

**ÁREA TEMÁTICA:**  
Inovação e sustentabilidade

**TÍTULO:**  
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E ANÁLISE DE CONGLOMERADOS:  
REFERÊNCIAS PARA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS  
PRODUTORES DE LEITE EM RONDÔNIA

**Fabio Conde**  
fabiomconde@gmail.com  
Instituto Federal de Rondônia

### **RESUMO**

O objetivo principal da pesquisa foi identificar classes de eficiência dos produtores de leite de Rondônia visando disponibilizar dados de controle para proposição de um modelo de avaliação de desempenho. Como uma das mais tradicionais estruturas produtivas do País, o setor de laticínios destaca-se entre os quatro principais. Em Rondônia, foi registrado aumento na produção de leite, porém com baixa produtividade. Por este ponto de vista, métodos de avaliação de desempenho caracterizam-se como um dos artefatos centrais no aumento de produtividade. Metodologicamente, esta pesquisa caracteriza-se quanto à natureza como uma aplicada, quanto aos objetivos como descritiva e quanto à forma de abordagem do problema, possui tanto características qualitativas e quanto quantitativas. Utilizaram-se dados referentes aos produtores de leite do estado de Rondônia, do ano produtivo de 2008 e coletados em 2009 pelo CEDSA. Os dados foram organizados em dois cenários e então tratados em duas etapas: Cálculo da Análise Envoltória de Dados e Análise de Conglomerados. Os resultados obtidos mostraram que é possível aplicar as técnicas em conjunto, porém a definição do limiar entre as classes é um ponto que precisa de atenção. É necessário estudar uma alternativa que possibilite uma melhor classificação dos produtores com desempenho próximo aos limiares. Sob essa ótica, a utilização da lógica fuzzy é uma alternativa para avaliação dos produtores. Por fim, o trabalho evidencia a importância de se acompanhar a eficiência dos produtores de leite, pois mais da metade dos produtores estão com desempenho no máximo regular.

**Palavras-Chave:** Desempenho; Análise Envoltória de Dados; Análise de Conglomerados; Produtores de Leite;

**1 INTRODUÇÃO**

Uma das mais tradicionais estruturas produtivas do País, a indústria de alimentos contribuiu em 2009 com quase 10% do Produto Interno Bruto do Brasil e o setor de laticínios destaca-se entre os quatro principais, segundo circular técnica publicada pela Embrapa Gado de Leite com autoria de Carvalho (2010). O impacto do segmento lácteo na Brasil pode ser observado quando se examina o aumento da exportação de litros de leite do País, elevando de 9,41 milhões em 1997 para 98,75 milhões em 2006 (dados correspondentes aos meses de janeiro a agosto de 2006).

Em Rondônia, segundo dados da Embrapa Gado de Leite (EGL, 2011), o aumento na produção de leite (em bilhões de litros) alcançou 400% de crescimento no período de 1990 e 2007, porém, mesmo com esse aumento, a produtividade de Minas Gerais com 27 litros/vaca por dia (a primeira colocada no ranking) é 10,8 vezes maior que Rondônia.

Estes dados evidenciam a importância e o aumento do setor lácteo em Rondônia, além de se observar sua baixa produtividade. Dessa forma há a necessidade de se buscar formas alternativas de disponibilizar informação que auxilie o aumento da produtividade leiteira em Rondônia. Por este ponto de vista, métodos de avaliação de desempenho caracterizam-se como um dos artefatos centrais no aumento de produtividade.

Porém, devido a algumas características relacionadas ao agronegócio, o pequeno produtor de leite ainda apresenta dificuldades no processo de medição e avaliação de desempenho. No entendimento de Silveira (2004), identificar como a gestão de desempenho afeta as principais cadeias produtivas do país ainda é uma tarefa não consolidada, carente de sistematizações e modelos que demonstrem sua performance.

Silveira (2004) lembra que a carência de avaliação pode muitas vezes levar a tomada de decisões limitada, com iniciativas e investimentos que poderiam ser otimizados através de uma visibilidade mais adequada. Para minimizar esta limitação na cadeia produtiva do leite, faz-se necessário disponibilizar ao produtor e aos agentes públicos informações adequadas dos processos, de forma a permitir um melhor entendimento de suas necessidades de melhoria.

