitários, conforme exigido pela legislação brasileira. Os animais foram insensibilizados através do atordoamento com pistola pneumática penetrante e imediatamente após foi

realizada a sangria pela seção dos grandes vasos do pescoço. Em seguida foi realizada a esfolagem, evisceração e lavagem das carcaças.

Posteriormente, foi realizada uma seção do músculo *Longissimus* na região entre a 12ª e a 13ª costelas onde foi obtida uma imagem digital para posterior determinação da espessura de gordura subcutânea (EGS), através de uma imagem digital obtida a partir da superfície do corte.

As meias-carcaças foram identificadas e pesadas individualmente para determinação do peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente (RCQ) ( $RCQ = PCQ / \text{Peso ao abate} \times 100$ ). Em seguida as carcaças foram resfriadas por 24h (0-2°C) e foi obtido a perda por resfriamento (PR).

Após o resfriamento foi obtido o peso de carcaça fria (PCF), e calculado o rendimento de carcaça fria (RCF) e as perdas por resfriamento. Em seguida, a meia-carcaça esquerda de cada animal foi dividida em dianteiro, traseiro pistola e ponta de agulha e cada um desses cortes foi pesado separadamente. Após a pesagem, os quartos traseiro e dianteiro foram desossados, separadamente e obtidos então os pesos dos ossos (PESOSSO) e da porção comestível (PESPC). O peso das aparas (PESAP) foi determinado pela diferença entre o peso do quarto menos PESOSSO menos PESPC. Foram calculadas as porcentagens de cada corte primário, rendimento da porção comestível, ossos e aparas, em relação ao peso da meia-carcaça fria. Sendo os cortes do traseiro, contrafilé, filé mignon, picanha, alcatra, patinho, lagarto, coxão duro, coxão mole, maminha, músculo e retalhos. Os cortes do dianteiro, acém, paleta e ponta de peito.

#### **4.4 Análises estatísticas**

Os dados das características de carcaça e rendimento dos cortes comerciais foram avaliados como um delineamento em blocos (peso inicial) casualizados, com arranjo fatorial 2 x 3 (condição sexual x tratamentos), utilizando o procedimento GLM do *Software SAS* (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA), considerando como efeitos fixos o bloco, a instalação (bacias individuais ou coletivas), bem como os efeitos de condição sexual, tratamento e a interação condição sexual x tratamento. O animal foi considerado como unidade experimental.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa entre a condição sexual e os tratamentos para nenhuma das características avaliadas. Dessa forma, os resultados serão apresentados separadamente para condição sexual e tratamento beta-agonista.

### 5.1 Condição sexual

#### 5.1.1 Características de carcaça

**Tabela 2** – Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F) do efeito da condição sexual sobre as características e rendimento de carcaça de 96 bovinos Nelore de acordo com a condição sexual.

Característica	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não Castrado		
Espessura de gordura subcutânea, mm	4,1	3,9	0,17	0,4485
Peso abate, kg	520,5	551,2	5,84	0,0004
Peso carcaça fria, kg	299,0	315,7	3,78	0,0024
Rendimento de carcaça fria, %	57,4	57,3	0,22	0,9435
Perdas por resfriamento, %	1,8	2,1	0,13	0,0975

A EGS, o peso de abate, PCF, RCF e as perdas por resfriamento não foram influenciados pela condição sexual (Tabela 2). Porém, houve uma tendência (P=0,0975) de maiores perdas por resfriamento nos animais não-castrados. Miguel et al (2014) não encontraram diferença de PR entre animais não-castrados, castrados cirurgicamente e imunocastrados. A perda por resfriamento é crítica para a rentabilidade e é influenciada pela quantidade de gordura subcutânea que cobrem a carcaça (LAGE et al. 2012).



A gordura externa protege as carcaças contra a desidratação. A EGS mínima exigida pela indústria de carne bovina brasileira é de 3 mm (RIBEIRO et al., 2004), sendo que no presente trabalho os valores atingidos para animais castrados e não castrados foi de 4,1 e 3,9 mm, respectivamente. Miguel et al (2014) não observaram nenhuma diferença entre animais não-castrados e imunocastrados. Amatayakul-Chantler et al. (2013) não encontrou diferenças entre grupos cirurgicamente-castrados e imunocastrados. No entanto, alguns pesquisadores (D'OCCHIO, ASPDEN e TRIGG, 2001 e ANDREO et al., 2013) observaram maiores valores de EGS para animais imunizados contra GnRH , em relação aos não-castrados. Isso pode ser explicado devido ao fato de que machos não-castrados atingem a fase de deposição de gordura mais tardiamente que machos castrados (COUTINHO FILHO; PERES; JUSTO, 2006) ou imunocastrados, em detrimento do desenvolvimento muscular. Este resultado pode ser atribuído à ação da testosterona durante todo o processo de criação do animal não-castrado (ANDREO et al., 2013).

