

**MARCO ANTÔNIO SARTORI**

**FATORES DETERMINANTES PARA A EXPANSÃO DO SETOR  
SUCROALCOOLEIRO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos,  
para a obtenção do título de *Doctor  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S251f  
2010

Sartori, Marco Antônio, 1978-  
Fatores determinantes para a expansão do setor  
sucroalcooleiro em Minas Gerais / Marco Antônio Sartori.  
– Viçosa, MG, 2010.  
viii, 87f. : il. (algumas col.); 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Ronaldo Perez.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 66-69

1. Agroindústria canavieira – Minas Gerais. 2. Análise  
multivariada. 3. Cana-de-açúcar. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22. Ed. 338.17361098151

**MARCO ANTÔNIO SARTORI**

**FATORES DETERMINANTES PARA A EXPANSÃO DO SETOR  
SUCROALCOOLEIRO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de outubro de 2010.

---

Aziz Galvão da Silva Júnior  
(Coorientador)

---

Luiz Antônio Abrantes  
(Coorientador)

---

Heleno do Nascimento Santos

---

Cláudio Furtado Soares

---

Ronaldo Perez  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela existência em um mundo tão maravilhoso.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida em parte do curso.

Ao Professor Ronaldo Perez, pela orientação durante esta jornada, pela amizade e profissionalismo com que conduziu esta orientação.

Aos professores conselheiros e aos membros da banca examinadora pelas valiosas sugestões apresentadas.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela amizade e agradável convivência diária.

Aos colegas de curso, por compartilharem momentos tão especiais da vida acadêmica.

Aos meus pais, João Batista e Maria José, que tanto me apoiaram e deram força para concluir as diversas etapas da formação acadêmica.

Às minhas irmãs, Márcia e Sônia, com quem sempre posso contar nos momentos mais adversos.

À minha namorada Ceres, pela compreensão, paciência e amor em um momento tão importante.

Aos companheiros de república, especialmente Saulo, Endrik, Geraldo, Kilmer, Cristiano, Elvânio e Rafael, pela companhia e amizade, tão importantes durante todos os momentos deste curso.

Aos colegas professores do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, pelo apoio e amizade.

A todos os amigos e familiares que de alguma forma expressaram imensa satisfação com a realização e conclusão desta jornada.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 A problemática da pesquisa.....	3
1.2 Hipótese .....	13
1.3 Objetivos .....	14
2. OS ASPECTOS LEGAIS E A EXPANSÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO.....	15
2.1 Os fatores de produção envolvidos diretamente no Decreto nº 45.041 / 2009 – MG .....	15
2.2 A preservação ambiental e o zoneamento ecológico-econômico para o estado de Minas Gerais .....	20
3. METODOLOGIA .....	24
3.1 As variáveis relacionadas ao estudo .....	25
3.2 As micro e mesorregiões do estado de Minas Gerais .....	26
3.3 Operacionalização dos dados .....	28
3.4 A análise fatorial.....	28
3.5 A análise de agrupamentos .....	33
3.6 A construção do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS).....	37

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Os fatores potenciais vinculados à expansão sucroalcooleira.....	45
4.2 A identificação das microrregiões potenciais .....	52
4.3 O Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS).....	58
4.4 O mapeamento das áreas com potencial de expansão da atividade sucroalcooleira .....	59
5. CONCLUSÕES .....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
Apêndice 1 .....	70
Apêndice 2 .....	78
Apêndice 3 .....	85
Apêndice 4 .....	87

## RESUMO

SARTORI, Marco Antônio, D.S., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2010. **Fatores determinantes para a expansão do setor sucroalcooleiro em Minas Gerais.** Orientador: Ronaldo Perez. Coorientadores: Aziz Galvão da Silva Júnior e Luiz Antônio Abrantes.