Apesar da diversidade de metodologias de avaliação de desempenho, é possível identificar uma carência de técnicas aptas a avaliar o desempenho de pequenos produtores de leite e que possibilitem minimizar o impacto da imprecisão dos dados de entrada da avaliação e fazer a gradual classificação entre os resultados. Frente a esta necessidade, este trabalho é resultado parcial de uma dissertação que visa apresentar um modelo especializado de avaliação de desempenho fundamentado na lógica fuzzy, considerando os indicadores utilizados em pesquisas na área. Para tanto, utiliza a análise envoltória de dados e a análise de conglomerados para preparação e controle do modelo.

Então, o objetivo geral deste estudo é identificar classes de eficiência dos produtores de leite de Rondônia visando disponibilizar dados de controle para proposição de um modelo de avaliação de desempenho e desta forma, formulou-se o problema de pesquisa:

**Como avaliar o desempenho dos produtores de leite, tomando como caso prático parte dos produtores de Rondônia, de modo a identificar classes de eficiência do resultado da análise envoltória de dados?**

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Na literatura, existem diversos modelos de sistemas de medição e avaliação de desempenho e o objetivo desta revisão bibliográfica é apresentá-los em associação com a estratégia da empresa. Neste sentido, inicialmente é apresentada uma visão sobre estratégia e posteriormente é apresentado o benchmarking e a análise envoltória de dados como método de avaliação de desempenho.

Krames (2010) lembra o enfoque de Druker que enfatiza que o alicerce da estratégia é a definição do negócio: como ele é e como dever ser. Relaciona a estratégia com a estrutura organizacional, sendo que as principais atividades do negócio são definidas pela estratégia. Completa afirmando que a estratégia é um jogo de pessoas pensantes, sem regras rígidas, mas refletindo sobre os vários aspectos do negócio.

Zimmerli et al (2011) sinalizam que todos nós temos sonhos e trabalhamos para realizá-los e com isso, mesmo que inconscientemente, tomamos uma direção. Os autores destacam ainda que “Se esta direção for pensada, raciocinada, dirigida de forma a tornar viável a realização do sonho, estaremos planejando” (Zimmerli et al, 2011, p. 4).

## I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

Porém, Schmidt, Santos e Martins (2006) destacam que quando é utilizada a expressão ‘planejamento estratégico’ esta gera grande desconfiança em grande parte do corpo gerencial da organização. Segundo os autores, o planejamento estratégico é mal utilizado, pois ainda existem situações nas quais após uma demanda de esforços o planejamento não sai do papel.

Adotando outra perspectiva, Kaplan e Norton (1997) relatam que a estratégia não é um processo gerencial isolado, mas sim um processo contínuo e lógico que movimentam a organização desde a declaração de missão até o trabalho executado. Os autores definem a estratégia como um conjunto de hipóteses de causa e efeito e neste sentido, o sistema de medição de desempenho deve tornar explícitas as relações (hipóteses) entre os objetivos (e as medidas) nas várias perspectivas (financeira, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento) para que estas possam ser gerenciadas e validadas.

Esta relação entre a estratégia e os resultados também é defendida por Hronec (1994), que enfatiza que as medições de desempenho formam os sinais vitais da organização, transmitindo a estratégia para baixo e os resultados para cima. Bogan e English (1996) também relacionam o planejamento estratégico com a medição de desempenho efetuado pelo benchmarking estratégico que serve como uma bússola de navegação muito útil.

Então, para extrapolar a simples formulação da estratégia e relacionar a sua execução, Sink e Tuttle (1993) destacam que “sistemas de medição bem projetados e desenvolvidos, ligados a uma estratégia de negócio bem compreendida e aceita podem impulsionar a constante melhoria da performance”. Os autores defendem também que a medição pode ser um impulso muito eficaz para a melhoria da performance, além de poder ser usada como uma ferramenta para assegurar que a estratégia seja implantada.

Conforme Mazo (2003), no final da década de 70 surge o interesse pelo potencial do benchmarking como ferramenta gerencial. Porém, conforme o mesmo autor, Sun Tzu, um general chinês, escreveu: “Se você conhecer seu inimigo e a si mesmo, não precisará temer o resultado de cem batalhas”.

