

ANEMIMETRO: APP MÓVEL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO FAMACHA

Guilherme Demoliner¹
Roberson Junior Fernandes Alves²

RESUMO

O Anemimetro visa informatizar, por meio de um *app* móvel, o método FAMACHA. Esse método, baseado em um cartão de cores, é muito utilizado na determinação do *Haemonchus contortus*, popularmente conhecido como a anemia em ovinos. Contudo, o fato de o processo ser manual o sujeita a erros humanos na classificação. Com o uso de *app*, o processo pode se tornar mais preciso, rápido e permitir ainda que usuários leigos adotem a técnica. O *app* foi desenvolvido para ser executado em *smartphones* com sistema operacional Android e foram utilizadas as bibliotecas OpenCV e WEKA. No desenvolvimento do *app* foram testados vários algoritmos que permitissem o processo de inferência da classe anêmica, baseando-se nas cores do cartão FAMACHA, e o método estatístico que se destacou foi o *Naive Bayes*. Os resultados dos testes mostraram-se promissores. Os testes do *app* foram acompanhados por médicos veterinários com conhecimento no uso do cartão FAMACHA.

Palavras-chave: *Haemonchus contortus*. Cartão FAMACHA. Anemimetro. OpenCV.

1 INTRODUÇÃO

Os ramos de ovinocultura e caprinocultura vêm sofrendo diversas interferências naturais que impedem seus produtores de atingirem o potencial máximo de produtividade. O motivo de parte disso são os frequentes ataques parasitários que ocorrem nos animais o ano inteiro. Em parte, a responsabilidade é do clima brasileiro que permite que as larvas de vida livre, as quais sobrevivem sem um hospedeiro, mantenham-se vivas elevando o índice de contaminação dos animais.

Visando amenizar esse entrave da produção ovina, foram buscadas soluções em que o tratamento para a eliminação dos parasitas não fosse prejudicado com a frequente e repetitiva utilização, agravando, assim, os prejuízos. Foi desenvolvido, então, o método FAMACHA, que testado provou ser uma solução para criadores de ovinos, pois antes de iniciar o tratamento o método permitiu avaliar e classificar quais animais devem ser tratados.

O método visa diminuir a quantidade de parasitas resistentes ao tratamento, pois sabendo que somente os animais os quais estão realmente com uma grande quantidade de parasitas no corpo é que são tratados. Os animais que conseguem ficar sem o tratamento por não apresentarem os sintomas ou apresentarem de forma muito fraca permanecem com os animais tratados em toda a atividade, assim, os vermes que não são resistentes ao tratamento podem passar essa característica aos descendentes, promovendo a eficácia das drogas utilizadas.

A utilização do método FAMACHA traz diversas vantagens, como diminuição dos produtos químicos despejados na natureza, menos animais submetidos a tratamentos químicos, menos parasitas sofrendo mutações e criando resistência à medicação, bem como manutenção da eficácia das drogas antiparasitárias. Porém, como qualquer outro método, este apresenta uma taxa de falhas que são atribuídas a diversos fatores, como luminosidade, estresse do animal no momento da análise da conjuntiva, além de erro humano ao comparar a conjuntiva do animal ao cartão.

O presente artigo apresenta uma alternativa informatizada ao método FAMACHA. O *app* móvel proposto captura fotos da conjuntiva de ovinos e, a partir destas, realiza a análise da cor da conjuntiva a fim de determinar o grau, de acordo com as cores do cartão FAMACHA, de quais animais devem ser tratados visando reduzir a taxa de erro humano no processo de análise.

¹ Graduando do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; guilherme.demoliner@gmail.com

² Mestre em Computação Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Professor do Curso de Ciência da Computação da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; roberson.alves@unoesc.edu.br

O artigo foi organizado de forma a apresentar os principais conceitos estudados, a metodologia de trabalho utilizada e os resultados alcançados. A seção 2 descreve a anemia em ovinos e suas consequências; já a seção 3 apresenta a visão computacional e o processamento digital de imagens; na seção 4 são apresentados os materiais utilizados no desenvolvimento do trabalho e os métodos adotados; a seção 5 descreve o *app* bem como apresenta os resultados alcançados e, por fim, na seção 6, é apresentada a conclusão.