O estado de Minas Gerais possui uma das principais áreas para expansão da produção sucroalcooleira, tendo seu Governo publicado em 12 de fevereiro de 2009 o Decreto nº 45.041, que normatiza a instalação de estabelecimentos industriais destinados à produção de açúcar e álcool. Entre outras providências, ressalta-se a exigência da unidade industrial adquirir de terceiros pelo menos 30% da cana-de-açúcar necessária ao seu processo produtivo e que implante programas e projetos em benefício de seus trabalhadores e comunidades locais, com objetivos de assegurar os direitos trabalhistas e sociais. Os novos projetos deverão considerar a existência de outras usinas ou projetos com intenção formalizada de implantação na região onde se pretende instalar uma nova usina, considerando que não serão aprovados projetos com área de abrangência coincidente com outros empreendimentos do setor no Estado. Tendo em vista as heterogeneidades das diversas microrregiões em relação às variáveis analisadas no tocante ao potencial para a expansão da cultura de cana-de-açúcar, torna-se imprescindível a contextualização das suas potencialidades e a identificação dos fatores relacionados à expansão do setor sucroalcooleiro; pois, com a priorização no aproveitamento de áreas com melhor perfil de geração de recursos, haverá menores impactos ambientais e maiores ganhos sociais. Assim, este trabalho buscou identificar fatores potenciais para a delimitação de áreas de expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais, considerando a legislação vigente. Nesse aspecto, adotou-se o princípio de que as exigências legais poderão alterar a concentração espacial da atividade sucroalcooleira nas microrregiões do estado de Minas Gerais. A partir desse argumento, foram definidas variáveis

relacionadas à expansão da atividade sucroalcooleira, e utilizando-se das análises fatorial e de agrupamentos, identificaram-se os fatores vinculados à atividade e aos grupos de microrregiões com maior potencial de expansão da mesma. Ainda, foi utilizado o Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS), sendo uma *proxy* da potencialidade das microrregiões quanto à localização de novas instalações com a respectiva introdução ou expansão das plantações de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais. Verificou-se que há relação direta das áreas com culturas de cana-de-açúcar e as áreas onde existe maior concentração fundiária, maior PIB *per capita* e menor concentração da população residente no campo. Também, a partir da análise de agrupamentos e do IPEAS, verificou-se que a expansão poderá se concentrar em quatro microrregiões do estado de Minas Gerais: Paracatu, Unaí, Uberaba e Uberlândia. Portanto, após identificar os principais condicionantes e as principais áreas de expansão da atividade sucroalcooleira, conclui-se que as exigências legais poderão alterar a concentração de usinas no Estado, com o crescimento da atividade nas microrregiões de Paracatu, Unaí, Uberaba e Uberlândia.



## ABSTRACT

SARTORI, Marco Antônio, D.S., Universidade Federal de Viçosa, October of 2010. **Factors for the expansion of sugar-ethanol sector in Minas Gerais, Brazil.** Advisor: Ronaldo Perez. Co-Advisors: Aziz Galvão da Silva Júnior and Luiz Antônio Abrantes.

The state of Minas Gerais has one of the main areas for expansion of sugar-ethanol production, and its government published on February 12th, 2009, the Decree No. 45041, which regulates the installation of factories for the production of sugar and alcohol. Among other provisions, it emphasizes the requirement of the factory to purchase from others at least 30% of sugar cane needed for its production process and implant programs and projects for the benefit of its employees and local communities, with the objective of ensuring labor and social rights. The new projects should consider the existence of other plants or projects with the formalized intention of deployment in the region where it's intended to install a new plant, considering that those projects which the coverage area coincides with other developments in the sector in the state will not be approved. Given the heterogeneity of the various micro regions for the variables analyzed in relation to the potential for expansion of cultivation of sugar cane, it becomes imperative to contextualize their potential and identification of factors related to the expansion of sugar-ethanol sector, in order to prioritize the use of areas with a better profile of generation resources with this activity, lower environmental impacts and greater social gains. Thus, this study aimed to identify potential factors for the delimitation of areas for expansion of the sugar-ethanol activity in the state of Minas Gerais, Brazil, considering the current legislation. In this regard, it was adopted the principle that legal requirements may change the spatial concentration of sugar-ethanol activity in the micro regions of Minas Gerais. From this argument, it was defined variables related to the expansion of sugar-ethanol activity and, using factor