Bogan e English (1996), que diferenciam os conceitos, benchmarking representa uma ferramenta que auxiliar a compressão das melhores práticas operacionais e benchmarks são as estatísticas operacionais ou medidas que definem o nível de uma determinada prática ou sistema. Nessa perspectiva, os autores consideram benchmarking como um método sistemático de procurar melhores: processos, ideias inovadoras e procedimentos de operação.

## I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

A melhora desses elementos visa a conduzir a um desempenho superior, sendo medido por vários indicadores financeiros e não financeiros.

Um dos métodos de medição de desempenho, a análise envoltória de dados (DEA) tem como objetivo comparar certo número de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU's, Decision Making Units) que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de inputs (entradas, recursos, insumos ou atores de produção) que consomem e de outputs (saídas ou produtos) que produzem (Gomes e Mangabeira, 2004).

Os modelos clássicos podem ser calculados adotando duas orientações para maximizar a eficiência (Peña, 2008):

1. Orientação a recursos: Reduzir o consumo de insumos, mantendo o nível de produção, ou seja, orientado ao insumo. O DMU eficiente é aquele que produz o mesmo nível ou mais de produto, enquanto consome menor quantidade de recursos.
2. Orientação à produção: Aumentar a produção, dados os níveis de insumos, ou seja, orientado ao produto. O DMU eficiente é aquele que produz a maior produção com igual ou menor nível de recurso.

O DEA é utilizado para avaliação da eficiência relativa de unidades organizacionais homogêneas com a presença de múltiplos insumos e produtos e que possuem autonomia na tomada de decisão (Rodrigues, 2010).

Segundo Vilela, Nagano e Merlo (2007), o marco inicial sobre DEA pode ser encontrado em 'The Measurement of Productive Efficiency' de Farrell em 1957 quando propôs um modelo empírico para cálculo da eficiência relativa onde considerou um único insumo e um único produto. Ainda segundo o autor, Charnes et al. (1978) iniciaram o estudo com múltiplos insumos (inputs) e múltiplos produtos (outputs), denominada então como Análise Envoltória de Dados (DEA).

A metodologia DEA utiliza programação linear para estimar a fronteira eficiente, sendo que há dois modelos DEA clássicos: (1) o modelo que trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al., 1978) CCR e assume proporcionalidade entre inputs e outputs; (2) o modelo que considera retornos variáveis de escala denominado BCC (ou VRS), devido a Banker et al. (1984 apud (Gomes e Mangabeira, 2004)).

Gomes e Mangabeira (2004) destacam que a eficiência de uma unidade é medida com a comparação entre os valores observados e ótimos de seus recursos e produtos. Esta medida pode ser calculada, de duas formas:

1. Com os recursos disponíveis: pela razão entre a produção observada e a potencial máxima possível;
2. Com a quantidade de produtos gerados: pela razão entre a quantidade mínima necessária de recursos e a quantidade efetivamente utilizada;

Para aplicação do DEA, Golany e Roll (1989) destacam que é necessário que: (1) as organizações devem ser homogêneas, isto é, realizar as mesmas tarefas e ter objetivos semelhantes; (2) as organizações devem atuar sob as mesmas condições de mercado; (3) as variáveis devem ser as mesmas, apresentando variações apenas quanto à intensidade ou magnitude.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa em um trabalho científico norteia a busca de seus objetivos e compõe um elemento importante para o trabalho. A metodologia neste estudo é classificada:

- **Quanto à natureza:** uma pesquisa pode ser classificada em básica ou aplicada (SILVA e MENEZES, 2000, p. 20). Caracteriza-se como uma pesquisa aplicada pois objetiva discutir teoricamente a avaliação de desempenho de produtores de leite e, a partir daí, propor uma metodologia específica para o processo de avaliação de desempenho, que foi aplicada para gerar conhecimento prático acerca do tema.
- **Quanto à forma de abordagem do problema:** uma pesquisa pode ser classificada em quantitativa ou qualitativa (SILVA e MENEZES, 2000, p. 20) e neste aspecto, esta pesquisa possui características qualitativas, pois realiza a interpretação de fenômenos e a atribuição de significados, utiliza o ambiente natural como fonte dos dados e a ação do pesquisador como instrumento chave para a análise de dados.
- **Quanto aos objetivos:** uma pesquisa pode ser classificada em exploratória, descritiva ou explicativa (SILVA e MENEZES, 2000, p. 21). Em relação ao tipo de pesquisa, mas especificamente, quanto aos objetivos, esta se caracteriza como descritiva, pois, os fatos serão observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, com embasamento nos próprios dados e com a adoção de técnicas

I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia  
Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

padronizadas de coleta de dados. Para Gil (2002) a pesquisa descritiva é a mais adotada por pesquisadores preocupados com a atuação prática.

