

Tipificação de Carcaça Bovina usando Redes Neurais Convolucionais

Nome: Geazy Vilharva Menezes

Orientador: Hemerson Pistori

Setembro 2017

1. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

Estima-se que em 2001, a qualidade desejável a nível nacional da carne bovina foi de 14,08% enquanto que a qualidade tolerável foi de 52,17%. Anos atrás, o nível nacional era bem abaixo, mas a partir de 1999, teve um crescimento médio de 6% ao ano. O Mato Grosso do Sul se diferencia em nível nacional tendo apenas 13% de qualidade indesejável. Mesmo bem abaixo, tais níveis ainda são indesejáveis devido a produção em larga escala e alto custo envolvido. O Mato Grosso do Sul já é um exemplo a nível nacional e é esperado que ele avance com mais facilidade e lidere essas melhorias (JBC-CICarne, 2017).

A primeira tentativa oficial conhecida de tipificar carcaças com a intenção de facilitar a comercialização e produção de gado e carne foi realizada em 1916 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Esse método envolvia precificar cortes primários de carne com osso de acordo com certos padrões de carcaça. Após este início, houve algumas tentativas sob diferentes abordagens onde essas consideravam a gordura como fator principal de qualidade mas como não havia embasamento científico, já que não se tinha pesquisas relacionadas na época, acabou que nenhuma das tentativas teve o êxito esperado (Felicio, 2011).

Já no Brasil, desde o final da Segunda Guerra Mundial há registros de uma seleção por gênero e peso das carcaças pelo mercado, apesar de não haver uma padronização oficial até certo período. A partir da primeira tentativa datada em 1968, houve diversas tentativas de padronizar a comercialização de carcaças findando no Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas, em 1989, ainda vigente porém pouco usado pelo mercado (Felicio, 2011).

Na prática, o processo de tipificação determina para qual mercado um determinado tipo de carcaça será direcionado. Como a classificação atual é manual e subjetiva, a eficiência econômica pode ficar comprometida. Como

quanto maior a qualidade da carne maior será seu preço, é necessária maior eficiência neste processo para otimizá-lo (Felício, 2011).

Há equipamentos especializados na classificação de carcaças como por exemplo o VIAscan Beef Carcase System. Se trata de uma estação que é integrada a cadeia de abate onde é feita a classificação de carcaças de ambos os lados de forma automática, dependendo apenas de um operador para supervisionar seu funcionamento. Suas medições envolvem rendimento cárneo, peso e tamanho onde os padrões estão de acordo com o sistema Europeu de classificação de carne (VIAscan Beef Carcase System, 2017). Contudo, esse sistema não atende às especificações do Brasil já que foi projetado para atender o sistema de classificação da União Europeia.

Esse projeto pretende desenvolver um sistema composto por um equipamento de coleta de imagens e um software cujo objetivo é auxiliar a tipificação de carcaças adotando o padrão brasileiro de classificação de carcaças considerando a conformação e acabamento de carcaças utilizando aprendizagem automática. Com ele será possível automatizar parte do processo de tipificação tornando este processo mais objetivo, uma vez que atualmente é subjetivo quando se considera a conformação e acabamento de carcaças bovinas (Felício, 2011). Assim, é esperada uma melhora no processo de produção de carne tanto no nível operacional como no nível estratégico.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho será desenvolver um sistema classificador de carcaça considerando a conformação e acabamento destas. Para isso, serão usadas técnicas de visão computacional para extração de informações relevantes. Dessas informações, serão aplicadas técnicas de aprendizagem automática para as melhores informações.

