

**Classificação do grau de gordura da carcaça  
bovina utilizando algoritmos de visão  
computacional aplicada à Pecuária de Precisão**

---

Higor Henrique Picoli Nucci

16 de Janeiro de 2019

## Resumo

Nos dias atuais, existe um aumento na demanda mundial por carne bovina de qualidade. Dessa forma, os programas de incentivo à criação de gado que produza bons acabamentos de carcaça vêm se tornando mais frequentes. O Governo do Estado de Mato Grosso do Sul criou um programa de incentivo (Precoce MS) que estimula produtores a se encaixarem em sistemas de produção que acarretam ao abate de animais em idade jovem e qualidade de carcaça adequada, em direção a um modelo de produção mais sustentável. A qualidade da carcaça é analisada observando o seu grau de gordura, que subdivide-se em 5 níveis (1 = gordura ausente; 2 = gordura escassa; 3 = gordura mediana; 4 = gordura uniforme; e 5 = gordura excessiva). Sendo assim, o grau de gordura da carcaça do animal abatido é verificado repetidamente por pessoas chamadas de “classificadores”, dentro do frigorífico. Esse tipo de classificação por olhos humanos pode acarretar em erros de avaliação por cansaço, viés ou falta de experiência. Com o aumento das expectativas de produção de carne de alta qualidade e com elevados padrões de segurança, surgiu a necessidade de verificação de forma precisa, rápida e objetiva do acabamento da carcaça. A visão computacional oferece uma alternativa a análise humana como sendo uma técnica automatizada, não destrutiva e econômica. Esta abordagem de inspeção baseada na análise e processamento de imagens encontrou uma variedade de diferentes aplicações na indústria. Uma pesquisa considerável destacou seu potencial para a inspeção e classificação da qualidade e características de grãos e carnes em várias aplicações diferentes. Portanto, este trabalho tem por objetivo apresentar os elementos significativos de um sistema de visão computacional e enfatizar os aspectos importantes da técnica de processamento de imagens, juntamente com uma revisão dos desenvolvimentos mais recentes em toda a indústria da pecuária.

**Palavras-chave:** Acabamento de Carcaça, Aprendizado de Máquina, Novilho Precoce

## CONTEÚDO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
1.1	Contextualização . . . . .	4
1.2	Justificativa . . . . .	4
1.3	Objetivos . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Metodologia</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Cronograma</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>9</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial de produção de carne bovina. Apenas no quarto trimestre de 2017, foram abatidas 8,02 milhões de cabeças de bovinos, que estavam sendo supervisionados por algum serviço de inspeção sanitária, como mostram os dados do relatório de Estatística da Produção Pecuária, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [6]. Esses dados são 8,3% maiores que o mesmo período do ano imediatamente anterior.

O aumento de produção no setor agropecuário brasileiro, como mostrado por meio de dados da Secretaria de Comércio Exterior – Secex, no 4º trimestre de 2017, é tanto no faturamento como em volume das exportações de carne bovina *in natura*, comparado ao mesmo período no ano anterior. Sendo assim, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estima que, até 2020, a produção nacional de carnes poderá suprir 44,5% do mercado mundial, mantendo o Brasil em primeiro lugar no ranking de exportações de carnes [8].

Portanto, para se manter no topo do ranking mundial de exportações, o governo brasileiro, associações de produtores e de raças e frigoríficos têm se empenhado em criar programas que incentivem a produção de carnes com qualidade superior à média brasileira. Um programa criado para este fim e que merece destaque é o de bonificação de carcaças bovinas, instituído pela normativa 9 de 04 de maio de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [10] que institui em todo o território nacional, o Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças de Bovinos (SBCCB), a ser implantado nos estabelecimentos de abate sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), tendo como base as características indicativas de qualidade: sexo e maturidade do animal, peso e acabamento da carcaça.

No estado de Mato Grosso do Sul, foram lançados o decreto Nº 14.526, de 28 de julho de 2016 e a resolução Conjunta SEFAZ/SEPAF Nº 69 DE 30 de agosto de 2016 que fizeram melhorias ao programa de bonificação para novilhos precoces<sup>1</sup> já existente e instituiu o programa Precoce MS, sendo esse gerido pelo Programa de Avanços na Pecuária de Mato Grosso do Sul (Proape). Dentre as melhorias aplicadas, pode-se citar como mais impactante a inclusão do processo produtivo da fazenda no cálculo para o incentivo fiscal.