MIGUEL et al., 2014, não encontraram diferença no PCF entre animais não-castrados e imunocastrados. Maior PCF para animais não-castrados foi relatado em pesquisas (EUCLIDES et al., 2001 e Freitas et al., 2008 ) quando comparados com animais castrados cirurgicamente. D'Occhio, Aspden e Trigg, (2001) e Andreo et al (2013) relataram que o peso de carcaça entre animais não-castrados e imunocastrados não diferiu, sendo que estes receberam três doses da vacina.

De acordo com Costa et al. (2002), o peso e o rendimento de carcaça são de grande interesse comercial para os frigoríficos, pois determinam o valor do produto adquirido e dos custos operacionais, uma vez que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento.

O resultado para o RCF do presente trabalho concorda com os de Miguel et al (2014), que relataram que o RCF de animais não-castrados não diferiu do observado em animais imunocastrados, sendo o trabalho citado o primeiro a relatar o RCF em animais imunocastrados.

### **5.1.2 Rendimento de cortes comerciais**

Machos não-castrados apresentaram maiores pesos de cortes primários em relação aos imunocastrados (Tabela 3). Entretanto, quando os cortes foram

expressos como percentagem da carcaça fria, não houve diferença significativa. Moraes et al (1993), encontrou maior proporção, em porcentagem, de dianteiro e menor de traseiro para animais não-castrados. A maior proporção do dianteiro em animais não-castrados é o resultado do dimorfismo sexual, típico dos machos, mediado pelo hormônio testosterona, que não ocorre após a castração (BERG E BUTERFIELD, 1976; GALBRAITH e TOPPS, 1981; MORAIS et al, 1993).

**Tabela 3** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades ( $Pr > F$ ) dos cortes primários das carcaças, de acordo com a condição sexual dos animais.

Características	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não-castrado		
Peso				
Dianteiro, kg*	118,0	125,8	0,77	0,0012
Traseiro, kg *	136,2	143,2	0,88	0,0060
Ponta de agulha, kg*	44,4	46,8	0,39	0,0365
Rendimento (em relação a carcaça fria)				
Dianteiro, %	79,0	79,6	0,19	0,3409
Traseiro, %	91,2	90,8	0,17	0,4060
Ponta de agulha, %	29,6	29,6	0,14	0,7771

\*Valores expressos com base no peso da meia-carcaça

Freitas et al (2008), relataram que ao avaliar animais da raça Nelore, castrados aos 13 e 18 meses e não-castrados, observaram maiores valores de peso para as características de dianteiro e traseiro em animais não-castrados, sendo esse resultado explicado devido ao maior peso de carcaça fria desses animais. Porém, os pesquisadores observaram que bovinos não-castrados apresentaram menor proporção de ponta de agulha e traseiro em relação às carcaças de animais castrados. Esses resultados concordam com Moraes et al (1993) e com Restle, Grassi e Feijó (1996) que ao avaliarem animais não-castrados e castrados, observaram maior rendimento de dianteiro e menores de traseiro e ponta de agulha para animais não-castrados.

Com relação aos cortes individuais, os animais não-castrados apresentaram, em geral, cortes mais pesados que os imunocastrados, tanto nos corte traseiro quanto nos do dianteiro (Tabela 4). A imunocastração não se mostrou efetiva para proporcionar aumento dos cortes comerciais. Moraes et al (1993), encontraram maior peso de alcatra para animais inteiros.

Por outro lado, quando os cortes foram expressos em percentagem do peso de carcaça fria, não foi verificada influência da condição sexual (Tabela 5). Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram o peso e a percentagem dos cortes individuais de bovinos.

**Tabela 4** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades dos pesos dos cortes comerciais individuais, de acordo com a condição sexual dos animais.

