

ANÁLISE DA QUALIDADE POTENCIAL DOS CAFÉS ESPECIAIS NAS REGIÕES DAS MATAS DE MINAS E MANTIQUEIRA UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

S GUEDOUANI

Os cafés especiais veem ganhando grande espaço no mercado, suas características peculiares e sofisticação o transformaram em um verdadeiro charme apreciado em todo o planeta. Ao conquistar cada vez mais paladares, eles nos mostram seu potencial de bebida superior que apresenta sabores e aromas dos mais diversos elementos. Os cafés especiais ganharam tanta repercussão que concursos de qualidade foram sendo instituídos pela *Brazilian Specialty Coffee Association* (BSCA) que idealizou, em 1998, o Concurso de Qualidade Cafés do Brasil – *Cup of Excellence* (CoE). Hoje inúmeras instituições realizam concursos, a exemplo o 1º concurso do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), cafés derivados das regiões Matas de Minas, e Sul de Minas (Mantiqueira). Esta regiões são produtoras de cafés especiais, de tradição secular, qualidade artesanal, *terroir* único, uma combinação de elementos que reflete em superioridade dos cafés, como diria Ena Knustsen, uma referência mundial no tema de cafés de qualidade. “Microclimas distintos produzem um grão com perfil e sabor único” (MARTINEZ, et al, 2015).

No segmento de concurso de qualidade de cafés especiais foi instaurado uma metodologia com base em notas de atributos, descrita pela Specialty Coffee Association of America (SCAA), com o qual se atribui uma nota ao café de acordo com suas características básicas; Fragrância e aroma, Sabor, Finalização, Acidez, Corpo, Equilíbrio, Doçura, Xicara limpa, Uniformidade, Nota global, Defeitos, cada atributo possui pontuação de 0 à 10 e todos eles juntos dão a nota correspondente ao café 0 à 100, segundo a metodologia da SCAA os cafés especiais possuem pontuação superior a 80 pontos.

Todos esses elementos atribuem um conjunto de resultados que hoje é muito disseminado no meio acadêmico em estudos que procuram associar características ambientais (região, altitude) e agrônômicas (modo de produção, variedade, secagem) à qualidade de bebida do café. A partir do conjunto de resultados das amostras provadas, são realizadas análises visando caracterizar os cafés de determinada região, com o intuito de reforçar seus atributos de denominação de origem. No entanto, tais caracterizações são realizadas por análises de regressão, modelo não muito eficiente, o que torna o processo bastante antiquado. Outra possibilidade de análise mais eficiente é baseada no uso de Redes Neurais Artificiais.

As definições de redes neurais artificiais (RNA) são aproximações similares às das redes e neurônios encontrados no cérebro humano. “Do ponto de vista prático, consiste em um sistema computacional paralelo (camadas) constituído de várias unidades de processamento simples (neurônios artificiais), conectadas entre si de uma maneira específica para executar uma determinada tarefa”. (BULLINARIA, 2010 apud BINOTI, 2012, pág. 01). O método de RNA apresenta modelos de aprendizagem eficientes, usando variáveis categóricas (qualitativas) e numéricas (quantitativas), nos quais os dados inseridos são utilizados para configurar a rede de modo a otimizar os modelos de análise e previsão do potencial dos cafés. Os problemas tratáveis através de redes neurais enquadram-se nas tarefas de aprendizagem: aproximação de função, classificação de padrões, agrupamento de dados, predição (séries temporais), otimização, recuperação de conteúdo e controle. (JAIN et al., 1996; HAYKIN, 2001 apud BINOTI, 2012, pág. 02).

O presente trabalho busca utilizar RNA’s nas análises dos resultados da bebida de café para (1) associar as notas desejáveis das bebidas com algumas condições agrônômicas e ecológicas de sua produção e (2) prever o potencial qualitativos de cafés produzidos sob determinadas condições ecológicas e agrônômicas.

Os dados realizados nesse estudo foram obtidos no último concurso de cafés especiais organizados pelo SENAR-MG em 2017. Foram descartadas amostras incompatíveis com as análises ou seja, cafés (rio, riozona), sendo analisadas 167 amostras pontuadas por 5 provadores que utilizaram a metodologia da SCAA para atribuir notas aos cafés. As variáveis de entrada foram: região produzida, modo de produção cereja descascado ou natural, altitude, variedades da espécie arábica, modo de secagem do café. Na simulação as 167 amostras e 5 provadores foram geradas 835 notas aos cafés. Nessa simulação foram selecionadas amostras aleatória, composta por 70% destinadas a treino das redes e 30% para o processo de validação.

A nota final dos cafés foram simuladas com todas possíveis combinações das variáveis de entrada. As RNA treinadas foram do tipo *perceptrons* de múltiplas camadas o MPL (*Multilayer Perceptron*) do tipo *Resilient Propagation RPRO+*, consistindo em duas camadas artificiais de processamento (camada intermediária e camada de saída) e uma camada de neurônios artificiais que recebem os dados (camada de entrada). Para análise estatística foi utilizado o software *NeuroForest* (NEUROFOREST 4.0).

