

# METODO ALTERNATIVO DE DETERMINAÇÃO DE FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO E FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA TECNOLOGIA

*Marcela de Mello Brandão Vinholis*

Embrapa Pecuária Sudeste  
Rod. Washington Luiz Km 234 CEP 13560-970 São Carlos - SP  
[marcela.vinholis@cppsse.embrapa.br](mailto:marcela.vinholis@cppsse.embrapa.br)

*Oscar Tupy*

Embrapa Pecuária Sudeste  
[tupy@cppsse.embrapa.br](mailto:tupy@cppsse.embrapa.br)

*Gilberto Batista de Souza*

Embrapa Pecuária Sudeste  
[gilberto@cppsse.embrapa.br](mailto:gilberto@cppsse.embrapa.br)

*Ana Rita de Araújo Nogueira*

Embrapa Pecuária Sudeste  
[gilberto@cppsse.embrapa.br](mailto:gilberto@cppsse.embrapa.br)

*Odo Primavesi*

Embrapa Pecuária Sudeste  
[odo@cppsse.embrapa.br](mailto:odo@cppsse.embrapa.br)

Método alternativo de  
2006

SP-2006.00169



16562-1

PROCI-2006.00169

VIN

2006

SP-2006.00169

Área de conhecimento: Ciências Socialmente Aplicáveis

## RESUMO

O controle da qualidade de forrageiras e da alimentação animal é estratégico para garantir o sucesso da atividade produtiva das cadeias da carne e do leite bovino. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto econômico, social e ambiental da adoção da tecnologia alternativa para a avaliação da qualidade de forrageiras a fim de auxiliar na determinação do valor nutricional do alimento animal. O método alternativo difundido e adotado por laboratórios de controle da qualidade é uma simplificação dos procedimentos analíticos para determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Esta simplificação do método permitiu o incremento da produtividade laboratorial e a redução do uso de reagentes químicos na análise. Os dados para análise foram obtidos junto à três laboratórios nacionais de análise de forrageiras. Comparou-se o uso do método analítico original com o uso do método alternativo adotado. A análise econômica verificou a diferença de custos de análise de uma amostra nos dois métodos analíticos, enquanto que a análise do impacto social e ambiental utilizou um sistema de planilhas eletrônicas que integram indicadores sociais e ambientais da contribuição de uma dada tecnologia para o bem-estar social e ambiental na unidade amostral, neste caso, o laboratório de controle da qualidade forrageira e alimento animal. Os resultados indicam redução no custo da análise da amostra em 69%, quando utilizado o procedimento alternativo, bem como impactos sociais e ambientais positivos.

**Palavras-chave:** cadeia produtiva do leite; cadeia produtiva da carne; FDA; FDN; impacto de tecnologia.

## 1. Introdução

Na gestão de sistemas de produção animal intensivos, é estratégico que o controle da qualidade de insumos seja rigoroso para garantir a lucratividade. Neste sentido, a presente tecnologia é utilizada no controle da qualidade de forrageiras e da alimentação animal da cadeia produtiva da carne e do leite bovino. O impacto direto da tecnologia ocorre em laboratórios de

análise de forrageiras e de alimentos que prestam serviços aos pecuaristas e indústria de ração, bem como em laboratórios de pesquisa e de ensino.

O método aplica-se à avaliação da qualidade de forrageiras a fim de auxiliar na determinação do valor nutricional do alimento animal, com base na determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA). A metodologia alternativa é uma simplificação dos procedimentos analíticos originais, sem alteração dos princípios do método proposto por Van Soest e Van Soest & Moore, citado por SOUZA et al. (1999).

O método alternativo emprega menores quantidades de amostra e de reagentes, diminuindo resíduos gerados. O método alternativo recomenda o uso de apenas 0,35 g de amostra e 35 mL de reagentes e permite a análise de 80 amostras por dia, enquanto que o método original recomenda o uso de 0,5 g de amostra, 100 mL de reagente e permite a realização de análise de 16 amostras por dia.