Corte, kg	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não-castrado		
Cortes do traseiro				
Contrafilé	10,3	10,9	0,20	0,0391
Filé Mignon	2,6	2,7	0,04	0,0539
Picanha	1,8	1,8	0,03	0,1614
Alcatra	5,0	5,2	0,07	0,0537
Patinho	6,3	6,6	0,09	0,0408
Lagarto	3,1	3,3	0,05	0,0027
Coxão Duro	6,5	6,6	0,12	0,1210
Coxão Mole	10,8	11,4	0,15	0,0171
Maminha	1,7	1,9	0,04	0,0112
Músculo	4,9	5,2	0,07	0,0219
Retalho	0,8	0,9	0,02	0,0198
Cortes do dianteiro				
Acém	19,3	21,8	0,37	<0,0001
Paleta	18,2	19,1	0,28	0,0361
Ponta de Peito	7,6	7,7	0,15	0,5628

**Tabela 5** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das percentagens dos cortes comerciais individuais, de acordo com a condição sexual dos animais.

Cortes, % da carcaça fria	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não Castrado		
Cortes do traseiro				
Contrafilé	6,9	6,9	0,10	0,8535
Filé Mignon	1,7	1,7	0,19	0,4974
Picanha	1,2	1,2	0,02	0,3545
Alcatra	3,3	3,3	0,03	0,2393
Patinho	2,3	1,1	0,03	0,0081
Lagarto	2,1	2,1	0,03	0,3783
Coxão Duro	4,4	4,3	0,04	0,2742
Coxão Mole	7,3	7,2	0,06	0,3935
Maminha	1,2	1,2	0,02	0,4425
Músculo	3,3	3,3	0,03	0,5402
Retalho	0,6	0,6	0,01	0,2351
Cortes do dianteiro				
Acém	12,9	13,8	0,17	0,0003
Paleta	12,2	12,1	0,09	0,4839
Ponta de Peito	5,1	4,9	0,08	0,1991

Na Tabela 6, observa-se um aumento na porção comestível (kg) de animais não castrados em relação aos imunocastrados. Porém, não se observam aumentos para as características de ossos e aparas. Na Tabela 7, encontram-se as características de porção comestível, ossos e aparas expressas em porcentagens, todas apresentaram resultados semelhantes em relação à condição sexual. O resultado do presente estudo, para a característica porção comestível ossos (%), concordam com o encontrado por Ribeiro et al (2004), no qual não observou diferença significativa para animais cirurgicamente castrados, imunocastrados e não-castrados. Climaco et al (2006), também não observaram diferença entre a porcentagem de osso entre animais castrados e não-castrados.

**Tabela 6** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades dos pesos da porção comestível, ossos e aparas, em função da condição sexual dos animais.

Características	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não Castrado		
<b>Porção Comestível, kg</b>				
Traseiro	53,9	56,9	0,72	0,0039
Dianteiro	45,1	48,6	0,67	0,0004
Total	99,0	105,5	1,32	0,0007
<b>Ossos, kg</b>				
Traseiro	11,5	12,0	0,17	0,0503
Dianteiro	9,8	10,3	0,14	0,0076
Total	21,3	22,3	0,29	0,0125
<b>Aparas, kg</b>				
Traseiro	2,7	2,7	0,14	0,8937
Dianteiro	4,3	3,9	0,19	0,1235
Total	7,0	6,6	0,25	0,2066

**Tabela 7** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das percentagens da porção comestível, ossos e aparas, em função da condição sexual dos animais.

Características	Condição sexual		EPM	Pr > F
	Castrado	Não Castrado		
<b>Porção Comestível, %</b>				
Traseiro	36,0	36,1	0,15	0,9005
Dianteiro	30,2	30,8	0,20	0,0204
Total	66,2	66,9	0,20	0,0162
<b>Ossos, %</b>				
Traseiro	7,7	7,6	0,10	0,6622
Dianteiro	6,6	6,6	0,09	0,9516
Total	14,3	14,2	0,17	0,8168
<b>Aparas, %</b>				
Traseiro	1,8	1,7	0,09	0,3482
Dianteiro	2,8	2,4	0,12	0,0041
Total	4,6	4,0	0,15	0,0047

## 5.2 Beta-agonistas

### 5.2.1 Características de carcaça

Para os resultados de espessura de gordura subcutânea, peso de abate, peso de carcaça fria e perdas por refrigeração não houve diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 8). Entretanto, os animais pertencentes ao tratamento ZIL tiveram maior PCF (aumento de 4%), apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos. Avedaño-Reyes et al (2006) observaram um evidente aumento no peso de carcaça fria de animais suplementados com zilpaterol (7%) e ractomamina (5%), 309,8 e 301,9 kg, respectivamente, quando comparados com animais não suplementados, (287,4 kg).