Utilizou-se para o estudo os dados referentes a produtores de leite do estado de Rondônia, do ano produtivo de 2008 e coletados em 2009 pelo Centro de Estudos Interdisciplinar em Desenvolvimento Sustentável da Amazônia-CEDSA, como parte do projeto de assessoria no acompanhamento das ações dos municípios. São dados de 23 municípios de Rondônia com um total de 485 entrevistados. Após o primeiro filtro, que visa excluir respostas por falta de consistência de informações consideradas essenciais na análise, à pesquisa contou com 179 produtores, o que mantém um nível de confiança de 95% e margem de erro de 6% em relação à população de interesse. Os dados coletados de cada produtor foram tabulados no software Microsoft Excel, de forma a possibilitar a visualização, análise e seleção das variáveis.

O tratamento dos dados foi dividido em duas etapas: Cálculo da Análise Envoltória de Dados e Análise de Conglomerados. Primeiramente, para executar o cálculo da análise envoltória de dados, foi necessário construir duas matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores e outra relacionada com os produtos. A primeira é formada por k insumos, utilizados por n produtores. Já a segunda matriz é formada por m produtos, produzido por n produtores. Como utilizado por Rodrigues (2010), neste trabalho foram utilizadas cinco variáveis, correspondentes aos insumos (k =4), e uma relacionada com produtos (m=1) e, como menciona o autor, essas variáveis foram também utilizadas em outras pesquisas na área. O Quadro 2 apresenta as variáveis com suas definições constitutiva e operacional.

Quadro 2: Variáveis utilizadas na metodologia DEA.

Fonte: Adaptado Rodrigues (2010).

Indicador/Variável	Definição Constitutiva	Descrição Operacional
<b>Insumo</b>		
<b>K1</b> / Área destinada ao gado	Quantidade total da área da propriedade rural destinada ao gado.	Medida em hectares, obtida somando-se as áreas com pastagens (natural e formada), cana-de-açúcar, capineira e silagem.
<b>K2</b> / Quantidade total de vaca	Número de vacas na produtividade.	Soma de vacas em lactação e/ou falhadas.
<b>K3</b> / Custo operacional efetivo	Valor em reais do custo operacional efetivo do ano;	Soma-se os gastos com mão de obra contratada, concentrados, minerais, manutenção de forragens verdes, silagem, medicamentos, hormônios, reparos de maquinas e benfeitorias,

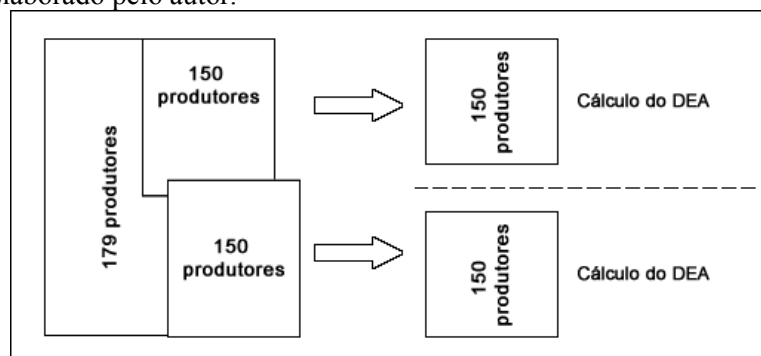
I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia  
Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

		transporte de leite, impostos, aleitamento artificial, materiais de ordenha, energia e combustível
<b>K4</b> / Capital investido	Valor em reais do capital investido no ano;	Soma dos valores investidos em benfeitorias, maquinas e animais.
<b>Produto</b>		
<b>M1</b> / Produção anual de leite	Quantidade total de leite produzido no período de um ano na propriedade rural;	Quantidade anual de leite vendida ou auto-consumida na forma fluida ou na forma de derivados, somada às demais receitas da atividade leiteira convertidas em equivalente-leite;

As características do DEA presente nesse estudo são: orientação para insumo; indicador de eficiência do Modelo BCC, que de acordo com Belloni (2000 apud Rodrigues, 2010) corresponde a uma medida de eficiência técnica (ET). Para o tratamento dos dados utilizou-se o software SIADv3 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), apresentado por Meza et al. (2003), desenvolvido a fim de calcular os resultados oriundos dos modelos DEA e conforme Mello et al., (2005), foi desenvolvido, primariamente, para calcular todos os resultados dos modelos DEA clássicos (eficiência, pesos, alvos, benchmarks e folgas).