2 ANEMIA EM OVINOS

Segundo Molento (2007), as infecções parasitárias provocam um alto índice de morbidade e mortalidade na produtividade da ovinocultura e da caprinocultura no Brasil. Na tentativa de evitar tal entrave e suas consequentes perdas, o produtor utiliza drogas antiparasitárias em períodos curtos e regulares, sendo isso um grande problema, pois após diversos tratamentos haverá pressão seletiva e vermes resistentes ao tratamento surgirão. Com a utilização de drogas de forma pouco criteriosa, muito em breve haverá a redução das fontes de controle químico causando prejuízo para produtores que dependem dessa atividade (MOLENTO; PRICHARD, 1999; VAN WYK et al., 1999 apud MOLENTO et al., 2004).

Um dos métodos adotados para que haja seleção ou filtragem de animais a serem tratados é o método FAMACHA. “O objetivo deste método é identificar clinicamente animais resistentes, resilientes e sensíveis às infecções parasitárias, otimizando o tratamento de forma seletiva em situações reais no campo, sem a necessidade de recursos laboratoriais.” (NEVES et al., 2008, p. 1). O método surgiu da necessidade de detectar e selecionar os animais infectados em situações reais no campo, sem a necessidade de recursos laboratoriais.

Apesar de aumentar o custo com a mão de obra, o método FAMACHA se mostra uma ótima alternativa para reduzir custo, uma vez que o custo da aquisição de vermífugos é reduzido (NEVES et al., 2008). Sua aplicação é relativamente simples, consiste basicamente em comparar as pálpebras dos animais com o cartão do método (Figura 1) para classificar se o animal possui anemia e possivelmente o parasita, e, se possuir, qual sua gravidade.

O método possui cinco graus conforme dito por Neves et al. (2008, p. 2):

O controle deste endoparasita pode ser realizado através do método FAMACHA, que avalia a conjuntiva ocular, e de acordo com a sua coloração, atribui-se graus de 1 a 5. Grau FAMACHA 5 indica que o animal está altamente parasitado, e, conseqüentemente, com alto grau de anemia.

Figura 1 – Cartão FAMACHA



Fonte: Cavalcante et al. (2009, p. 375).

Pensando em uma forma mais eficiente de se diagnosticar, procura-se na tecnologia como tornar o método mais preciso e simplificado, diminuindo a necessidade do treinamento de pessoas. Para isso, buscou-se na área de visão computacional uma maneira de aplicar essa técnica de forma que um aplicativo possa diagnosticar o animal.

3 VISÃO COMPUTACIONAL E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS (PDI)

O processamento digital de imagens é a área da informática que torna possível os computadores melhorarem ou interpretarem uma imagem ou vídeo, ou seja, é a forma que os computadores têm para enxergarem. Também “Podemos dizer que processamento de imagens é um processo onde a entrada do sistema é uma imagem e a saída é um conjunto de valores numéricos, que podem ou não compor uma outra imagem.” (MARENGONI; STRINGHINI, 2009, p. 126).

Quando a entrada e a saída do sistema são imagens, acontece o processamento destas, em que a saída é a imagem de entrada já tratada para auxiliar quem for utilizá-la; já quando a entrada é uma imagem e a saída é um resultado referente à análise da imagem, trata-se da visão por computador ou visão computacional (VELHO; FRERY; GOMES, 2009).

Porém, nem sempre as imagens obtidas possuem uma boa qualidade, por isso, muitas vezes necessitam de uma etapa de pré-processamento, isso porque no momento da aquisição da imagem diversos ruídos podem interferir como condições climáticas, luminosidade e posição do objeto de interesse, e tais alterações podem interferir no resultado do processamento da imagem. As ferramentas básicas para a eliminação desses ruídos são normalmente os filtros (MARENGONI; STRINGHINI, 2009).

Existem diversos algoritmos, ferramentas e *frameworks* que permitem a implementação do processamento digital de imagens por meio do computador. Entre estes é destacado o OpenCV, gratuito e implementado na Linguagem C com portes para outras linguagens, como Java e Python.

3.1 OPENCV

A biblioteca de tratamento de imagens OpenCV é uma biblioteca criada pela Intel com o objetivo de tornar a visão computacional, ciência que lida e/ou obtém informações de imagens estáticas ou móveis (vídeos), mais acessível aos programadores e conseqüentemente aos usuários (MARENGONI; STRINGHINI, 2009).