O aumento da massa muscular em mamíferos é reconhecido como um importante efeito da administração oral dos beta-agonista, atuando no aumento da síntese de proteínas do músculo, reduzindo a degradação da proteína muscular, ou uma combinação de ambos. Esta hipertrofia muscular induzida pelos BAA é creditada para um aumento da taxa de síntese muscular  $\alpha$ -actina bem como à atividade inibidora da calpastatina (SMITH et al, 1989;. YANG e MCELLIGOTT, 1989; HELFERICH et al., 1990).

**Tabela 8** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de carcaça em função dos tratamentos.

Característica	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
Espessura de gordura subcutânea, mm	4,0	4,2	3,8	0,22	0,4711
Peso abate, kg	530,1	536,1	541,4	7,15	0,5366
Peso de carcaça fria, kg	301,7	306,2	314,2	4,60	0,1584
Rendimento carcaça fria, %	56,8 <sup>b</sup>	57,2 <sup>b</sup>	58,0 <sup>a</sup>	0,27	0,0052
Perdas por refrigeração, %	2,0	1,9	1,8	0,17	0,5456

Garmyn et al (2011) ao avaliarem animais suplementados com zilpaterol, não encontraram diferença para EGS entre os tratamentos. No entanto, Avedaño-Reyes et al (2006) e Strydom et al (2009) relataram menores valores de EGS para animais suplementados com zilpaterol quando comparado com animais não suplementados, mas os valores referente a animais suplementados com ractopamina não diferiram dos animais não suplementados.

Foi observado que os animais pertencentes ao tratamento zilpaterol tiveram maior RCF do que animais do tratamento ractopamina e controle. No entanto, não houve diferença no RCF entre animais pertencentes ao tratamento ractopamina e controle. Os resultados do presente trabalho, referente ao tratamento zilpaterol, são semelhantes aos encontrados por Avedaño-Reyes et al (2006), que relataram maiores valores de RCF para animais suplementados com zilpaterol e ractopamina, quando comparados aos não suplementados. Contudo, Boler et al (2012) ao

avaliarem bovinos mestiços (SimentalxAngus) suplementados com 0, 200 e 300mg de ractopamina, relataram maiores rendimentos para animais suplementados com 300mg de ractopamina.

### **5.2.2 Rendimento de cortes comerciais**

Na Tabela 9, observam-se maiores resultados para o tratamento zilpaterol nas características traseiro total (kg) e rendimento traseiro (%). Porém, o rendimento ponta de agulha (%) apresentou maiores resultados para os tratamentos controle e ractopamina. Strydom e Smith (2009) ao avaliarem animais suplementados com zilpaterol em três períodos distintos (20, 30 e 40 dias) e não suplementados (controle), as carcaças pertencentes ao Z30 e Z40 apresentaram maior rendimento traseiro em relação ao grupo controle, entretanto o rendimento dianteiro não apresentou nenhuma diferença entre os tratamentos.

**Tabelas 9** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos principais cortes primários das carcaças, em função dos tratamentos.

Características	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
Dianteiro total, kg	60,2	61,0	61,8	0,96	0,4959
Rendimento Dianteiro, %	39,8	39,8	39,4	0,23	0,3029
Traseiro total, kg	68,0 <sup>b</sup>	69,1 <sup>b</sup>	72,5 <sup>a</sup>	1,06	0,0099
Rendimento Traseiro, %	45,2 <sup>b</sup>	45,2 <sup>b</sup>	46,2 <sup>a</sup>	0,21	0,0008
Ponta de agulha total, kg	22,7	23,0	22,8	0,48	0,9261
Rendimento Ponta Agulha, %	15,0 <sup>a</sup>	15,0 <sup>a</sup>	14,4 <sup>b</sup>	0,17	0,0264