analysis and clustering, it was identified the factors linked to the activity and to the groups of micro regions with greater potential of expansion. Besides, it was used the Expansion's Potential of Sugar-Ethanol Activity Index (EPSEAI), being a proxy of the micro regions potential about the location of new facilities with their entry or expansion of sugar cane plantations in Minas Gerais. It was verified that there is a direct relationship between the areas with sugar cane plantations and the areas where there is greater land concentration, higher GDP per capita and lower population concentration that lives in the country. Also, from the clustering and the EPSEAI, it was verified that the expansion should concentrate in 4 micro regions in Minas Gerais: Paracatu, Unaí, Uberaba and Uberlândia. Thus, after identifying the main constraints and main areas for expansion of sugar-ethanol activity, it was concluded that legal requirements may change the concentration of sugar-ethanol factories in the state, with the growth of the activity in the micro regions of Paracatu, Unaí, Uberaba and Uberlândia.

## 1. INTRODUÇÃO

O etanol tem sido considerado um produto com potencial para substituição de derivados de petróleo, sendo sua utilização regulamentada de forma obrigatória ou autorizada em diversos países, com expressiva utilização no Brasil. Entre outros fatores, contribuem para este cenário, o aumento no preço do petróleo, as perspectivas de esgotamento das reservas, os riscos geopolíticos decorrentes da dependência do petróleo de países politicamente instáveis e os compromissos mais sólidos com a questão ambiental desde a assinatura do Protocolo de Quioto. No mercado interno, desde o lançamento dos veículos bicombustíveis (*flex fuel*) em 2003, a produção de etanol vem crescendo e ganhando participação no mercado de combustíveis.

Especialmente em relação à produção sucroalcooleira nacional, verifica-se que diversos estados brasileiros contam com usinas de álcool, havendo uma maior concentração no centro-sul, destacando-se o estado de São Paulo como o principal produtor. Todavia, diante das perspectivas positivas para o álcool combustível, os investimentos no setor sucroalcooleiro estão acontecendo com expectativa de aumento de produção em diversos estados brasileiros.

O estado de Minas Gerais tornou-se uma das principais áreas para expansão da produção sucroalcooleira, podendo se tornar o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do país nos próximos anos. A partir do zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar, verifica-se um universo de quase 10 milhões de hectares com aptidão para a produção de cana-de-açúcar

no estado de Minas Gerais, sendo que, atualmente, há maior concentração de atividades sucroalcooleiras na mesorregião do Triângulo Mineiro.

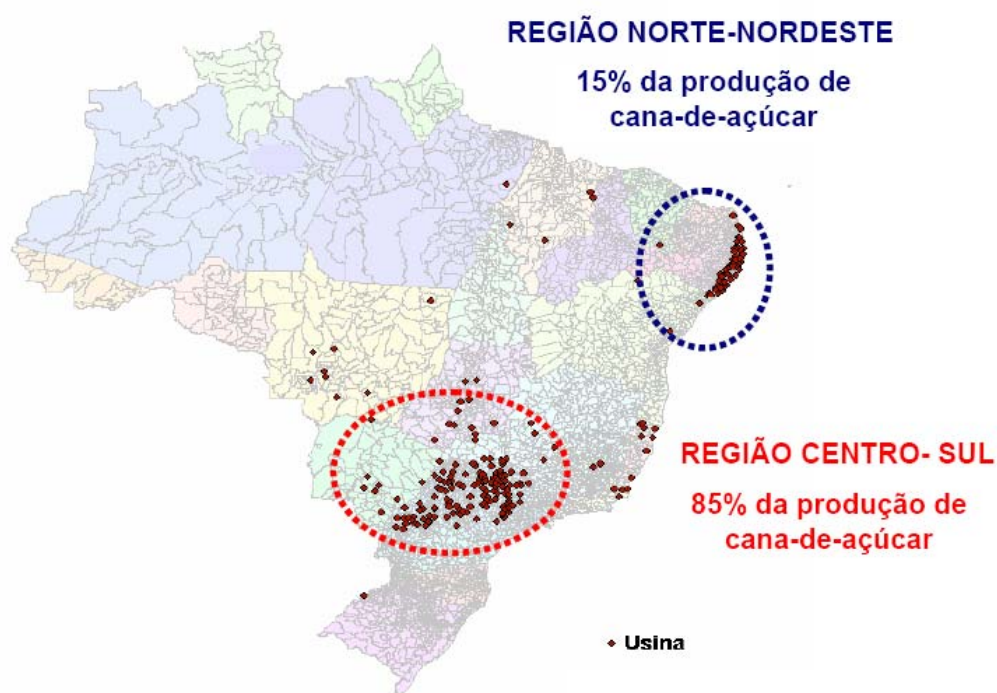
Notadamente, diversos fatores são considerados pelos tomadores de decisão quando se vislumbra a implantação de novas instalações, tendo em vista o retorno econômico da atividade. Do ponto de vista institucional, respeitadas as normas e legislações pertinentes, os investimentos em novos empreendimentos são relevantes, pois contribuem para o desenvolvimento regional, ampliando a geração de empregos e renda.