Para alcançar os objetivos gerais, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- a. Criação de um banco de imagens coletadas de carcaças bovinas e coleta de classificações manuais por especialistas das carcaças do banco de dados;

- b. Desenvolver um sistema com base em visão computacional para classificar dentro de classes preestabelecidas através da aprendizagem automática por redes neurais artificiais;
- c. Comparar os resultados da classificação automática com os da classificação manual.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. AVALIAÇÃO DE CARÇAÇAS BOVINAS

Existem várias características de carcaças relacionadas a qualidade e rendimentos de desossa que influenciam tanto na comercialização como nos resultados econômicos. Essas influências se dão pelo interesse da indústria que além de participar de todos os estágios de processamento da carne também se preocupa com a opinião do consumidor, já que também comercializa o produto final (Felicio, 2011).

Na classificação de carcaças, informações sobre qualidade e rendimento, também chamados de indicadores, podem ser aplicados de forma individual ou combinada agrupando carcaças semelhantes. A partir desses grupos são definidos tipos com variações entre mais até menos qualitativo sob alguns critérios, sendo este procedimento a tipificação de carcaças. Esses procedimentos impactam o consumidor final através da qualidade do produto, dos valores de mercado e também pelo rendimento (Bridi, 2002).

3.1.1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE CARÇAÇAS BOVINAS

Instituído de forma obrigatória na Instrução Normativa nº 9 de 4 de maio de 2004, é uma classificação pura e simples, este sistema descritivo é importante já que a produção pecuária e o mercado consumidor brasileiro é heterogêneo. É mais vantajoso um sistema sem hierarquia já que este não era usado comercialmente e industrialmente, excepcionalmente, para a “cota Hilton” e novilho precoce. As desvantagens do novo sistema como a ausência da análise de conformação onde não é possível diferenciar entre gado de corte ao de leite, perdendo o indicador de rendimento de desossa e a falta de necessidade da classificação de sexo da **F** e **FV** já que a combinação entre sexo e maturidade não diferencia as duas (Bridi, 2002).

Com inspiração no sistema de classificação de carcaças da União Europeia e pela normativa nº 9 de 04/05/2004 foi adotado um novo sistema nacional de classificação de carcaças. Regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é um sistema de tipos não hierarquizado. A avaliação é feita por profissionais habilitados e credenciados pelo MAPA e a remuneração desses é feita pelo setor privado

Ao falar em rendimento, se faz referência a quantidade de carne extraída de uma carcaça onde há uma relação entre seu músculo esquelético com a gordura e ossatura. É sabido que o desenvolvimento ósseo começa mais cedo e o crescimento muscular e da gordura se dá posteriormente onde a proporção muscular aumenta com o acúmulo de gordura até chegar ao ápice do desenvolvimento. Com isso se nota a influência na proporção de componentes da carcaça por diversos fatores tanto relacionados a genética como fatores ambientais (Bridi, 2002).

Indicadores de composição quantitativa:

- Peso da carcaça.
- Avaliação subjetiva de conformação onde a musculosidade é a soma de músculo e gordura.
- Avaliação subjetiva do acabamento ou cobertura da carcaça onde os escores são determinados dentro de uma escala preestabelecida.
- Espessura da gordura envolvendo pontos específicos da carcaça.
- Medida da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* (olho de lombo).
- Comprimento da carcaça da borda anterior do púbis até a borda anterior da primeira costela. Aponta tanto o tamanho esquelético como é um indicador da relação entre carne e osso pelo peso e comprimento.
- Avaliação subjetiva da proporção gordura renal, pélvica e cardíaca (RPC) onde apenas em regiões geográficas em que o clima possibilita o permanecimento destas gorduras.

Indicadores de correlação de qualidade avaliando:

- A maturidade fisiológica: grau de ossificação de cartilagens das vértebras do sacro, lombares e torácicas. É um indicador da idade do animal onde quanto mais jovem mais macia é sua carne.
- A taxa de gordura intramuscular (marmoreio): correlação com macies e sabor da carne;

- A superfície da carcaça ou do olho do lombo onde a cor da carne (tecido muscular): um indicador de maturidade fisiológica. A cor da gordura é um indicador da relação entre alimentação e maturidade. Associação entre cor e pH indica anomalias como cor pálida, textura mole e pouco úmida (PSE) cor escura, textura dura e muito úmida (DFD) e acidez.
- O pH da carne: medido entre 45 minutos a 24 horas do abate.