Os tratamentos zilpaterol e ractopamina tiveram maior proporção de carne nos cortes do traseiro. Na Tabela 10, encontram-se os valores dos cortes do traseiro (kg) e dianteiro (kg), referente ao tratamento. O tratamento zilpaterol apresentou maiores valores para a maioria dos cortes (filé mignon, alcatra, patinho, coxão mole e músculo), em relação tratamento ractopamina e controle. No entanto, os cortes picanha, lagarto e coxão duro não apresentaram diferença no tratamento ractopamina quando comparados com o tratamento zilpaterol e controle. Por outro lado, esses mesmos cortes apresentaram maiores resultados para o tratamento zilpaterol quando comparados com o tratamento controle. Os cortes contrafilé, músculo, retalho e os cortes do dianteiro (acém, paleta e ponta de peito) não apresentaram diferença entre os tratamentos.



**Tabela 10** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos cortes do traseiro e dianteiro, em função dos tratamentos.

	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
<b>Cortes do traseiro, kg</b>					
Contrafilé	10,4	10,6	10,9	0,25	0,3836
Filé Mignon	2,5 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	2,9 <sup>a</sup>	0,05	<0,0001
Picanha	1,7 <sup>b</sup>	1,8 <sup>ab</sup>	1,9 <sup>a</sup>	0,04	0,0377
Alcatra	4,9 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	0,09	0,0047
Patinho	6,2 <sup>b</sup>	6,3 <sup>b</sup>	6,7 <sup>a</sup>	0,12	0,0063
Lagarto	3,1 <sup>b</sup>	3,2 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>a</sup>	0,06	0,0094
Coxão Duro	6,3 <sup>b</sup>	6,6 <sup>ab</sup>	7,0 <sup>a</sup>	0,15	0,0028
Coxão Mole	10,6 <sup>b</sup>	10,9 <sup>b</sup>	11,8 <sup>a</sup>	0,05	<0,0001
Maminha	1,7	1,8	1,8	0,04	0,1446
Músculo	4,9 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	0,08	0,0012
Retalho	0,9	0,9	0,9	0,03	0,1115
<b>Cortes do dianteiro, kg</b>					
Acém	20,3	20,3	21,1	0,45	0,3824
Paleta	18,4	18,6	18,9	0,34	0,5578
Ponta de Peito	7,4	7,7	7,8	0,18	0,3196

Na Tabela 11 são expressos, em percentagem do PCF, os resultados do corte do traseiro e do dianteiro. Os cortes referente alcatra, coxão mole e músculo, apresentaram maiores valores para o tratamento zilpaterol quando comparados com o tratamento ractopamina e controle. Enquanto que o corte referente ao coxão duro não diferiu entre os tratamentos ractopamina e zilpaterol, mas diferiu para o tratamento controle, demonstrando maior resultado para o tratamento RAC e ZIL. Os cortes contrafilé, picanha, patinho, lagarto, maminha, retalho e os cortes do dianteiro apresentaram resultados semelhantes.

**Tabela 11** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das percentagens dos cortes do traseiro e dianteiro, em função dos tratamentos.

	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
<b>Cortes do traseiro, %</b>					
<b>PCF</b>					
Contrafilé	6,9	6,9	6,9	0,12	0,9428
Filé Mignon	1,6 <sup>c</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,02	<0,0001
Picanha	1,1	1,2	1,2	0,02	0,2088
Alcatra	3,3 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	0,03	0,0200
Patinho	2,2	2,2	2,2	0,04	0,9981
Lagarto	2,0	2,1	2,1	0,03	0,1501
Coxão Duro	4,2 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	0,05	0,0008
Coxão Mole	7,0 <sup>b</sup>	7,1 <sup>b</sup>	7,5 <sup>a</sup>	0,07	<0,0001
Maminha	1,2	1,2	1,2	0,02	0,2101
Músculo	3,3 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	0,03	0,0033
Retalho	0,6	0,6	0,6	0,02	0,3059
<b>Cortes do dianteiro, %</b>					
<b>PCF</b>					
Ácem	13,5	13,2	13,4	0,21	0,6711
Paleta	12,2	12,2	12,1	0,11	0,7028
Ponta de Peito	4,9	5,1	5,0	0,10	0,5197

Nas Tabelas 12 e 13 são expressos os resultados da porção comestível, ossos e aparas, em quilograma e percentagem, respectivamente. Observa-se que em ambas as tabelas o tratamento zilpaterol apresentou maiores valores para a característica porção comestível (traseiro e total). Contudo, na tabela 12 podemos observar que a porção comestível total (kg) demonstrou maior resultado para o tratamento ractopamina, não diferindo este do tratamento zilpaterol. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram a porção comestível, ossos e aparas, em quilograma e percentagem, de bovinos alimentados com BAA.