Foram treinadas 5 RNA, sendo as 5 melhores selecionadas com base na correlação entre nota final observada e nota final estimada pelas redes (r_{NN}) e nos índices de treinamento fornecido pelo software. As redes foram aplicadas para estimar a nota final das amostras individuais. As estimativas das notas finais foram avaliadas seguindo os seguintes critérios estatísticos: (bias, Coeficiente de correlação e Raiz Quadrada Média do Resíduo (RQME). A arquitetura da RNA constitui em quatro camadas ocultas e uma de saída com 46 neurônios na camada de entrada, com função *sigmoidal* nas camadas ocultas e na saída. O critério de parada foi com base no erro médio de 0,0001 ou 3000 ciclos.

Os resultados constam da Tabela 1 e da Figura

Tabela 1- Resultados das RNA’s obtidos pelo software NEURO 4.0, sendo as 5 melhores RNA’s selecionada a partir do treino e validação.

RNA	Tipo Dados*	Saída	Bias	RQME	Variância	Correlação**
RNA 1	Treino	Nota provador	0.001703153810	2.2762707193987	5.19021740135	0.65714605897
RNA 1	Validação	Nota provador	-0.016620240164	2.5694384876935	6.62868377867	0.63504139139
RNA 3	Treino	Nota provador	0.002738155998	2.2910751523611	5.25794475738	0.65150085059

RNA 3	Validação	Nota provador	-0.001541971010	2.5780220216009	6.67332249339	0.63139392106
RNA 5	Treino	Nota provador	0.004645028903	2.2862114640238	5.23563029772	0.65337017791
RNA 5	Validação	Nota provador	-0.007473700530	2.5431163146382	6.49378222228	0.64322872236

*Índice de treino e validação, sendo 70% para treino (obtenção da rede) e Validação (qualidade da rede treinada) que devem ser próximas umas das outras.**Correlação entre o treino e validação devem ser próximos.

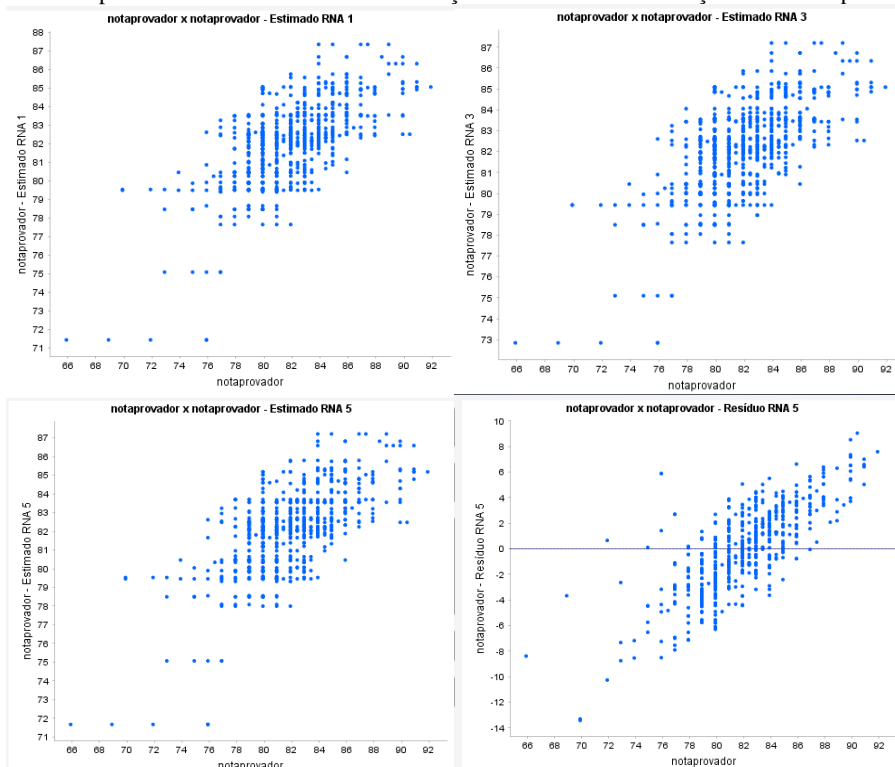


Figura 1 - Dispersão entre nota observada e a nota estimada e histograma de frequência dos erros da generalização das melhores RNA³-s.

Por se tratar de notas relacionadas à qualidade sensorial, o estudo constatou que existe uma relação entre as variáveis ambientais e agronômicas ligadas à qualidade potencial dos cafés. Desse modo, a correlação entre as notas atribuídas e a variáveis de entrada são proporcionais, cada qual com sua relevância para a qualidade. A aplicação das RNA provou-se ser eficaz, tendo uma aproximação bruta nos resultados de validação como observado. Contudo, devido ao baixo número de variáveis de entrada pode se dizer que a correlação não é tão satisfatória, e um arranjo mais aprimorado pode aumentar a precisão das estimativas.