A classificação do acabamento da carcaça é feita pela medição grau da gordura. Essa medida é calculada visualmente por pessoas, chamadas de classificadores, dentro do frigorífico. Os classificadores classificam a carcaça de acordo com o critérios apresentado na Fig. 1.1.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A base da avaliação do grau de gordura é muitas vezes subjetiva, com atributos como aparência, textura e coloração, frequentemente examinados por inspetores humanos. Conse-

---

<sup>1</sup> O termo novilho precoce foi definido pela Portaria Nº 268, de 4 de maio de 1995 [9], como bovino jovem que gera um tipo de carcaça de boa qualidade e que atenda as especificações da Portaria nº 612, de 5 de outubro de 1989 [2].

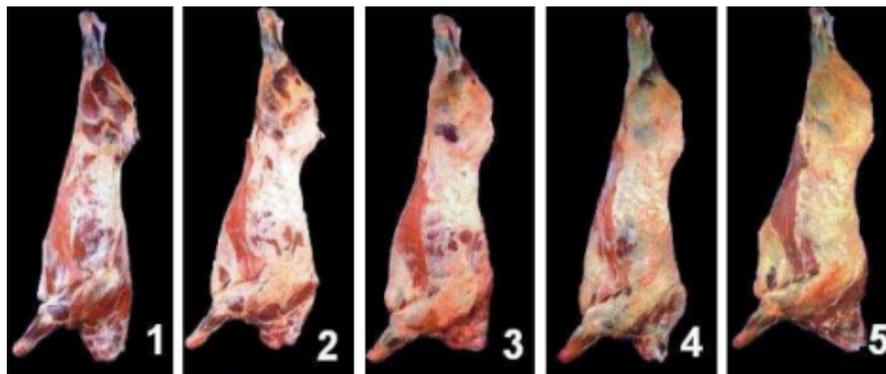


Figura 1.1: Graus de gordura do acabamento de carcaças. 1 = gordura ausente; 2 = gordura escassa; 3 = gordura mediana; 4 = gordura uniforme; e 5 = gordura excessiva. (Fonte: <https://3rlab.wordpress.com/2016/08/24/fatores-que-influenciam-a-qualidade-da-carne-bovina>)

quentemente, descobriu-se que a percepção humana poderia ser facilmente enganada [5]. Juntamente com os altos custos trabalhistas, a inconsistência e a variabilidade associadas à inspeção humana acentuam a necessidade de sistemas de medições objetivas.

Recentemente, sistemas de inspeção automáticos, baseados principalmente na tecnologia de câmeras e computadores, foram investigados para a análise sensorial de produtos agrícolas e da pecuária. Esse sistema conhecido como visão computacional provou ser bem-sucedido para a medição objetiva de vários produtos agrícolas [7] e da pecuária [13].

### 1.3 OBJETIVOS

A visão computacional inclui a captura, processamento e análise de imagens, facilitando a avaliação objetiva e não destrutiva das características de qualidade visual em produtos alimentícios [12]. Recentes avanços em hardware e software ajudaram nessa expansão, fornecendo soluções poderosas de baixo custo, levando a mais estudos sobre o desenvolvimento de sistemas de visão computacional na indústria de alimentos [14]. Esse avanços podem ser reutilizados na pecuária de precisão.

Como resultado, a inspeção visual automatizada está sob crescimento substancial na indústria de alimentos devido à sua relação custo-eficácia, consistência, velocidade e precisão superiores. A inspeção visual tradicional de qualidade realizada por inspetores humanos tem o potencial de ser substituída por sistemas de visão computacional para muitas tarefas. Sendo assim, esse projeto tem por objetivo geral a criação de um classificador do grau de gordura de carcaça, que utilize visão computacional.

## 2 METODOLOGIA

O escopo desse trabalho envolve:

1. a revisão bibliográfica;
2. a obtenção das imagens das carcaças;
3. o processamento das imagens para dados numéricos;
4. a construção de um modelo de Rede Neural Convolutacional para classificar as carcaças;
5. o treinamento do modelo;
6. a disponibilização de um programa que capture as imagens e o analise.

O primeiro passo é fazer uma revisão bibliográfica para sustentar a pesquisa e proporcionar o avanço no campo do conhecimento por meio do que já foi realizado por outros pesquisadores e quais são as fronteiras nessa área. Desta forma, pode-se fazer a delimitação do problema e obter uma ideia precisa sobre o estado atual e suas lacunas.

Além de auxiliar na definição dos objetivos da pesquisa científica, a revisão bibliográfica também contribui nas construções teóricas, nas comparações e na validação de resultados de trabalhos de conclusão de curso e de artigos científicos (Medeiros e Tomasi, 2008).

A obtenção das imagens da carcaça pode ser feita através da amostragem e precisam ser coletadas em campo. As amostras precisam ser balanceadas e conter exemplos de cada tipo de acabamento disponível. O conjunto de dados será construído usando os dados obtidos do processamento das imagens coletadas.