**Tabela 12** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito do tratamento sobre a porção comestível, ossos e aparas, em kg, de 95 bovinos Nelore

Características	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
<b>Porção Comestível, kg</b>					
Traseiro	53,6 <sup>b</sup>	54,8 <sup>b</sup>	57,9 <sup>a</sup>	0,87	0,0027
Dianteiro	46,2	46,6	47,8	0,83	0,3546
Total	99,8 <sup>b</sup>	101,4 <sup>ab</sup>	105,7 <sup>a</sup>	1,60	0,0309
<b>Ossos, kg</b>					
Traseiro	11,6	11,8	11,8	0,22	0,7019
Dianteiro	10,0	10,1	10,0	0,18	0,9275
Total	21,6	21,9	21,8	0,36	0,7980
<b>Aparas, kg</b>					
Traseiro	2,8	2,5	2,8	0,18	0,4882
Dianteiro	4,0	4,3	4,0	0,24	0,5828
Total	6,8	6,8	6,8	0,31	0,9896

**Tabela 13** - Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do efeito do tratamento sobre a porção comestível, ossos e aparas, em %, de 95 bovinos Nelore.

Características	Tratamento			EPM	Pr > F
	Controle	Ractopamina	Zilpaterol		
<b>Porção Comestível, %</b>					
Traseiro	35,5 <sup>b</sup>	35,8 <sup>b</sup>	36,8 <sup>a</sup>	0,19	<0,0001
Dianteiro	30,6	30,5	30,5	0,25	0,8994
Total	66,1 <sup>b</sup>	66,3 <sup>b</sup>	67,3 <sup>a</sup>	0,25	0,0021
<b>Ossos, %</b>					
Traseiro	7,7	7,7	7,6	0,12	0,6119
Dianteiro	6,7	6,6	6,5	0,11	0,3520
Total	14,4	14,3	14,1	0,21	0,4075
<b>Aparas, %</b>					
Traseiro	1,8	1,6	1,8	0,10	0,4473
Dianteiro	2,6	2,7	2,4	0,14	0,3038
Total	4,4	4,3	4,2	0,18	0,6302

## 6. Conclusão

Animais não-castrados produzem cortes mais pesados, porém com pequena diferença quando expressos em porcentagem.

Os BAA aumentam o peso e a porcentagem dos cortes das carcaças em relação a animais sem BAA.

O beta-agonista zilpaterol tendeu a um melhor resultado do que o tratamento ractopamina e controle. Demonstrando, dessa forma, ser uma ferramenta que pode ser explorada para melhorar as características de carcaça e aumentar o rendimento de corte de bovinos Nelore.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J.A.; ROCA, R.O.; STEGNER, J.E.; KING, V.; HOWARD, R. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, Barking, v.95, n.1, p.78–84, set. 2013.

ANDERSON, D.B.; MOODY, D.E.; HANCOCK, D.L. Beta Adrenergic Agonist. In: W.G.P.A W. Bell. **Encyclopedia of Animal Science**, New York: Marcel Dekker, 2005. p.104-107.

ANDREO, N.; BRIDI, A.M.; TARSITANO, M.A.; PERES, L.M.; BARBON, A.P.A.C.; ANDRADE, E.L.; PROHMAN, P.E.F. Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, supl.2, p.4121-4132, 2013.

AVENDAÑO-REYES, L.; TORRES-RODRÍGUEZ, V.; MERAZ-MURILLO, F.J.; PÉREZ-LINARES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; ROBINSON, P. H. Effect of two b-adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.12, p.3259–3265, dez. 2006.

BOLER, D.D.; SHRECK, A.L.; FAULKNER, D.B.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F.K.; HOMM, J.W.; SCANGA, J.A. Effect of ractopamine hydrochloride (Optaflexx) dose on live animal performance, carcass characteristics and tenderness in early weaned beef steers. **Meat Science**, Barking, v.92, n.4, p.458-463, dez. 2012.

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

BONNEAU, M.; ENRIGHT, W.J. Immunocastration in cattle and pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.42, n.1-2, p.193–200, jun. 1995.