O OpenCV é uma biblioteca multiplataforma e gratuita que permite realizar o processamento digital de imagens em tempo real. A biblioteca se tornou *de facto* uma ferramenta padrão da área de visão computacional. Ela é compatível com diversos sistemas operacionais e linguagens de desenvolvimento (GARCIA et al., 2015).

A biblioteca está dividida em cinco grupos de funções: processamento de imagens; análise estrutural; análise de movimento e rastreamento de objetos; reconhecimento de padrões e calibração de câmera e reconstrução 3D (MARENGONI; STRINGHINI, 2009). O uso dessa biblioteca será mais voltado ao tratamento da imagem (remover brilho, luminosidade) e aplicados outros filtros necessários para uma melhor análise dos classificadores.

Um dos principais atributos avaliados no processamento de imagens é a cor. Ela permite realizar a extração de diversas características e a distinção de imagens a partir destas (VELHO; FRERY; GOMES, 2009). Muitas pesquisas utilizam a cor para analisar certas características da imagem e classificá-la.

3.2 MODELOS DE CORES E HISTOGRAMAS

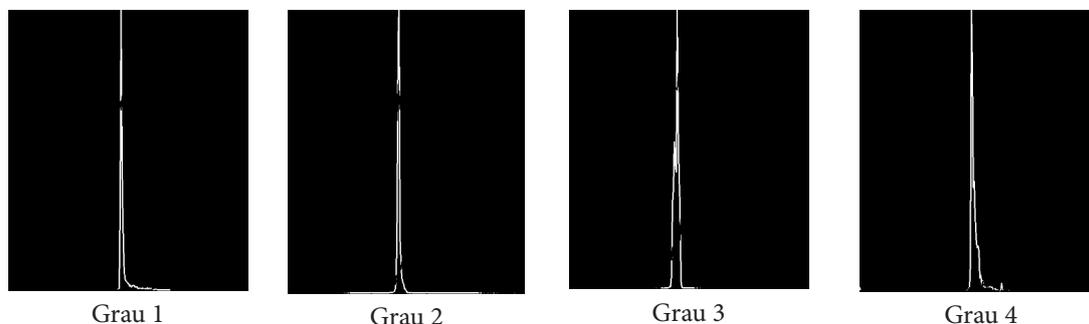
Explicando de forma simples, um modelo de cores é essencialmente uma representação tridimensional na qual cada cor é especificada por um ponto no sistema de coordenadas, e o universo de cores que pode ser reproduzido por um modelo é chamado de espaço de cores (VELHO; FRERY; GOMES, 2009). Ainda assim não existe nenhum modelo em específico o qual consiga representar todos os aspectos das cores, por esse motivo existem diversos modelos, cada um representando certas características.

Entre os mais populares se encontra o RGB, que significa *red*, *green* e *blue* ou, respectivamente, vermelho, verde e azul, nesse modelo. Porém, esse modelo traz certa dificuldade em tratar a luminosidade, uma vez que para diminuir o excesso desta na imagem é necessário tratar o conjunto dos três valores. Para evitar esse problema existe o modelo de cores HSV, com o significado *hue* (matiz, define a cor), *saturation* (saturação, pureza da imagem, quanto maior o valor menos tons de cinza é encontrado) e *value* (valor, que define o brilho da imagem) (GONZALEZ; WOODS, 2011).

Existem algumas vantagens em se trabalhar com o modelo HSV, como simplicidade e facilidade de implementação, sendo popular entre programadores de computação gráfica. A extração e sumarização de características da cor e do modelo de cores escolhido pode ser feita por meio dos histogramas (VELHO; FRERY; GOMES, 2009).

Histogramas são importantes ferramentas estatísticas para a representação e sumarização de dados, baseando-se no modelo de cores utilizado. Os histogramas representam distribuições de frequências a respeito de medições ou dados acerca de algum estudo ou contexto arbitrário (MOGHIMI, 2011). Fornecem uma estrutura poderosa que viabiliza ou facilita a realização de diversas atividades ou técnicas de análise e processamento. Na Figura 2 seguem quatro histogramas em modo gráfico criados a partir do Anemimetro.

Figura 2 – Histogramas da mucosa ocular de ovinos (por grau)



Fonte: os autores.

Como pode ser observado na Figura 2, quanto maior o grau FAMACHA do animal, menos uniformes ficam os *pixels*, e essas diferenças foram exploradas na classificação das imagens.