Contudo, é importante a criação de diretrizes e políticas visando à implantação de novas usinas sucroalcooleiras, visto que, dependendo da região, o novo ritmo pode promover mudanças no padrão de utilização da terra com diferentes graus de intensidade e degradação ambiental. Pode também promover modificações sociais em função da concentração de terras, ou mesmo através do seu arrendamento com a implantação do sistema de produção baseado na monocultura, já que as atividades desenvolvidas pré-implantação são suprimidas, enquanto os novos empregos podem não ser suficientes para envolver toda a mão de obra disponibilizada ou mesmo apresentar exigências de qualificação da população local ou de treinamento adequado.

Nesse contexto, o Governo do estado de Minas Gerais publicou, em 12 de fevereiro de 2009, o Decreto nº 45.041, que normatiza a instalação de estabelecimentos industriais destinados à produção de açúcar e álcool no estado. Entre outras providências, além da observância da legislação ambiental, o decreto exige que a unidade industrial adquira de terceiros, no mínimo, 30% da cana-de-açúcar necessária ao seu processo produtivo e implantem programas e projetos em benefício de seus trabalhadores e comunidades locais, com objetivos de assegurar os direitos trabalhistas e sociais. Os tomadores de decisão devem considerar a existência de outras usinas ou projetos com intenção formalizada de implantação na região onde se pretende instalar uma nova usina, já que não serão aprovados projetos com área de abrangência coincidente com outros empreendimentos do setor no estado de Minas Gerais.

## 1.1 A problemática da pesquisa

A produção de cana-de-açúcar, uma das primeiras atividades de importância econômica no Brasil e a mais antiga desenvolvida no país, destaca-se pela tradição, relevância econômica, função energética e distribuição geográfica em diversas regiões do Brasil. A Figura 1 ilustra o mapa da produção de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2007.



Fonte: MAPA, 2007.

**Figura 1** – Mapa da produção de cana-de-açúcar no Brasil.

O setor sucroalcooleiro brasileiro abrange as empresas envolvidas com a produção de açúcar ou álcool. Esse setor está diretamente relacionado às culturas de cana-de-açúcar como elemento de base para a produção do açúcar e do álcool, que aliado à condição climática e outros fatores ambientais,

propicia produtividade e qualidade aos produtos brasileiros frente a alternativas estrangeiras, que utilizam outras matérias-primas, como o milho ou a beterraba (LINS e SAAVEDRA, 2007).