CHENOWETH, P. J. Sexual behavior of the bull: a review. **Journal of dairy science**, v.66, n.1, p.173-179. 1983.

CLIMACO, S. M., RIBEIRO, E. L. D. A., ROCHA, M. A. D., MIZUBUTI, I. Y., SILVA, L. D. D. F. D., NORO, L. Y., e TURINI, T. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciênc. rural**, v.36, n.6, p.1867-1872. 2006.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.L.C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.119-128, jan-fev. 2002

COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2043-2049, set-out. 2006.

D'OCCHIO, M.J. Immunological suppression of reproductive functions in male and female mammals. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.33, n.1-4, p.345–372, out. 1993.

D'OCCHIO, M.J. Endocrine, gamete and conceptus antigens as targets for immunocontraceptive vaccines: applications in farm animals. In:WOOD, P.R.; WILLADSEN, P.; VERCOE, J.E.; HOSKINSON, R.M.; DEMEYER, D. **Vaccines in agriculture: immunological applications to animal health and production**. Victoria: CSIRO, 1994. p.71-80.

D'OCCHIO, M.J.; ASPDEN, W.J.; TRIGG, T.E. Sustained testicular atrophy in bulls actively immunized against GnRH: potential to control carcass characteristics. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.66, n.1-2, 47-58, abr. 2001.

EISEMANN, J.H.; HUNTINGTON, G.B.; FERRELL, C.L. Effects of dietary clenbuterol on metabolism of the hindquarters in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.2, p.342-353, fev. 1988.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G.L.D.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, L.O.C.; CUSINATO, V.Q. Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.71-76, jan-fev. 2001.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E.D. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, Barking, v.84, n.2, p.238-243, fev. 2010.

FIEMS, L.O. Effect of beta-adrenergic agonists in animal production and their mode of action. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v.36, n.3, p.271-290, 1987.

FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.3, p.725-739, set. 1984.

FREITAS, A.K.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; PADUA LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S.; SILVA, G.F.R. Características de carcaça de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.6, p.1055–1062, jun. 2008.

GALBRAITH, H., TOPPS, J.H. Effect of hormones on the growth and body composition of animals. **Nutr. Abstr. and Rev.**, Série B, Farnham Royal, v.51, n.8, p.521-540, aug.1981.

GARMYN, A. J., KNOBEL, S. M., SPIVEY, K. S., HIGHTOWER, L. F., BROOKS, J. C., JOHNSON, B. J., MILLER, M. F. Warner-Bratzler and slice shear force measurements of 3 beef muscles in response to various aging periods after trenbolone acetate and estradiol implants and zilpaterol hydrochloride supplementation of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89, n.11, p. 3783-3791, nov. 2011.

GEARY, T.W.; WELLS, K.J.; DEAVILA, D.M.; DEAVILA, J.; CONFORTI, V.A.; MCLEAN, D.J.; ROBERTS, A.J.; WATERMAN, R.W.; REEVES, J.J. Effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone and treatment with trenbolone acetate on reproductive function of beef bulls and steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89; n.7; p.2086–2095, jul. 2011.

GREGORY, K.E; FORD, J.J. Effects of late castration, zeranol and breed group on growth, feed efficiency and carcass characteristics of late maturing bovine males. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.56, n.4, p.771- 780, abr. 1983.

HELFERICH, W. G.; JUMP, D. B.; ANDERSON, D. B.; SKJAERLUND, D. M.; MERKEL, R. A.; BERGEN, W. G. Skeletal muscle  $\alpha$ -actin synthesis is increased

pretranslationally in pigs fed the phenethanolamine ractopamine. **Endocrinology**, Baltimore, v.126, n.6. p.3096-3100, jun. 1990.

JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A.C.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; WALKER, J.; HOWARD, R.; BOLLWEIN, H.; THUN, R. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serumtestosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, Stoneham, v.78, n.1, p.182–188, jul. 2012.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, E.J.O.; DUARTE, M.S.; BENEDETI, P.D.B.; SOUZA, N.K.P.; COX, R.B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, Barking, v.90, n.3, p.770–774, mar. 2012.

LEME, P.R.; SILVA, S.D.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, supl.1, p.1786-1791, nov-dez. 2003.

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

MERSMANN, H.J. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.1, p.160-172, jan. 1998.