A construção da Rede Neural Convolutacional será feita com o uso da biblioteca Keras [4] escrita em Python [11]. Keras é uma biblioteca com dois backends: Theano [3] e Tensorflow [1]. As duas bibliotecas geram código em CUDA [32] o que permite processamento dos algoritmos de otimização em placas de vídeo.

O treinamento do modelo de uma rede neural convolutacional ocorre com o processo de estimação de parâmetros, que dá-se a partir de um processo de otimização não linear. Dessa forma, minimiza-se uma função de custo relacionada à acurácia do modelo em questão.

Por fim, um aplicativo web ou mobile será disponibilizado para auxiliar os frigoríficos a classificar as carcaças.

### 3 CRONOGRAMA

1º ano	Meses	Etapas
	março	- Obtenção de créditos; - Contato com orientadores; - Início da elaboração do projeto;
	abril	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	maio	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	junho	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	julho	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	agosto	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	setembro	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	outubro	- Obtenção de créditos; - Elaboração do projeto;
	novembro	- Entrega ao orientador do capítulo de revisão do Projeto (até dia 15)
	dezembro	- Entrega do Projeto de Pesquisa pronto para qualificação
	janeiro	- Entrega do Projeto de Pesquisa pronto para qualificação
	fevereiro	- Entrega do Projeto de Pesquisa pronto para qualificação

Figura 3.1: O primeiro ano será prioritariamente para a obtenção dos créditos necessários e construção de um projeto de pesquisa.

2º ano	Meses	Etapas
	março	- Obtenção de créditos; - Coleta das primeiras imagens de carcaça; - Revisão da bibliografia;
	abril	- Obtenção de créditos; - Coleta das imagens de carcaça; - Revisão da bibliografia;
	maio	- Obtenção de créditos; - Coleta das imagens de carcaça; - Revisão da bibliografia;
	junho	- Obtenção de créditos; - Coleta das imagens de carcaça;
	julho	- Obtenção de créditos; - Processamento das imagens de carcaça;
	agosto	- Obtenção de créditos; - Processamento das imagens de carcaça;
	setembro	- Obtenção de créditos; - Processamento das imagens de carcaça;
	outubro	- Obtenção de créditos; - Processamento das imagens de carcaça;
	novembro	- Processamento das imagens de carcaça;
	dezembro	- Processamento das imagens de carcaça; - Revisão da bibliografia;
	janeiro	- Revisão da bibliografia;
	fevereiro	- Revisão da bibliografia;

Figura 3.2: O segundo ano, além da obtenção de créditos, contará com as etapas de coleta de imagens e processamento das mesmas.

3º ano	Meses	Etapas
	março	- Obtenção de créditos; - Tratamento dos dados obtidos;
	abril	- Obtenção de créditos; - Tratamento dos dados obtidos;
	maio	- Obtenção de créditos; - Criação da rede neural convolucional;
	junho	- Obtenção de créditos; - Criação da rede neural convolucional;
	julho	- Criação da rede neural convolucional;
	agosto	- Criação da rede neural convolucional;
	setembro	- Criação da rede neural convolucional; - Revisão da bibliografia;
	outubro	- Criação da rede neural convolucional; - Revisão da bibliografia;
	novembro	- Criação da rede neural convolucional; - Revisão da bibliografia;
	dezembro	- Elaboração da Tese
	janeiro	- Elaboração da Tese
	fevereiro	- Elaboração da Tese

Figura 3.3: O terceiro ano será em sua maior parte para elaboração da tese e construção do modelo de rede neural convolucional.

4º ano	Meses	Etapas
	março	- Início do prazo para Qualificação dos resultados da tese;
	abril	- Redação final da tese;
	maio	- Redação final da tese;
	junho	- Redação final da tese;
	julho	- Redação final da tese;
	agosto	- Prazo final para qualificação dos resultados da teses;
	setembro	-
	outubro	-
	novembro	-
	dezembro	-
	janeiro	- Prazo limite para a realização de pré-banca;
	fevereiro	- Prazo final para defesa;

Figura 3.4: O último ano contará com a construção final da tese e conclusão;

## 4 RESULTADOS ESPERADOS

Com este projeto, espera-se obter um modelo de classificação do grau de gordura da carcaça, baseado em redes neurais convolucionais, mais transparente, rápido e eficaz, proporcionando ao frigorífico uma confiabilidade maior na qualidade real da carcaça obtida.

Outro ponto importante que pode ser observado durante a coleta de dados é os modelos de produção bovina que proporcionam uma carcaça de melhor qualidade. A análise dos dados dos bovinos abatido é essencial para esse passo extra.