Esse sistema considera parâmetros como sexo, maturidade, peso e acabamento:

Sexo: exame das características sexuais nas categorias:

- Macho inteiro (M);
- Macho castrado (C);
- Novilha (F);
- Vaca de descarte (FV);

Maturidade: exame dos dentes incisivos nas categorias:

- Dentes de leite (d): apenas 1ª dentição, sem queda das pinças;
- 2 dentes (2d): até 2 dentes definitivos, sem queda dos primeiros médios da 1ª dentição;
- 4 dentes (4): até 4 dentes definitivos, sem queda dos segundos médios da 1ª dentição;
- 6 dentes (6d): até 6 dentes definitivos, sem queda dos cantos da 1ª dentição;
- 8 dentes (8d): mais de 6 dentes definitivos;

Peso da carcaça: pesagem em kg da carcaça quente onde o que é considerado carcaça é o “animal abatido”, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas, rabada, órgãos genitais externos, gordura perirrenal e inguinal, ferida de sangria, medula espinhal, diafragma e seus pilares;

Acabamento de carcaça: observação da quantidade e da distribuição de gordura de acabamento em diversos locais na carcaça: altura das 6ª, 9ª e 12ª costelas, partes dorsal e ventral do músculo grande dorsal e músculo serrátil dorsal caudal, na região lombar e no coxão nas seguintes categorias:

- Magra (1) – gordura ausente;
- Gordura escassa (2) - 1 a 3 mm de espessura;
- Gordura mediana (3) – 3 a 6 mm de espessura;
- Gordura uniforme (4) – 6 a 10 mm de espessura;

- Gordura excessiva (6) – acima de 10 mm de espessura.

A identificação de meias-carcaças, quartos, grandes e cortes se dá pelo código da categoria do sexo, maturidade, e acabamento da classificação da carcaça.

3.1.2. SISTEMA BRASILEIRO DE TIPIFICAÇÃO DE CARCAÇAS BOVINAS

O sistema de tipificação de carcaças bovinas ainda vigente é hierarquizado por tipos e consiste em classificar gênero, maturidade e tipificar estas combinações pela restrição de conformação (relação carne e osso) e acabamento (Felicio, 2011). Os padrões adotados foram definidos na Portaria Ministerial n.612 de 05/10/1989 nas classes gênero, maturidade dentária, desenvolvimento de massas musculares e acabamento da carcaça.

Depois de classificado, é feita a tipificação hierarquizando em 6 tipos (B-R-A-S-I-L), restringindo a carcaça ainda quente. Mas frigoríficos estabelecem limites maiores que o da portaria. A classificação assim como a tipificação são feitas na sala de matança com a carcaça ainda quente, já a gordura ainda não está solidificada e o tecido muscular não está rígido, chamado de rigor mortis (Felicio, 2011).

Este sistema de tipificação foi planejado para atender uma exigência da Cota Hilton que pressupõe que os cortes cárneos sejam elaborados de carcaças tipificadas de gado jovem, novilhos e novilhas. Esses, devem ter no máximo quatro dentes incisivos permanentes e serem criados somente em pastagens. Com isso o Brasil pode exportar até cinco mil toneladas de cortes especiais a preços interessantes.

3.1.3. FAROL DA QUALIDADE

O farol da qualidade consiste numa ferramenta que descreve visualmente as características como sexo, maturidade, peso e acabamento de gordura com a carcaça bovina ainda quente. Nesta descrição, dividida em três padrões sendo 1 como indesejável, 2 como tolerável e 3 como desejável. A tentativa iniciada por entidades como JBS e Embrapa é de padronizar a tipificação de carcaças bovinas (Silva, 2016).