MIGUEL, G.Z.; FARIA, M.H.; ROÇA, R.O.; SANTOS, C.T.; SUMAN, S.P.; FAITARONE, A.B.; SAVIAN, T.V. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nelore and Nelorex Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat science**, Barking, v.96, n.2, p.884-891, fev. 2014.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.; ARRIGONI, M.D.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.10, p.3427-3439, out. 2009.

MONTAÑO-BERMUDEZ, M.; NIELSEN, M.K. Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.8, p.2297-2309, ago. 1990.

MOODY, D.E.; HANCOCK, D.L.; ANDERSON, D.B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'MELLO, J.P.F. **Farm animal metabolism and nutrition**. p.65-96, 2000.

MORAIS, C.A.C.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P. et al. Influência da monensina sobre o rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e outras características, em bovinos castrados e não castrados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.72-80, 1993.

NRC. 1996. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, 1996.

OLIVER, W.T.; MCCAULEY, I.; HARRELL, R.J.; SUSTER, D.; KERTON, D.J.; DUNSHEA, F.R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.8, p.1959-1966, ago. 2003.

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 15., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.82-91.

PRICE, M.A.; TENNESSEN, T., Pre-slaughter management and dark cutting in the carcasses of young bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.61, n.1; p.205-208, mar. 1981.

REEDS, P.J.; FULLER, M.F.; NICHOLSON, B.A. Metabolic basis of energy expenditure with particular reference to protein. **Substrate and Energy Metabolism**, p.46-57, 1985.

RESTLE, J., C. GRASSI, AND G. L. D. FEIJO. Carcass characteristics of beef cattle bulls or steers castrated with burdizzo or knife, under pasture conditions. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** (Brazil) (1996).

RIBEIRO, E. L.; HERNANDEZ, J.A.; ZANELLA, E.L; SHIMOKOMAKI, M.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H; YOUSSEF, E.; RIBEIRO, H.J.; BOGDEN, R.; REEVES, J.J. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **Meat science**, Barking, v.68, n.2, p.285–290, out. 2004.

SANTOS, M. D., TORRES, C. A., RUAS, J. R., GUIMARÃES, J. D., & SILVA FILHO, J. M. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore submetidos a diferentes proporções touro: vaca. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v.56, n.4, p.497-503. 2004.

SILVA, F.F. Aspectos produtivos da castração de novilhos de corte. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n.33, p.68- 95, 2000.



SMITH, S.B.; GRACIA, D.K.; ANDERSON, D.B. Elevation of a specific RNA in longissimus muscle of steers fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.12, p.3495–3502, dez. 1989.

STRYDOM, P.E.; FRYLINCK, L.; MONTGOMERY, J.L.; SMITH, M.F. The comparison of three  $\beta$ -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. **Meat science**, Barking, v.81, n.3, p.557-564, mar. 2009.

STRYDOM, P.E.; SMITH, M.F. Effects of duration of zilpaterol hydrochloride supplementation on growth performance, carcass traits and meat quality of grain-fed cull cows. **Animal**, v.4, n.4, p.653-660, abr. 2010.

SUMANO, L.H.; OCAMPO, C.L.; GUTIÉRREZ, O.L. Clenbuterol and other  $\beta$ -agonists, are they an option for meat production or threat for public health? **Veterinaria México**, Mexico, v.33, n.2, p.137–159, 2002.

WALSTRA, P.; VERMEER, A.W. Aspects of micro and macro economics in the production of young boars. In: ANNUAL MEETING OF THE EAAP, 44., 1993, Aarhus, Denmark, p.324-325.

WARRIS, P.D. The handle of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, v.28, p171-186, 2000.

WEINER, N. Norepinephrine, epinephrine, and the sympathomimetic amines. In: GOODMAN-GILMAN, A.; GOODMAN, L. S.; GILMAN, A.; MAYER, S. E.; MELMON, K. L. **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. 6<sup>th</sup> ed. New York: Macmillan Publishing Co., 1985. p.138-173.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.. Effects of the  $\beta$ -adrenergic agonist L644,969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.10, p.3035–3043, out. 1992.

YANG, Y.T.; MCELLIGOTT, M.A. Multiple actions of  $\beta$ -adrenergic agonists on skeletal muscle and adipose tissue. **Biochemical Journal**, London, v.261, n.1, p.1–10, jul. 1989.