De acordo com SOUZA et al. (1999) os resultados obtidos pelos dois métodos apresentaram-se altamente correlacionados ( $r = 0,998$ ). Também foram comparados os resultados obtidos pelos 22 laboratórios que participam do programa colaborativo de controle da qualidade da Embrapa (Ensaio de Proficiência para Laboratórios de Nutrição Animal coordenado pela Embrapa Pecuária Sudeste), utilizando os métodos original e o alternativo proposto.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o impacto econômico, social e ambiental da difusão e adoção da tecnologia proposta por laboratórios de análise de forrageiras e alimento animal. Considerou-se os dados de três laboratórios nacionais, dentre os nove laboratórios que atualmente utilizam o método.

## 2. Metodologia

Para a avaliação de impacto econômico, social e ambiental foi comparada a situação de uso do método original para determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) com o uso do método alternativo proposto.

A avaliação dos impactos seguiu metodologia proposta por ÁVILA (2001). Trata-se de uma metodologia para avaliação *ex post* dos impactos econômico, social e ambiental de tecnologias geradas ou adaptadas, transferidas e adotadas por segmentos de cadeias produtivas do agronegócio brasileiro.

Na análise econômica foram considerados os custos totais da análise laboratorial (custo total médio - CIME) nas duas situações mencionadas (método convencional e método alternativo). Os benefícios econômicos foram calculados considerando os preços de mercado. Na composição dos custos considerou-se o custo do material de uso e consumo, custos de depreciação de instalações e equipamentos, custos de energia e custos de mão-de-obra. Para efeito do cálculo de depreciação utilizou-se o método linear conforme descrito por NORONHA (1987) e dez anos de vida útil para os equipamentos. O valor atribuído dos equipamentos foi considerado proporcionalmente ao tempo utilizado para este teste, quando o equipamento aplica-se também à outras análises laboratoriais. Utilizou-se o critério de juros reais de 6% para remuneração do capital fixo, considerando o tempo proporcional de uso para o teste avaliado.

Os dados para definição dos coeficientes técnicos utilizados na elaboração da planilha de cálculo dos custos de ambos os métodos foram obtidos junto à três laboratórios nacionais de análises de forrageiras e de alimento animal.

A avaliação do impacto social e ambiental foi realizada com base em um conjunto de planilhas eletrônicas (em plataforma MS-Excel<sup>®</sup>) nomeadas "Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica para a Agroindústria – Agroindústria" e "Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica - Dimensão Social – AMBITEC social"<sup>1</sup>, que integram indicadores sociais e ambientais da contribuição de uma dada tecnologia agropecuária para o bem-estar social e ambiental no estabelecimento.

O Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social) integra quatorze indicadores agrupados em quatro aspectos essenciais: i. Emprego, ii. Renda, iii. Saúde, e iv. Gestão e Administração (RODRIGUES et al., 2005). Estes indicadores são formados por 79 componentes e são construídos em matrizes de ponderação nas quais dados obtidos em campo, de acordo com o conhecimento do produtor/administrador do estabelecimento, são automaticamente transformados em índices de impacto. Os fatores de ponderação referem-se à importância do componente para a formação do indicador e à escala geográfica de ocorrência da alteração do componente (explicita o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador: pontual, local ou no entorno).

O procedimento de avaliação consiste em solicitar ao adotante da tecnologia que indique a direção (grande aumento no componente +3 (>75%), aumento moderado no componente +1 (25 a 75%), componente inalterado 0 (até 25%), diminuição moderada no componente -1 e grande diminuição no componente -3) dos coeficientes de alteração dos componentes para cada indicador, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à sua situação.

Os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do *Índice de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária*. Com esse conjunto de fatores de ponderação, a escala padronizada no "Sistema Ambitec-Social" varia entre -15 e +15, normalizada para todos os indicadores individualmente e para o Índice Geral de Impacto Social da Tecnologia.

O Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica para a Agroindústria – "AMBITEC Agroindústria" permite a consideração de quatro aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental na produção agroindustrial, quais sejam: i. Eficiência tecnológica, ii. Conservação ambiental (atmosfera, água e solo), iii. Qualidade do produto e, iv. Capital social (RODRIGUES et al., 2000, 2002). Cada um destes aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do adotante da tecnologia. O usuário da tecnologia deverá indicar um coeficiente de alteração do componente (grande aumento no componente +3, aumento moderado no componente +1, componente inalterado 0, diminuição moderada no componente -1 e grande diminuição no componente -3), em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de trabalho particulares à sua situação, compondo assim cada usuário (ou estabelecimento) uma unidade amostral de impacto ambiental da tecnologia.

As matrizes são elaboradas de forma a ponderar automaticamente os dados referentes aos indicadores, e expressar graficamente o índice de impacto resultante. O valor médio de Utilidade para os indicadores expressa o índice de impacto ambiental da atividade agroindustrial. O valor preconizado para a linha de base de Utilidade dos indicadores é igual a 0,70, correspondente a um

<sup>1</sup> Metodologia desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente, localizada em Jaguariúna, município do estado de São Paulo (disponível em [www.cnpma.embrapa.br/servicos](http://www.cnpma.embrapa.br/servicos)).

efeito que implica estabilidade no desempenho ambiental da atividade em relação ao indicador (RODRIGUES et al., 2000, 2002, 2003).

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Análise dos impactos econômicos

Comparando-se o custo total médio envolvido na análise laboratorial de determinação do valor nutricional do alimento animal pelo método FDA e FDN antes e após a adaptação da tecnologia, verificou-se que o novo método proposto permitiu uma redução de 69,3% dos custos envolvidos em dois usuários da tecnologia. Isto deveu-se principalmente ao aumento do rendimento de análises diárias e redução no volume utilizado de reagentes. O terceiro usuário verificou redução da ordem de 80%, devido ao volume de análises realizadas. Para as comparações abaixo, considerou-se a redução de 69,3% que se aplicou à 98,7% do total das análises avaliadas.

Despesas com mão-de-obra, que representavam 27,64% do custo total no método original, passaram a representar 18,02% no método alternativo, enquanto que despesas com energia, manutenção e calibração de equipamentos que antes representavam 20,75% do custo total, com o método alternativo passaram a representar 13,65%.

Despesas com materiais de uso e consumo (reagentes, vidraria, etc) que antes representavam 50,58% do custo total no método original, passaram a representar 67,66% do custo total no método alternativo.

Atualmente nove laboratórios adotam o método proposto, no entanto, o potencial nacional para uso da tecnologia chega a cinquenta laboratórios.

#### 3.2. Análise dos impactos sociais

O índice geral de impacto social da tecnologia para os usuários consultados foi de 0,77, 0,82 e 1,38, respectivamente, em uma escala que varia de 15 a -15. Embora em proporções diferentes, os indicadores que se destacaram em ambos laboratórios foram disposição de resíduos, valor do estabelecimento e capacitação. A diferença encontrada nos valores de coeficientes de impacto dos indicadores, deve-se à relevância de cada componente avaliado para cada usuário.

Na análise do aspecto emprego, o indicador – capacitação geral - dos funcionários foi impactado positivamente em função do treinamento rápido necessário para passar o conhecimento e re-adequar o procedimento do novo método. Em uma das situações, a especialização e treinamento oficial regular foram impulsionados por esta técnica (coeficientes de impacto 2,5, 3,5 e 1,3). Em função do grande volume de análises realizadas anualmente por um dos laboratórios avaliados, foi necessário o aumento do número de estagiários após a introdução do novo método. Isto ocorreu pois o mesmo permitiu um aumento no número de amostras analisadas por vez em que o teste era conduzido, neste caso, houve um pequeno impacto sobre o indicador – oferta de emprego (coeficiente de impacto 0,4). Nos demais indicadores deste aspecto não houve impacto mensurável.