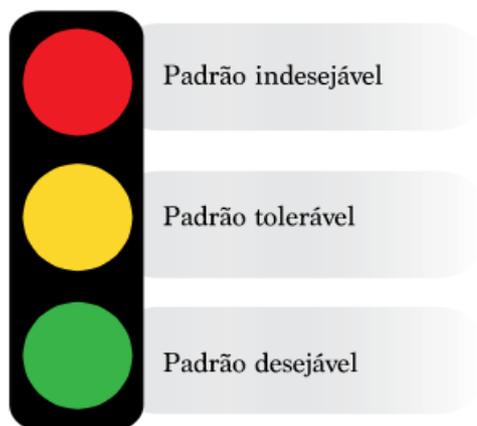


Figura 1: Cores de cada tipo de Padrão.



Figura 2: Escores de Acabamento

Para esta padronização, foram utilizadas as classes de acabamento de carcaça onde em gordura escassa e gordura mediana passaram a suportar 3 subclasses: **escassa-**, **escassa°** e **escassa+** e **mediana-**, **mediana°** e **mediana+** (Silva, 2016).

3.2. VISÃO COMPUTACIONAL

A Visão computacional é uma vasta área que se inter-relaciona com diversas disciplinas como processamento de imagem, aprendizado de máquina e várias áreas de conhecimento. No passado, a visão computacional era limitada pela pouca capacidade de dispositivos de captura da época, pois a extração de informações ficava limitada. Mas com grandes avanços nessa área, possibilitou suporte suficiente para tratar problemas de classificação, já que depende de sensores capazes de captarem sinais com o mínimo de interferência possível.

Segundo Prince (2012), extração de informações é o objetivo da Visão Computacional. Mas extrair estas informações não é algo simples já que

identificar onde começa e termina um objeto na imagem é complexo. Mas há técnicas para extrair tais informações como por exemplo a aprendizagem automática, mas ainda há muito a ser desenvolvido na Visão Computacional, o que pode ser um motivador para o seu estudo e aperfeiçoamento.

Uma das dificuldades segundo Szeliski (2010), está no problema inverso, também um problema da Visão Computacional. Por isso se usa técnicas baseadas na física e em modelos probabilísticos a fim de diferenciar soluções em potencial. Apesar desta limitação, é possível extrair informações úteis de uma imagem com um grau aceitável de confiança.

3.3. APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA

Uma definição formal de aprendizagem automática dada por Tom Mitchel diz que “um programa de computador é dito aprender a partir de uma experiência E com respeito a alguma classe de tarefas T e medidas de performance P, se sua performance nas tarefas em T, como medidas por P, melhora com a experiência E” (Mitchell, 1997).

Neste conceito, tarefa é como um sistema de aprendizagem automática processa um exemplo ou conjunto de atributos. Há vários tipos de tarefas em aprendizagem automática onde os principais são classificação e regressão. Classificação consiste em atribuir a uma entrada uma determinada classe de um conjunto de classes e regressão consiste em prever numericamente, dado um valor de entrada (Goodfellow, 2016).

Na performance, que está diretamente relacionado ao tipo de tarefa, mede a capacidade de previsão de um algoritmo de aprendizagem automática. Por exemplo, em classificação, é possível medir a performance pela sua taxa de acerto ou pela sua taxa de erro (Goodfellow, 2016).

E por último, a experiência, se dá por meio de toda a coleção de exemplos, chamada de conjunto de dados. Esta experiência pode ser por meio de algoritmos de aprendizagem não-supervisionada onde os dados são agrupados por semelhança, por algoritmos de aprendizagem supervisionada onde cada exemplo é associado a uma categoria, entre outros (Le.

3.3.1 REDES NEURAS CONVOLUCIONAIS

Redes neurais convolucionais são um tipo de redes neurais artificiais projetadas para processar dados em larga escala com menos processamento em

comparação a redes neurais artificiais tradicionais. Tal redução de processamento se dá no uso de operações convolucionais em substituição a multiplicação de matrizes no cálculo de pesos de camadas escondidas numa rede neural artificial (Goodfellow, 2016). Essa operação convolucional influencia em três pontos importantes para um sistema de aprendizagem automática: interações esparsas, compartilhamento de parâmetros e representações invariantes (Lecun, 2015).