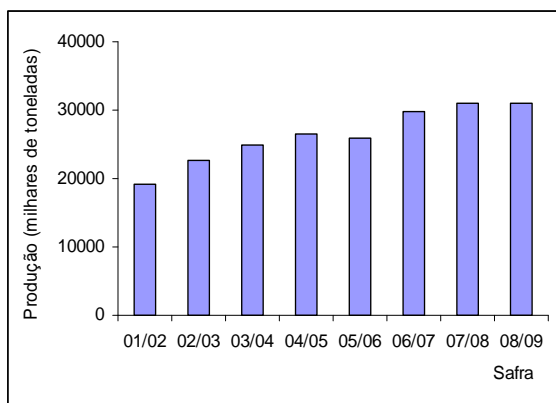
O Brasil foi pioneiro na implantação de programas de incentivo a biocombustíveis, com destaque para o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), que foi instituído pelo Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975, com a finalidade de expandir a produção do álcool etílico anidro, viabilizando seu uso como matéria-prima para indústria química e como combustível adicionado à gasolina.

A partir desse programa, o país substituiu parte do combustível derivado de petróleo e trouxe novas perspectivas ao setor sucroalcooleiro, implantando novas unidades de dupla produção açúcar e álcool, otimizando a capacidade produtiva das usinas e destilarias de cana. Com o Proálcool, as usinas que não possuíam destilarias anexas foram incentivadas a investir na instalação desses equipamentos, resultando em um incremento da produção de álcool anidro (MOREIRA, 2008).

Muitas usinas trabalham variando a proporção de cana-de-açúcar dedicada a cada linha de produção de acordo com as variações e tendências do mercado. Enquanto o açúcar é utilizado para fins alimentícios, o álcool produzido pode ser destinado a diferentes finalidades, como a indústria farmacêutica ou química, tendo a sua aplicação no setor de transportes impulsionado o grande crescimento do negócio sucroalcooleiro.

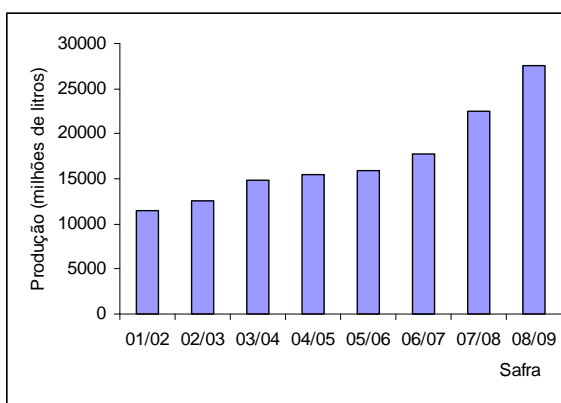
Destaca-se ainda o potencial de geração de bioeletricidade, energia elétrica produzida a partir de resíduos de biomassa produzida pela cana-de-açúcar, que se tornou uma das novas fronteiras da indústria sucroalcooleira. Outros subprodutos são destinados às indústrias, atacado e varejo, como indústrias de suco de laranja e de ração animal. Os resíduos, como vinhaça ou vinhoto, são utilizados como biofertilizantes nas áreas de cultivo (NEVES e CONEJERO, 2007).

As Figuras 2 e 3 ilustram as quantidades de açúcar e álcool produzidas no Brasil nas últimas safras, enquanto as Figuras 4 e 5 ilustram as quantidades de açúcar e álcool exportadas no Brasil nos últimos anos.



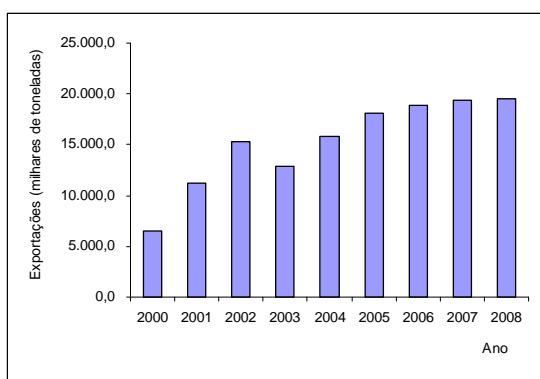
Fonte: UNICA, 2010.