Houve pequena melhoria do aspecto renda do estabelecimento. A redução dos custos apresentada na avaliação de impacto econômico, permitiu que esta redução fosse repassada para os projetos em instituições de pesquisa e ensino, daí o impacto positivo no indicador - valor do estabelecimento (coeficientes de impacto 6, 4,3 e 2,3). Embora não se verificou em todos os casos a redução do preço final da análise para o cliente externo. Esta redução no custo para os clientes

internos da pesquisa incentivou o uso da análise em maior quantidade nos ensaios, assim como em diversos experimentos, o que contribuiu para pequena influência no indicador – diversidade de fontes de renda - do estabelecimento (coeficiente de impacto 1 para todas as situações). A redução dos custos aliada ao aumento do número de análises conferiu um impacto positivo na renda do estabelecimento e também no indicador – geração de renda (coeficiente de impacto 1,3).

No aspecto saúde, a redução do volume de reagentes utilizado pelos laboratórios de análise contribuiu para o resultado positivo do indicador - saúde ambiental e pessoal - pois reduziu a emissão de poluentes líquidos e a geração de contaminantes do solo (coeficiente de impacto 1,2 para todos os usuários). A metodologia reduz em média 65% o volume de descarte de reagentes por amostra analisada. Mesmo que este resíduo possa ser neutralizado pelo hidróxido de sódio, a redução no uso de reagentes colabora na manutenção da qualidade do solo e da água.

Por fim, no aspecto gestão e administração, verificou-se uma melhora significativa no indicador - disposição de resíduos (coeficientes de impacto 4 e 3), em função também da redução do volume utilizado de reagentes e, conseqüentemente, de resíduos para destinação ou tratamento final. Esta influência foi relevante especialmente nos laboratórios que operam com grandes volumes de amostras anuais.

Ainda no aspecto gestão e administração, a otimização do tempo de trabalho da mão-de-obra qualificada nos laboratórios de ensino e pesquisa permitiu que esta mesma mão-de-obra pudesse ser utilizada em outros projetos. Também considerou-se pequena influência no indicador - condição de comercialização - por entender que a redução de custo e redução de tempo de emissão dos resultados beneficiam os clientes da análise (coeficientes de impacto 0,5 e 0,2).

Os resultados da avaliação permitem, ao administrador, averiguar quais impactos da tecnologia podem estar desconformes com seus objetivos de bem estar social; ao tomador de decisões a indicação de medidas de fomento ou controle da adoção da tecnologia, segundo planos de desenvolvimento local sustentável e finalmente, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação, seleção e transferência de tecnologias agropecuárias (RODRIGUES et al., 2005).

### 3.3. Análise dos impactos ambientais

Na avaliação das planilhas do AMBITEC – Agroindústria (AAI), encontrou-se o índice geral de impacto ambiental de 0,97, numa escala de 15 a -15, para a tecnologia disponibilizada. Esse valor não reflete o impacto econômico resultante desse impacto ambiental positivo, em especial quando se considera que ocorre em ambiente com elevada intensificação da atividade.

Em vista da similaridade de impacto ambiental junto aos clientes entrevistados, decidiu-se realizar análise única dos impactos ambientais da tecnologia transferida. Em vista das características da tecnologia, a avaliação realizada com as planilhas do AAI foi complementada com as planilhas Ambitec-Produção Animal (APA) nos itens não contemplados na AAI.

Na avaliação do aspecto de eficiência tecnológica, foram considerados o aspecto do impacto da tecnologia em laboratórios de controle da qualidade e também o aspecto do impacto dessa metodologia no sistema de produção intensivo, e que é caracterizar a qualidade dos alimentos desde a forragem tropical até a produção de espécies utilizadas para silagem.