Para o cálculo da Análise Envoltória de Dados, o universo composto por 179 produtores válidos foram organizados em dois cenários, como mostrado na Figura 01.

Figura 01. Organização do universo da pesquisa, criação dos dois cenários.  
Fonte: Elaborado pelo autor.



Com a definição dos cenários de análise, as eficiências foram calculadas, como mencionado, pelo software SIADv3 que gera quatro valores de eficiência:

- Eficiência Padrão (associa o valor de 100% à DMU mais eficiente);
- Eficiência Invertida (que destaca as piores DMU's como 100%);
- Eficiência Composta (eficiência padrão + (1 - eficiência invertida) dividida por 2);



- Eficiência Composta Normalizada (relação entre o valor da eficiência composta de cada unidade e o valor da eficiência composta da unidade mais eficiente).

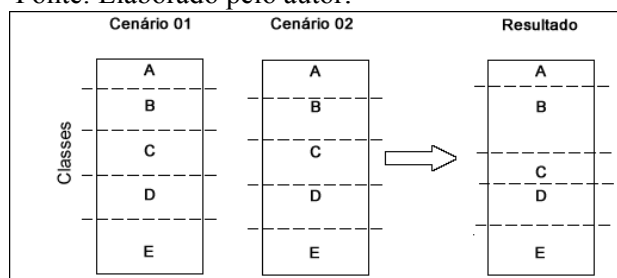
Na segunda etapa, a Análise de Conglomerados, foram definidos cinco clusters (classes de eficiência) e, por utilizar o método K-Médias, o centro de similaridade tem como base o valor de centroide. O método não hierárquico K-Médias utiliza como referência de distância entre as classes os valores de centroide das observações (Corrar, Paulo, Diasfilho, 2001). O objetivo da aplicação da técnica de análise de conglomerados é a identificação de segmentos homogêneos de produtores e com isso formar os limiares de cada classe de eficiência, com os extremos de ineficientes (0) e eficientes (1). Para a definição dos conglomerados foi utilizado o software estatístico SPSS 17. A denominação das classes é mostrada no Quadro 3.

Quadro 3: Classes de eficiência.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Classes	
A	Excelente
B	Bom
C	Regular
D	Ruim
E	Fraco

O propósito da criação de cenários é encontrar os limiares de eficiência entre as classes de cada cenário e, então, calcular a mediana dos limiares, definindo as fronteiras finais. A Figura 02 mostra um exemplo da definição dos limiares.

Figura 02. Definição do limiar final.  
Fonte: Elaborado pelo autor.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo DEA BBC orientado a input foi aplicado aos dados apresentados na metodologia e os resultados dos produtores eficientes, realizado pelo software SIADv3, são apresentados na tabela 01.