3.3 NAIVE BAYES

Conforme Lacerda e Braga (2004), *Naive Bayes* é um classificador considerado “ingênuo” pelo fato de considerar os atributos dados como entrada independente, ou seja, cada entrada irá gerar sua própria estatística, e, posteriormente, um resultado final. Porém, isso simplifica a abordagem do problema e não compromete significativamente a precisão do resultado.

Um exemplo de aplicação e uso do *Naive Bayes* é, por exemplo, ao treinar o algoritmo, calcula-se uma distribuição geradora $Pr(d | c)$ para cada classe $c \in \{-1, 1\}$. Na fase de classificação, simplesmente é calculada qual distribuição tem a maior probabilidade de ter gerado cada valor de d . Os atributos de d que serão utilizados na determinação da classe c são considerados independentes.

As funcionalidades desse algoritmo vêm sendo usadas em outros projetos e obtendo bons resultados, conforme Siviero e Hruschka Júnior ([201-?]): “O algoritmo de aprendizado de supervisão *Naive Bayes* foi o que apresentou desempenho melhor, em comparação com Árvore de Decisão e Regressão Logística.” Porém, os autores ainda destacam que possivelmente a causa de um dos outros algoritmos ter uma baixa taxa de acertos é em razão de a base de dados ser pequena, não fornecendo informações suficientes para o correto funcionamento. O *Naive Bayes* pode ser utilizado ainda no processo de classificação de imagens, conforme os trabalhos de Koprinska, Deng e Feger (2016) e Bharati, Chand e Rao (2011).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alimentar a base de treinamento e os testes do *Naive Bayes*, durante o período da pesquisa foram realizadas coletas de imagens da conjuntiva dos ovinos com médicos veterinários para obter o grau FAMACHA e gerar a base de conhecimento do classificador, conforme a Tabela 1. Todas as coletas foram realizadas na unidade da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São José do Cedro, onde acontecem as atividades práticas do Curso de Medicina Veterinária.

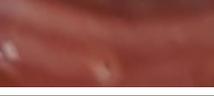
Tabela 1 – Datas em que foram realizadas as coletas de imagens

Data	Quantidade de fotos	Forma de classificação
25/09/2015	33	Especialista
30/10/2015	32	Especialista
02/12/2015	41	Especialista
22/03/2016	21	Exame clínico
22/04/2016	120	Especialista
18/05/2016	36	Especialista
12/07/2016	131	Exame clínico

Fonte: os autores.

No mosaico 1 seguem alguns exemplos de imagens capturadas no período supracitado. Elas tiveram que ser recortadas manualmente, uma a uma, para que fosse possível manter na imagem a ser processada somente a conjuntiva do animal.

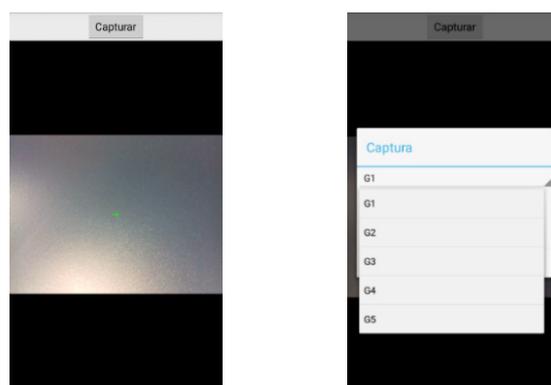
Mosaico 1 – Captura da mucosa ocular classificada com seus respectivos graus

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
				
				

Fonte: os autores.

Para reduzir o retrabalho de recortar as imagens já previamente capturadas, desenvolveu-se outro *app* móvel para facilitar a captura somente da conjuntiva do animal. O usuário, após capturar a imagem, indica o grau (baseado no cartão FAMACHA). Essa identificação do grau pode ser feita pelo especialista ou por exames clínicos. Na Figura 3 é apresentado um exemplo do processo de captura utilizando o *app*.

Figura 3 – Telas de captura e rotulagem das imagens para a fase de treinamento



Fonte: os autores.

Para o desenvolvimento dos *apps* móveis foi utilizada a linguagem Java e a IDE Android Studio. Foram utilizadas algumas bibliotecas, entre elas o OpenCV, que apesar de possuir funcionalidades para a classificação de imagens por meio de reconhecimento de padrões, foi considerado mais interessante, nesse primeiro momento, utilizar a biblioteca WEKA para a classificação, enquanto o OpenCV é responsável pelo processamento da imagem.