Numa rede neural artificial tradicional, pesos são calculados apenas uma vez a cada camada. Isso significa que todos os pesos de uma camada serão recalculados a cada iteração implicando numa maior quantidade de processamento. Mas numa rede neural convolucional os parâmetros são fixos e o número de conexões neurais reduzidas, não sendo mais completamente conectadas, já que o kernel de uma operação convolucional sempre será menor que a entrada. Além disso o compartilhamento de parâmetros também traz o benefício da representação invariante mantendo certas características de entrada em diversas escalas já que essas transformações afetam toda a entrada de forma similar (Goodfellow, 2016).

Os elementos de uma camada de convolução são organizados em mapas de características onde são conectados a trechos locais nos mapas de características das camadas anteriores através de um conjunto de pesos. Esses pesos, também referidos como banco de filtros, compõem a soma local ponderada de cada camada que por sua vez passa por uma função de retificação a fim de eliminar valores negativos. Todos os elementos do mapa de características compartilham o mesmo banco de filtro mas diferentes mapas de filtros usam diferentes bancos de filtros. O papel da camada de convolução consiste em detectar conjunções locais de atributos de camadas anteriores (Lecun, 2015).

Na camada de pooling acontece o agrupamento semântico de características similares resultantes da camada anterior. Devido a invariância das posições relativas das características, uma detecção confiável de padrões é possível refinando grosseiramente a posição de cada característica (Lecun, 2015). Isso melhora a eficiência computacional pois diminui o tamanho da entrada anterior mantendo características a um nível relacionado a essa operação. Ao final da rede, uma simples camada completamente conectada calcula os rankings das classes determinando sua saída (Goodfellow, 2016).

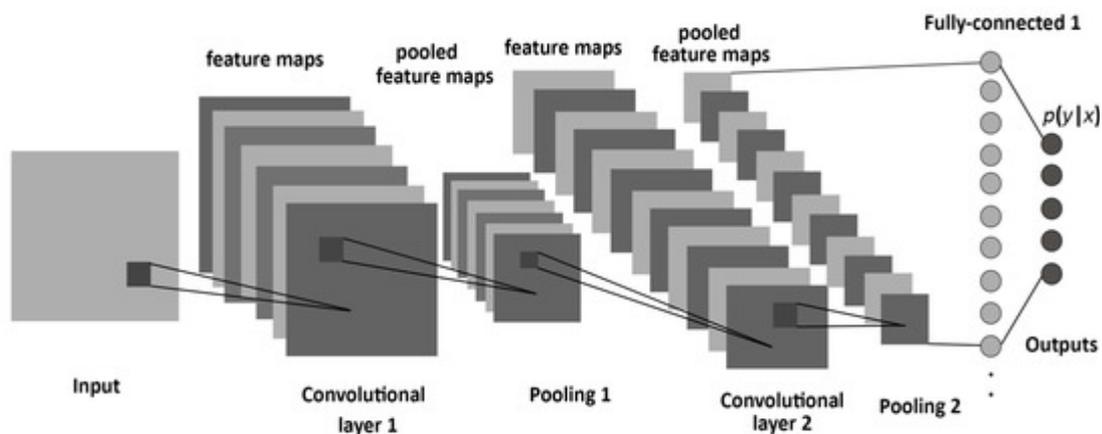


Figura 3: Exemplo de uma rede neural convolucional.

4. METODOLOGIA

Será realizada uma revisão bibliográfica sobre tipificação e classificação de carcaça bovina, visão computacional e redes neurais convolucionais. Em paralelo, o banco de imagens de carcaças será criado, assim como a coleta de avaliações de especialistas.

Para popular o banco de imagens, serão utilizadas câmeras fotográficas para a captura de fotografias laterais de carcaças, que serão armazenadas em um serviço de armazenamento em nuvem. Para a coleta de avaliação de carcaças, serão procurados especialistas dispostos a colaborar com o projeto.