Tabela 01. Resultados obtidos na simulação com o programa SIADv3.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cenário 1					Cenário 2				
DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
4	1	0,373364	0,813318	0,852258	40	1	0,518704	0,740648	0,791094
5	1	0,443499	0,778251	0,815512	41	1	0,445284	0,777358	0,830305
6	1	0,351747	0,824127	0,863584	46	1	0,127536	0,936232	1
13	1	0,309749	0,845126	0,885589	48	1	1	0,5	0,534056
26	1	0,58642	0,70679	0,74063	54	1	0,907371	0,546314	0,583525
32	1	0,318046	0,840977	0,881241	60	1	0,336113	0,831944	0,888608
40	1	0,314876	0,842562	0,882903	67	1	0,267989	0,866006	0,92499
41	1	0,441077	0,779461	0,816781	73	1	0,388854	0,805573	0,860441
46	1	0,127536	0,936232	0,981057	87	1	0,540866	0,729567	0,779258
48	1	1	0,5	0,523939	97	1	0,273245	0,863377	0,922183
67	1	0,13553	0,932235	0,976869	99	1	0,365713	0,817143	0,8728
73	1	0,387691	0,806154	0,844752	106	1	1	0,5	0,534056
87	1	0,579805	0,710098	0,744096	110	1	0,408955	0,795523	0,849707
97	1	0,091381	0,954309	1	122	1	0,174092	0,912954	0,975136
99	1	0,349514	0,825243	0,864754	124	1	0,336517	0,831742	0,888392
106	1	1	0,5	0,523939	127	1	0,851085	0,574457	0,613584
110	1	0,40865	0,795675	0,833771	130	1	0,57446	0,71277	0,761318
122	1	0,166836	0,916582	0,960466	133	1	1	0,5	0,534056
124	1	0,292328	0,853836	0,894716	134	1	0,745225	0,627387	0,670119
127	1	0,821432	0,589284	0,617498	144	1	0,52224	0,73888	0,789206
130	1	0,453731	0,773135	0,810151	145	1	0,520771	0,739615	0,789991
131	1	0,821901	0,58905	0,617252	163	1	0,26817	0,865915	0,924894
133	1	1	0,5	0,523939	168	1	0,392816	0,803592	0,858326
134	1	0,745225	0,627387	0,657426	170	1	0,54024	0,72988	0,779593
138	1	0,962914	0,518543	0,54337	177	1	0,251376	0,874312	0,933862
144	1	0,52224	0,73888	0,774256	183	1	0,950834	0,524583	0,560313
145	1	0,525558	0,737221	0,772518	189	1	0,709863	0,645069	0,689005
163	1	0,264784	0,867608	0,909147	196	1	0,48672	0,75664	0,808175
168	1	0,386695	0,806653	0,845274	202	1	0,241085	0,879457	0,939358
170	1	0,504162	0,747919	0,783728	204	1	0,22843	0,885785	0,946117
177	1	0,250476	0,874762	0,916644	216	1	0,218974	0,890513	0,951167
183	1	0,920379	0,539811	0,565656	218	1	0,341187	0,829406	0,885898

I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia  
Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

189	1	0,709863	0,645069	0,675953	221	1	0,436281	0,781859	0,835113
192	1	1	0,5	0,523939	229	1	0,493124	0,753438	0,804756

Analisando os resultados obtidos, observa-se que pela eficiência padrão trinta e quatro produtores (DMU's) foram considerados eficientes tanto no primeiro quanto no segundo cenário. Porém, dentre as classificadas como eficiente, é necessário eliminar as DMU's falsamente eficientes (Pereira, Presta e Mello, 2010) e, como mencionado por Mello, Meza e Gomes (2006), um método para eliminar DMU's falsamente eficientes no modelo BCC é a fronteira invertida, que consiste em inverter *inputs* com *outputs*. Este método visa melhorar a discriminação entre DMU's, para isso é construído um índice de eficiência composta.

Então, dentre os quatro valores de eficiência calculados pelo SIADv3, foi considerada a eficiência composta normalizada por ser a medida mais robusta de eficiência DEA (Steffanello, Macedo, Alyrio, 2009). De acordo com Fontes e Mello (2004), além de ter um bom desempenho naquilo em que a DMU é melhor, “ela não pode ter um mau desempenho no critério em que for pior” (Fontes e Mello, 2004, p. 7). Portanto, para possuir alta eficiência, deve-se ter grau de pertinência: (1) elevado em relação à fronteira otimista e (1) baixo em relação à fronteira pessimista.

Pelo índice de eficiência composta normalizada, observa-se que há uma DMU eficiente (eficiência igual a 1: 100%) para cada cenário: no Cenário 1 a DMU 97 e no Cenário 2 a DMU 46.

Na segunda etapa, a Análise de Conglomerados foi aplicada aos dados da tabela 01, na coluna Composta\*. A partir das cinco classes definidas, a categorização do desempenho do produtor é feita com base em sua similaridade com o valor do centro da classe. Quanto menor for a distância entre desempenho do produtor e o centro da classe, maior é a sua similaridade, definindo, portanto, a qual classe o produtor está contido. A tabela 02 apresenta os valores de centroide das classes, em cada cenário estudado.