A interface do aplicativo é simples, contém um *espaço* para exibir a foto que foi analisada, e logo abaixo sua classificação, como se pode observar na Figura 5b, visto que estará em branco enquanto nenhuma foto for tirada (Figura 5a). Na parte inferior é exibido um botão, o qual, se for ativado, abrirá a câmera para obter uma nova imagem.

O aplicativo utiliza o padrão de cores HSV, dessa forma, é possível eliminar a luminosidade da imagem capturada, o que se torna um fator a menos para prejudicar a classificação.

Figura 4 – Telas do Anemimetro (a – captura e b – resultado da análise) para a fase de testes



Fonte: os autores.

A principal funcionalidade que foi explorada nessa biblioteca, além da manipulação de imagens, foram formas de eliminar a luminosidade, visto que esta deixa a imagem muito clara quando em excesso e muito escura quando falta; a única forma para diagnosticar é mediante a coloração da mucosa ocular. A luminosidade prejudica o diagnóstico do aplicativo.

Para alimentar o classificador *Naive Bayes* se optou em gerar o histograma de cada imagem para captar a frequência e as semelhanças de *pixels* e cores, pois a informação para a classificação do grau FAMACHA é quase exclusivamente pela cor da conjuntiva, gerando, assim, diversos valores para fornecer como entrada. O arquivo de dados utilizado para a entrada no *Naive Bayes* possuía os seguintes atributos: média do h, média do s, média do v e classe correspondente. Foram utilizadas 66% das imagens para o treinamento e 34% para a fase de testes. A seguir serão descritos os resultados alcançados.

4.1 RESULTADOS

Com a imagem já recortada e sem a interferência do brilho, a biblioteca de imagens OpenCV se encarrega de gerar os histogramas para que com eles a biblioteca WEKA possa alimentar a base de conhecimento do algoritmo *Naive Bayes*, que posteriormente irá analisar a imagem e definir sua classificação.

A Figura 5 (a – matriz de confusão dos graus e b – matriz de confusão usando os rótulos Tratar e Não tratar) resume as matrizes de confusão geradas pelo algoritmo *Naive Bayes* no WEKA. Observa-se na matriz de confusão como o algoritmo classificou os dados de teste em cada classe.

Em testes realizados com a própria biblioteca WEKA foram geradas informações da porcentagem de acerto, considerando as imagens (instâncias) e os atributos coletados; se ele estiver configurado para classificar nos cinco graus FAMACHA, foi alcançada uma taxa de acerto de 50,6%.

Figura 5 – Matriz de confusão gerada pelo algoritmo *Naive Bayes* no Weka

	=== Confusion Matrix ===					=== Confusion Matrix ===			
	a	b	c	d	<-- classified as		a	b	<-- classified as
	2759	26	0	1	a = G2		3622	22	a = NT
	1647	15	0	0	b = G3		1824	16	b = T
	175	3	0	0	c = G4				
a)	852	3	0	3	d = G1				

Fonte: os autores.

Porém, ao mudar a classificação em dois grupos, rotulados como Tratar (Graus 3 a 5)/Não tratar (Graus 1 e 2), a taxa de acerto aumentou em 16%, chegando a 66,3%. Esse aumento deve-se ao fato de que, por exemplo, na classificação dos graus separadamente, o classificador não consegue distinguir de forma clara os Graus 3 e 4, cujas diferenças em termos de atributos extraídos são muito pequenas.

Primeiramente, a coleta de imagens é um processo que exige muito tempo e paciência. Tirar fotos de uma área limitada de um animal que não está completamente imobilizado pode se tornar uma tarefa frustrante, mostrando também que a utilização funcional do aplicativo não é tão fácil, sendo necessário algum mecanismo para tirar a foto automaticamente quando se foca na conjuntiva do animal ou que o aplicativo recorte as fotos também automaticamente.

Ao coletar as fotos é necessária a classificação, e para que a base de dados tenha uma correta alimentação a classificação deve ser 100% precisa, sendo o processo correto e mais exato o exame clínico, porém, não foi possível obter todas as fotos, o que pode ter comprometido os testes.