Considerando em linhas gerais que o novo método permite reduzir o tamanho das amostras analisadas (matéria prima), o volume utilizado de reagentes (aditivos), o volume dos resíduos gerados, os gastos com energia elétrica para digestão das amostras e gastos com água (para

realização do teste como para limpeza), verificou-se impacto positivo nos indicadores – uso de insumos químicos e materiais - uso de energia e, - uso de recursos naturais (água), tendo como coeficientes de impacto 2, 1,5 e 2,5, respectivamente.

No aspecto conservação ambiental, o resultado gerado pela planilha AAI, numa escala de -15 a 15, mostrou um coeficiente de impacto de 1,0 para atmosfera, 0,5 para geração de resíduos e 0,25 para qualidade de água.

A emissão de vapores neutros e ácidos dentro da capela com filtros é reduzida. Com menos material a ser tratado, reduz-se também o volume de odores e ruído gerados.

Embora os resíduos do teste possa ser neutralizado, considerou-se influência positiva sobre a qualidade da água pela redução do volume de resíduos e por existirem laboratórios que não utilizam o processo de neutralização dos resíduos, descartando-os em redes de esgoto. Nestes casos, há possibilidade de traços de material orgânico nos resíduos lançados sem a neutralização, aumentando assim a demanda bioquímica de oxigênio da água.

O resultado gerado pela planilha APA para complementar a avaliação sobre o indicador – atmosfera- mostra um coeficiente de impacto 0,8. Neste caso, considerou-se o impacto sobre o sistema de produção de leite e de carne. Em linhas gerais, o controle do conteúdo de fibra nos alimentos irá afetar a ingestão e a digestão de alimentos, afetando também a taxa de conversão da energia bruta ingerida pelo animal e possíveis perdas na forma de emissão de metano ruminal (gás de efeito estufa). Neste sentido, o controle da qualidade do alimento torna-se importante para reduzir a produção de metano por quilograma de leite ou de carne gerado no sistema de produção. O metano é produzido na digestão anaeróbia da celulose, e quando sua ingestão não é controlada e a dieta adequadamente corrigida, pode gerar efeito negativo na atmosfera.

E

#### 4. Considerações finais

Embora o pecuarista e a indústria de ração sejam beneficiários da tecnologia adaptada, verificou-se que a redução do custo da análise não foi repassada no preço final do serviço prestado em todos os laboratórios de controle da qualidade forrageira e de alimento animal avaliados. O ganho transferido para os segmentos (produção e insumos) da cadeia produtiva foi a redução do tempo da análise e de fornecimento dos resultados, uma vez que a adaptação da tecnologia permitiu o aumento de rendimento dentro dos laboratórios. Os laboratórios ligados às instituições de ensino e pesquisa permitiram que o custo dos projetos de pesquisa que utilizam desta análise em seu escopo fosse beneficiado pela redução do valor da análise.

O método proposto teve impacto significativo no incremento de produtividade laboratorial, na redução de geração de resíduos, na redução de custo da análise, bem como na rapidez de fornecimento de resultados para os sistemas de produção e a possibilidade de se compor dieta mais adequada para animais.

#### 5. Bibliografia

ÁVILA, F.D.A. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: metodologia de referência. Embrapa/SEA, Brasília, 2001. 153 p.

NORONHA, J.F. Projetos agropecuários – administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; IRIAS, L.J.M.; LIGO, M.A.V. Avaliação de impactos ambientais em projetos de desenvolvimento tecnológico agropecuário II. Avaliação da formulação de projetos, versão 1.0. FUNEP, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, 2000. 28p.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. Cadernos de Ciência e Tecnologia, v.19, n.3, p.349-375, 2002.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C.; IRIAS, L.J.M.; RODRIGUES, I. Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec-Social). Embrapa. Jaguariuna: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 35. Outubro, 2005.

SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M.; BATISTA, L.A.R. Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE. Boletim de pesquisa nº 04, 1999. 21p.