Tabela 02. Centro de similaridade das classes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Centro de similaridade das classes					
	E	D	C	B	A
Cenário 1	0,14698	0,32204	0,54158	0,76161	0,93415

Cenário 2	0,18136	0,38208	0,55197	0,72566	0,90485
-----------	---------	---------	---------	---------	---------

A classificação dos produtores obtida pelo software estatístico SPSS 17 é mostrada na tabela 03. Analisando os resultados apresentados na tabela 03, observa-se que apesar de não ser eficiente, o quantitativo de produtores relacionados à Classe A (Excelente, próximo à eficiente) representam 6% no cenário 1 e 12% no cenário 2. Outra característica importante, é observar que 61% e 65% de produtores no cenário 1 e no cenário 2, respectivamente, são classificados no máximo com desempenho regular.

Tabela 03. Distribuição dos produtores segundo simulação com o programa SPSS 17.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

	Distribuição dos produtores				
	E	D	C	B	A
Cenário 1	11	25	56	49	9
Cenário 2	19	36	43	34	18

Com os produtores classificados, extraíram-se os limiares de desempenho das classes. A definição do limiar da classe é feita pela seleção do maior desempenho da classe, o resultado desta análise é mostrado na tabela 03.

Tabela 03. Limiares das classes.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

	Limiares das classes				
	E	D	C	B	A
Cenário 1	$I(e) < 0,184496$	$0,184496 < I(e) < 0,426575$	$0,426575 < I(e) < 0,651354$	$0,651354 < I(e) < 0,881241$	$I(e) > 0,881241$
Cenário 2	$I(e) < 0,274903$	$0,274903 < I(e) < 0,457526$	$0,457526 < I(e) < 0,636383$	$0,636383 < I(e) < 0,808175$	$I(e) > 0,808175$

Assim sendo, calcularam-se os limiares resultantes através da mediana de cada limiar, resultado mostrado na tabela 04.

Tabela 04. Limiares das classes.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

	Limiares resultantes				
	E	D	C	B	A
	$I(e) < 0,2296995$	$0,2296995 < I(e) < 0,4420505$	$0,4420505 < I(e) < 0,6438685$	$0,6438685 < I(e) < 0,844708$	$I(e) > 0,844708$

Com a análise dos cenários, tendo como referencia os limiares resultantes, identificou-se que a classificação dos produtores próximos à fronteira da classe alterou, a tabela 05 mostra o total de alterações em cada fronteira. Esse fato indica que há alto grau de similaridade entre os elementos com desempenho próximo a fronteira da classe, porém são abruptamente classificados em classes diferentes.

Tabela 05. Alteração da distribuição dos produtores, utilizando os limiares resultantes.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Total de diferenças de classificação		
Limiares	Cenário 1	Cenário 2
A - B	6	2
B - C	5	0
C - D	4	5
D - E	0	6

## 5 CONCLUSÕES

No presente estudo foi evidenciada a utilização da metodologia DEA, aplicada aos produtores de leite de Rondônia. No decorrer do trabalho observou-se que foi possível aplicar a metodologia DEA juntamente com a análise de conglomerados para criar classes de eficiência dos produtores de leite. O índice de eficiência composta normalizada possibilitou uma melhor discriminação entre as DMU's eficientes, permitindo o desempate entre as DMU's que obtiveram eficiência máxima (100%) no modelo padrão.

Os resultados obtidos mostraram que é possível aplicar as técnicas em conjunto, porém a definição do limiar entre as classes é um ponto que precisa de atenção. É necessário estudar uma alternativa que possibilite uma melhor classificação dos produtores com desempenho próximo aos limiares. Sob essa ótica, a utilização da lógica fuzzy é uma alternativa para avaliação dos produtores, pois permite sua classificação gradual, além de informar qual seu grau de pertinência por classe.

Por fim, o trabalho evidencia a importância de se acompanhar a eficiência dos produtores de leite, pois mais da metade dos produtores avaliados (61% no cenário 1 e 65% no cenário 2) estão com desempenho no máximo regular. Dessa forma, com os resultados obtidos na realização deste trabalho, pode-se sugerir os seguintes trabalhos a serem desenvolvidos: verificar o desempenho com outras variáveis não avaliadas neste estudo;

## I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

realizar simulações com outros métodos de avaliação de desempenho; caracterizar com maior nível de detalhamento a influência dos insumos no desempenho.