**Figura 2** – Quantidade de açúcar (milhares de toneladas) produzido no Brasil.



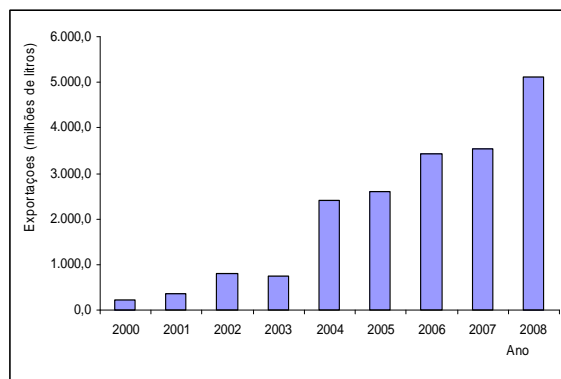
Fonte: UNICA, 2010.

**Figura 3** – Quantidade de álcool (milhões de litros) produzido no Brasil.



Fonte: UNICA, 2010.

**Figura 4** – Quantidade de açúcar (milhares de toneladas) exportado pelo Brasil.



Fonte: UNICA, 2010.

**Figura 5** – Quantidade de álcool (milhões de litros) exportado pelo Brasil.

O Brasil se destaca como o maior produtor e exportador mundial de açúcar de cana e apresenta os melhores índices de produtividade entre os principais produtores. As fábricas do setor sucroalcooleiro podem produzir açúcar comercializado nos mercados internos e externos, com vantagens comparativas de preços. A região Centro/Sul apresenta as melhores condições de produção e comercialização de cana-de-açúcar no Brasil (MOREIRA, 2008).

Já o álcool, é absorvido em grandes quantidades no mercado interno, destacando-se Brasil como principal produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, sendo superado em quantidade produzida apenas pelos EUA,

utilizando o milho como matéria-prima. O Brasil foi o principal produtor mundial de álcool até 2005. Em 2006, os EUA, cuja produção tem crescido rapidamente, atingiram a dianteira da produção mundial, com 18,5 bilhões de litros contra os 17,4 bilhões de litros nacionais. O etanol americano; entretanto, é produzido principalmente do milho, com produtividade menor por hectare plantado, com maiores custos e maior consumo de energia fóssil no processo de produção. Nos EUA, a produção média anual de etanol alcançou 3,2 mil litros por hectare, enquanto a produtividade brasileira ultrapassou o dobro do montante, atingindo 6,8 mil litros por hectare. (MENDONÇA et al., 2008).

No Brasil, o álcool hidratado foi o mais produzido durante todo o período de 1982 e 2000. A partir daquele ano, o álcool anidro foi mais produzido do que o hidratado. No entanto, entre 2005/2006, a produção de álcool hidratado voltou a ser levemente superior que a produção do álcool anidro, devido ao crescimento dos veículos *flex*. Essa inovação tecnológica trouxe interessantes novidades, e com grande aceitação por parte dos consumidores para se aproveitar das diferenças de preços (NEVES e CONEJERO, 2007). Desde que os veículos flex foram lançados (em 2003), a produção vem crescendo e ganhando participação no mercado. Considerando a venda total de automóveis e comerciais leves das montadoras brasileiras, a participação do flex no total acumulado, no ano de 2009, atingiu cerca de 92,28%, conforme dados do Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (ANFAVEA, 2010).

Simultaneamente, no mercado internacional a partir do ano 2000, o interesse pelo álcool combustível se fortaleceu em virtude das novas perspectivas: aumentos no preço do petróleo, incertezas relacionadas ao esgotamento das reservas, riscos geopolíticos decorrentes da dependência do petróleo de países politicamente instáveis e compromissos mais sólidos com a questão ambiental desde a assinatura do Protocolo de Quioto; despertando a atenção mundial para as fontes alternativas de energia. Assim, o biodiesel e, principalmente, o etanol passaram a constar de forma definitiva na agenda dos governos e das políticas de praticamente todos os países.

Tentando abrir o mercado mundial e apresentando uma alternativa de energia renovável, limpa e não poluente, o álcool produzido no Brasil obteve grande valorização nos últimos anos. Vários esforços estão sendo feitos para



transformar esse combustível em commodity. Vários países já mostraram interesse em promover a mistura de álcool à gasolina, como é feita atualmente no Brasil na proporção atual de 23%, mas que pode chegar até 25%. Japão e Estados Unidos, dois dos maiores consumidores de petróleo e de seus derivados do planeta, já aprovaram a mistura de álcool com a gasolina. Outros países, entre eles os membros da União Européia e países da América Latina estão caminhando para a mesma direção, e o Brasil, como um dos maiores produtores mundiais, é o único país em condições de atender uma demanda dessa magnitude (CAMPOS FILHO e SANTOS, 2007).