Quanto aos testes, os melhores resultados vieram das combinações: tratar a imagem com modelo de cores HSV, cálculo de valores para a entrada de dados com histograma e classificador *Naive Bayes*. Vale citar que testes foram efetuados também com modelo de cores RGB, com valores calculados pelo histograma com o aplicativo código aberto *Color Blob Detection* (porém, por não revelar como os valores eram obtidos e os testes não se revelarem bons foi descartado) e com o classificador *SVM*.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um *app* integrando conceitos de PDI acarreta um alto grau de complexidade, contudo, os resultados são bastante promissores e encorajam o seguimento das pesquisas. Durante as coletas das imagens foram detectados alguns problemas: a influência da luminosidade do ambiente nos resultados; a dificuldade de capturar a imagem somente da conjuntiva em razão da agitação do animal; a necessidade de avaliação de outros atributos que permitam melhores resultados no uso do classificador *Naive Bayes*; e não haviam animais com o Grau 5 na escala do cartão FAMACHA, impossibilitando o treinamento do sistema para esse Grau.

Percebeu-se, também, que a pesquisa necessária para criar um algoritmo com uma taxa de acerto considerável para o mercado é extensa e é necessário saber filtrar as informações relevantes para alimentar os classificadores, uma vez que, com informações de mais para um classificador como o *Naive Bayes*, acaba confundindo a classificação, e informações limitadas em um classificador como o *Support Vector Machine (SVM)* podem gerar resultados errôneos.

As inúmeras combinações de entradas de dados bem como os diversos classificadores já existentes tornam a dificuldade em se obter um resultado positivo bem limitada, porém, também aumentam a vontade de testar novos métodos, uma vez que esgotar as possibilidades é quase impossível. Futuramente serão avaliadas outras técnicas, como Redes Neurais, *SVM* e árvores de decisão.

Anemimetro: app for applying the FAMACHA method

Abstract

The Anemimetro aims to computerize by means of a mobile app the FAMACHA method. The FAMACHA method, based on a color card, is widely used in the determination of Haemonchus contortus, popularly known as anemia in sheep. However, the fact that the process is manual is subject to human errors in classification. With the use of app the process can become more precise, faster and still allow lay users to adopt the technique. The app was developed to run on smartphones with Android operating system and we used the OpenCV and WEKA libraries. In the development of the app were tested several algorithms that allowed the anemic class inference process, based on the colors of the FAMACHA card, and the statistical method that stood out was the Naive Bayes. Test results were promising. App tests were accompanied by veterinarians familiar with the use of the FAMACHA card.

Keywords: Haemonchus contortus. FAMACHA card. Anemimetro. OpenCV.

REFERÊNCIAS

- BHARATI, K. J.; CHAND, P. P.; RAO, S. K. M. Classification Of Sports Images Using Naive Bayesian Classifier. **International Journal of Computer Science, Systems Engineering and Information Technology**, v. 4, i. 2, p. 151-155, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/RJgEvX>>. Acesso em: 16 set. 2016.
- CAVALCANTE, A. C. R. et al. **Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 603 p.
- GARCIA, G. B. et al. **Learning Image Processing with OpenCV**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/tUsNVq>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- KOPRINSKA, I.; DENG, Da D.; FEGER, F. **Image classification using labelled and unlabelled data**. 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/9dhDoq>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- LACERDA, W. S.; BRAGA, A. de P. **Experimento de um Classificador de Padrões Baseado na Regra Naive Bayes**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004.
- MARENGONI, M.; STRINGHINI, D. Introdução à Visão Computacional usando OpenCV. **Rita**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 126-160, mar. 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/L5WpVR>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- MOGHIMI, M. **Using Color for Object Recognition**. CSE 252C: Selected Topics in Vision & Learning, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/5EgjQp>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- MOLENTO, M. B. et al. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, ago. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/s9OXOI>>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- MOLENTO, M. B. **Método Famacha: tratamento seletivo no combate ao haemonchus contortus em pequenos ruminantes**. 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/Vl0Ey2>>. Acesso em: 21 mar. 2015.
- NEVES, M. R. M. das et al. Estimativa de custo do método FAMACHA Utilizado no controle de verminoses gastrintestinais em pequenos ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Snpa, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/eApIFc>>. Acesso em: 29 mar. 2015.
- SIVIERO, M. R. L.; HRUSCHKA JÚNIOR, E. R. Algoritmos de Aprendizado de Máquina Aplicados à Parâmetros Mensurados No Rio Atibaia/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, [201-?], São Paulo. **Anais...** São Paulo, [201-?].
- VELHO, L.; FRERY, A. C.; GOMES, J. **Image processing for computer graphics and vision**. 2. ed. London, England: Springer, 2009. 463 p.