### REFERÊNCIAS

- Bogan, C. E.; English, M. J. **Benchmarking, aplicações práticas e melhoria contínua**. São Paulo: Makron Books, 1996.
- Charnes, A.; W. Cooper; E., Rhodes. **Measuring the efficiency of decision-making units**. European Journal of Operational Research vol. 2, pp. 429–444. 1978.
- Corrar, Luiz J.; Paulo Edilson; Diasfilho, José Maria. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. 1 ed. – 3. reimpr. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- EGL. **Embrapa Gado de Leite**. <Disponível em: <http://www.cnpgl.embrapa.br>>. Acesso em: 26 junho 2011.
- Gil, A. Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- Golany, B.; Y. Roll, **An Application Procedure for DEA**, OMEGA, Vol. 17, No. 3, pp. 237-250, 1989.
- Gomes, E.G.; Mangabeira, J.A.C. **Uso de análise de envoltória de dados em agricultura: o caso de holambra**. ENGEVISTA, v. 6, n. 1, p. 19-27, abr. 2004.
- Hronec, Steven M. **Sinais Vitais: Usando Medidas de Desempenho da Qualidade, Tempo e Custos para traçar a rota para o futuro de sua empresa**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- KAPLAN, Robert S. E NORTON, David P. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. 21ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- Krames, J.A. **A cabeça de Peter Druker**. Rio de Janeiro: Sextante, 2010.
- Fontes, O.H.P.M.; Mello, J. C. C. B. S.. **Aplicação da análise envoltória de dados na avaliação da qualidade do processo de fabricação de mananciais de linhas de eixo**. V.04 n. 07. 2004.
- Mazo, Evandro Minuce. **Benchstar – metodologia de benchmarking para análise da gestão da produção nas micro e pequenas empresas**. 2003. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis/SC.
- Mello, João Carlos Correia Baptista Soares; Meza, Lídia Ângulo; Gomes, Eliane Gonçalves; Netto, Luiz Biondi. Curso de Análise de Envoltória de Dados. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Gramado – RS, 2005.

Mello, J. C. C. B. S.; Meza, L. A.; Gomes, E. G.. **Eficiência no Consumo de Energia em Municípios Fluminenses Considerando Temperaturas**. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção. V6 n 02. 2006.

Meza, L. A.; Biondi Neto, L; Soares De Mello, J. C. C. B.; Gomes. E. G.; Coelho, P. H.G. SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL DA MARINHA, 6, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do VI SPOLM**. Rio de Janeiro: CASNAV, 2003. 1 CD.

Peña, C.R.. **Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA)**. RAC, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, Jan./Mar. 2008.

Pereira, D.S.; Presta, P. N. A. L.; Mello, J. C. C. B. S.. **Índice de Acessibilidade Aérea Aplicação de modelo no Aeroporto Santos Dumont**. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção. V.10 n. 01. 2010.

Rodrigues, Marcio Heleno de Souza. **Avaliação de eficiência de produtores de leite utilizando análise envoltória de dados: o caso do município de rolim de moura no estado de Rondônia**. Porto Velho, 2010. Dissertação (Mestrado). NUCLEO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, Fundação Universidade Federal De Rondônia, Porto Velho, 2010.

SILVA, Edna Lúcia Da.; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2000, 118 p.

Silveira, D.C.. **Proposta de um modelo de avaliação de desempenho de cadeias produtivas agroindustriais: estudo da cadeia da soja no Brasil**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

Sink, D.S; Tuttle, T.C. **Planejamento e Medição para a Performance**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

Steffanello, M; Macedo, M. A. S.; Alyrio, R. D. **Eficiência produtiva de unidades agropecuárias: uma aplicação do método não-paramétrico análise envoltória de dados (DEA)**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v.11, n.1, 2009.

Vilela, Dirley Lemos; Nagano, Marcelo Seido; Merlo, Edgard Monforte. **Aplicação da análise envoltória de dados em cooperativas de crédito rural**. Rev. adm. contemp. [online]. 2007, vol.11, n.spe2, pp. 99-120. ISSN 1982-7849.

Schmidt, P.; Santos J.L Dos; Martins, M. A.. **Avaliação de empresas: foco na análise de desempenho para o usuário interno: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006.

Zimmerli, E.R; Conde, F.M; Siena, O; Tourinho, M.B.A.C.. **Posicionamento do planejamento estratégico na atual realidade complexa: caso do tribunal de justiça do**

I Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração da Amazônia  
Gestão e Sustentabilidade na Amazônia

estado de Rondônia. 2011. Trabalho apresentado ao VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro, 2011.