Quase todos os estados brasileiros contam com usinas sucroalcooleiras, havendo maior concentração no Estado de São Paulo. Essa concentração espacial obedece à lógica de instalação das unidades próximas aos locais de produção e dos mercados consumidores, o que contribui para a redução de custos de produção e logística. Por outro lado, as novas unidades em construção no país demonstram um crescimento da participação do Estado de Minas Gerais e da região Centro-Oeste, sinalizando um movimento da produção nesse sentido (UNICA, 2008).

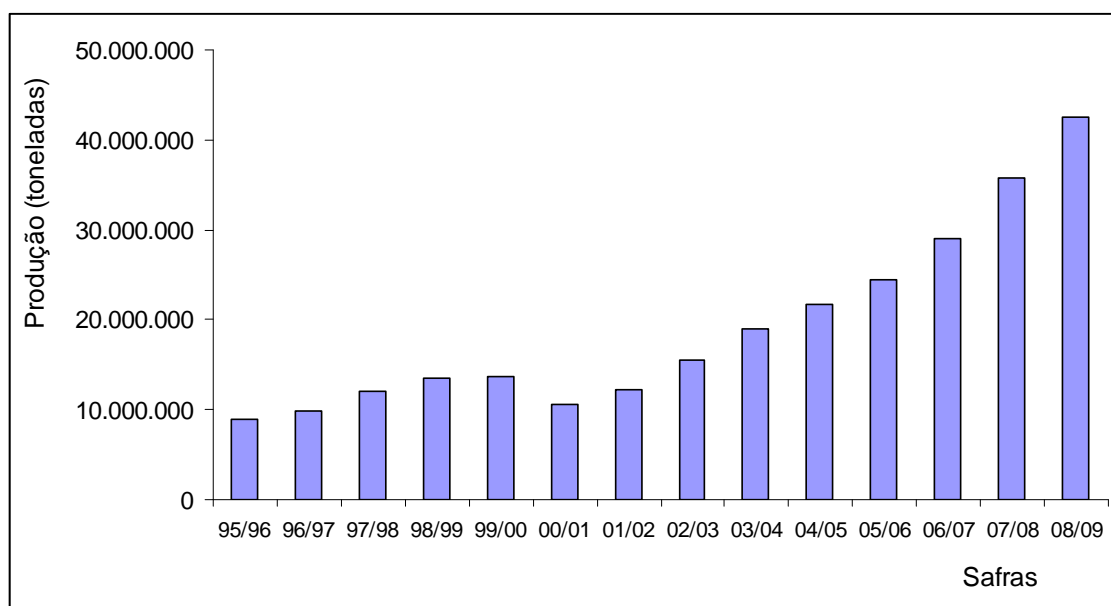
A Tabela 1 demonstra a quantidade de cana-de-açúcar processada pelas usinas brasileiras nos principais estados produtores.

**Tabela 1** – Quantidade de cana-de-açúcar (em toneladas) processada pelas usinas brasileiras distribuída nos principais estados produtores