Além disso, serão feitas produções científicas e tecnológicas na área de visão computacional. Todos os resultados serão enviados para publicação em revistas renomadas na área.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Abadi, A. Agarwal, P. Barham, E. Brevdo, Z. Chen, C. Citro, G. S. Corrado, A. Davis, J. Dean, M. Devin, S. Ghemawat, I. Goodfellow, A. Harp, G. Irving, M. Isard, Y. Jia, R. Jozefowicz, L. Kaiser, M. Kudlur, J. Levenberg, D. Mané, R. Monga, S. Moore, D. Murray, C. Olah, M. Schuster, J. Shlens, B. Steiner, I. Sutskever, K. Talwar, P. Tucker, V. Vanhoucke, V. Vasudevan, F. Viégas, O. Vinyals, P. Warden, M. Wattenberg, M. Wicke, Y. Yu, and X. Zheng. TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems, 2015. Software available from tensorflow.org.
- [2] M. D. AGRICULTURA. Portaria nº 612, de 5 de outubro de 1989. <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/PORTARIA-MAPA-612-DE-05-10-1989.pdf>, acessado em 23/10/2017.
- [3] R. Al-Rfou, G. Alain, A. Almahairi, C. Angermueller, D. Bahdanau, N. Ballas, F. Bastien, J. Bayer, A. Belikov, A. Belopolsky, Y. Bengio, A. Bergeron, J. Bergstra, V. Bisson, J. Bleicher Snyder, N. Bouchard, N. Boulanger-Lewandowski, X. Bouthillier, A. de Brébisson, O. Breuleux, P.-L. Carrier, K. Cho, J. Chorowski, P. Christiano, T. Cozijmans, M.-A. Côté, M. Côté, A. Courville, Y. N. Dauphin, O. Delalleau, J. Demouth, G. Desjardins, S. Dieleman, L. Dinh, M. Ducoffe, V. Dumoulin, S. Ebrahimi Kahou, D. Erhan, Z. Fan, O. Firat, M. Germain, X. Glorot, I. Goodfellow, M. Graham, C. Gulcehre, P. Hamel, I. Harlouchet, J.-P. Heng, B. Hidasi, S. Honari, A. Jain, S. Jean, K. Jia, M. Korobov, V. Kulkarni, A. Lamb, P. Lamblin, E. Larsen, C. Laurent, S. Lee, S. Lefrancois, S. Lemieux, N. Léonard, Z. Lin, J. A. Livezey, C. Lorenz, J. Lowin, Q. Ma, P.-A. Manzagol, O. Mastropietro, R. T. McGibbon, R. Memisevic, B. van Merriënboer, V. Michalski, M. Mirza, A. Orlandi, C. Pal, R. Pascanu, M. Pezeshki, C. Raffel, D. Renshaw, M. Rocklin, A. Romero, M. Roth, P. Sadowski, J. Salvatier, F. Savard, J. Schlüter, J. Schulman, G. Schwartz, I. V. Serban, D. Serdyuk, S. Shabaniyan, E. Simon, S. Spieckermann, S. R. Subramanyam, J. Sygnowski, J. Tanguay, G. van Tulder, J. Turian, S. Urban, P. Vincent, F. Visin, H. de Vries, D. Warde-Farley, D. J. Webb, M. Willson, K. Xu, L. Xue, L. Yao, S. Zhang, and Y. Zhang. Theano: A Python framework for fast computation of mathematical expressions. *arXiv e-prints*, abs/1605.02688, May 2016.
- [4] F. Chollet. keras. <https://github.com/fchollet/keras>, 2015.
- [5] F. J. Francis. Colour quality evaluation of horticultural crops. *HortScience*, 15(1):14–15, 1980.
- [6] IBGE. Estatística da produção pecuária, 2018. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2018\\_mar.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_mar.pdf), acessado em 18/05/2018.
- [7] L. Q. W. Maohua. Development and prospect of real time fruit grading technique based on computer vision [j]. *TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL MACHINERY*, 6, 1999.
- [8] MAPA. Exportação, 2017. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/exportacao>, acessado em 20/10/2017.

- [9] P. e. A. Ministério da Agricultura. Portaria nº 268, de 4 de maio de 1995. <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/PORTARIA-268.pdf>, Acessado em 23/10/2017.
- [10] P. e. A. Ministério da Agricultura. Instrução normativa - 9, de 04/05/2004, 2004. <http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=643>, acessado em 23/10/2017.
- [11] G. Rossum. Python reference manual. Technical report, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, 1995.
- [12] A. Timmermans. Computer vision system for on-line sorting of pot plants based on learning techniques. In *II International Symposium On Sensors in Horticulture 421*, pages 91–98, 1995.
- [13] D. Vote, K. Belk, J. Tatum, J. Scanga, and G. Smith. Online prediction of beef tenderness using a computer vision system equipped with a beefcam module. *Journal of Animal Science*, 81(2):457–465, 2003.
- [14] D. Wu and D.-W. Sun. Colour measurements by computer vision for food quality control—a review. *Trends in Food Science and Technology*, 29(1):5–20, 2013.