Serão utilizadas técnicas de processamento de imagens adequadas identificadas na revisão bibliográfica assim como técnicas de aprendizagem automática, especificamente as redes neurais convolucionais. O uso dessas técnicas será para o desenvolvimento de um sistema de visão computacional capaz de classificar o acabamento da gordura de carcaças bovinas de acordo com as classes também identificadas na revisão bibliográfica. Por último, o resultado do sistema desenvolvido será comparado com as avaliações feitas por especialistas a fim de validar a precisão do sistema proposto.

5. CRONOGRAMA

Atividade	Ano 1		Ano 2			
Revisão da Literatura	x	x				
Revisão do Estado da Arte	x	x				
Coleta de Imagens de Carcaças	x	x				
Coleta de Avaliações de Especialistas em Avaliação de Carcaça	x	x				
Estudo de Técnicas de Processamento de Imagens		x	x			
Estudo de Técnicas de Aprendizagem Automática		x	x			
Implementação do Sistema proposto			x	x	x	
Comparação entre o resultado do Sistema e as Avaliações de Especialistas.						x

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÁCERES, E.N.; PISTORI, H.; TURINE, M.A.S.; PIRES,P.P.; SOARES.C.O.; CARROMEU,C. **Computational Livestock Precision - Position Paper** In: Second Workshop of the Brazilian Institute for Web Science Research, 2-3 Agosto, Rio de Janeiro, 2011.

MALAFAIA, Guilherme Cunha; FEIJÓ, G. L. D.FEIJÓ, G. L. D.; **Centro de Inteligência da Carne Bovina**. Dinapec 2017.

Roberto D. Sainz; Fabiano R. C. Araujo; **Tipificação De Carcaças De Bovinos E Suínos**. I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carne, São Pedro, SP, 22-25 outubro, 2001.

Felicio, P. E. 2011. **Classificação, tipificação e qualidade da carne bovina**. VI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. Anais. São Pedro, SP, 2011. Disponível em:

<http://www.fea.unicamp.br/arquivos/classificacaotipificacaoqualidadedacarnebovina.pdf>

Felício, P.E. 2005. **Classificação e Tipificação de Carcaças Bovinas**. Palestra proferida no Congresso CBNA de 17-18 de maio de 2005, em Goiânia, Goiás.

Bridi A. M. 2002. **Normas de Avaliação, Classificação e Tipificação de Carnes e Carcaças**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

D. Forsyth and J. Ponce. **Computer Vision: A Modern Approach**. Prentice Hall.

Prince, S. J. D. **Computer Vision: Models, Learning and Inference**. Cambridge University Press, 2012.

Szeliski, R. **Computer Vision: Algorithms and Applications**. Springer, 2010.

Mitchell, Tom. **Machine Learning**. McGraw Hill, 1997.

Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron (2016). **Deep Learning**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). **Deep learning**. Nature, 521(7553), 436-444.

Apresentação Embrapa Gado de Corte. 2017 - [citado em 1 de julho]. Disponível em <https://www.embrapa.br/gado-de-corte/apresentacao>.

VIAscan Beef Carcase System. 2017 – [citado em 1 de julho]. Disponível em <http://cedarcc.com/product-solutions/viascan/viascan%C2%AE-beef-carcase-system.aspx>.

SILVA, A.L.; PRATA, C.B.; SILVA, C.C.; CASTRO, D.A.F.; PEDROSO, E.K.; PEREIRA, E.; SILVA, F.G.; PIRELLI, K.; OLIVEIRA, N.; MARIANO, O.; ALVES, R.; PINTO, R.R.; MESTANZA, S.; CARVALHO, T. **Classificação de Carcaças Bovinas Pelo Acabamento**. JBS. 2016. Disponível em <http://promo.beefpoint.com.br/livro-classificacao-de-carcaca-bovina-pelo-acabamento-de-gordura-jbs>.