<b>ESTADOS/SAFRA</b>	<b>00/01</b>	<b>01/02</b>	<b>02/03</b>	<b>03/04</b>	<b>04/05</b>	<b>05/06</b>	<b>06/07</b>	<b>07/08</b>	<b>08/09</b>
SÃO PAULO	148.256.436	176.574.250	192.486.643	207.810.964	230.280.444	243.767.347	263.870.142	296.313.957	346.292.969
PARANÁ	19.320.856	23.075.623	23.892.645	28.485.775	28.997.547	24.808.908	31.994.581	40.369.063	44.829.652
MINAS GERAIS	10.634.653	12.204.821	15.599.511	18.915.977	21.649.744	24.543.456	29.034.195	35.723.246	42.480.968
GOIÁS	7.207.646	8.782.275	9.922.493	13.041.232	14.006.057	14.559.760	16.140.043	21.082.012	29.486.508
ALAGOAS	25.198.251	23.124.558	22.645.220	29.536.815	26.029.770	22.532.291	23.635.100	29.444.408	27.309.285
PERNAMBUCO	14.366.994	14.351.050	14.891.497	17.003.192	16.684.867	13.858.319	15.293.700	17.535.548	18.949.518
MATO GROSSO DO SUL	6.520.923	7.743.914	8.247.056	8.892.972	9.700.048	9.037.918	11.635.096	14.869.066	18.090.388
MATO GROSSO	8.669.533	10.673.433	12.384.480	14.349.933	14.447.155	12.335.471	13.179.510	14.928.015	15.283.134
PARAIBA	3.594.320	4.001.051	4.335.516	5.017.263	5.474.229	4.291.473	5.107.700	5.555.712	5.885.978
ESPIRITO SANTO	2.554.166	2.010.903	3.292.724	2.952.895	3.900.307	3.804.231	2.894.421	3.938.757	4.373.248
RIO DE JANEIRO	3.934.844	3.072.603	4.478.142	4.577.007	5.638.063	4.799.351	3.445.154	3.831.652	4.018.840
RIO GRANDE DO NORTE	2.388.270	2.064.515	2.681.857	2.614.068	2.917.677	2.356.268	2.397.400	2.047.750	3.186.768
BAHIA	1.920.653	2.048.475	2.213.955	2.136.747	2.268.369	2.391.415	2.185.600	2.522.923	2.541.816
MARANHÃO	799.490	1.094.115	1.105.114	1.303.509	1.275.119	1.797.490	1.660.300	2.134.604	2.280.260
SERGIPE	1.413.639	1.316.925	1.429.746	1.526.270	1.465.185	1.109.052	1.136.100	1.367.813	1.831.714
PIAUI	248.289	273.691	284.180	322.802	349.329	492.369	706.000	689.130	900.181
<b>REGIÃO CENTRO-SUL</b>	<b>207.099.057</b>	<b>244.218.084</b>	<b>270.406.693</b>	<b>299.120.591</b>	<b>328.697.362</b>	<b>337.714.418</b>	<b>372.285.061</b>	<b>431.184.748</b>	<b>504.962.891</b>
<b>REGIÃO NORTE-NORDESTE</b>	<b>50.522.960</b>	<b>48.832.459</b>	<b>50.243.383</b>	<b>60.194.968</b>	<b>57.392.755</b>	<b>49.727.458</b>	<b>53.250.700</b>	<b>62.199.804</b>	<b>64.099.738</b>
<b>BRASIL</b>	<b>257.622.017</b>	<b>293.050.543</b>	<b>320.650.076</b>	<b>359.315.559</b>	<b>386.090.117</b>	<b>387.441.876</b>	<b>425.535.761</b>	<b>493.384.552</b>	<b>569.062.629</b>

FONTE: UNICA, 2010.

Em Minas Gerais, inicialmente, a expansão geográfica da agroindústria canavieira disseminou-se em áreas próximas aos centros urbanos vinculados à exploração aurífera. Em 1885, foi inaugurado o primeiro engenho central de açúcar em Minas Gerais, Companhia Engenho Central Rio Branco. Sucessivamente, outros engenhos foram estabelecidos em regiões próximas de outras atividades econômicas, independente das condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar. Com o advento do Pró-álcool, as usinas mineiras passaram por um processo de modernização. Ao mesmo tempo, com a implementação da Revolução Verde, teve início o processo de ocupação do cerrado brasileiro, a partir das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o que favoreceu a disseminação da cultura da cana-de-açúcar na região (SIQUEIRA, 2004). A Figura 6 ilustra a evolução da produção da cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais.



Fonte: UNICA, 2010.

**Figura 6** – Evolução da produção da cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais a partir da safra 95/96 até 08/09.

Como se pode observar na Figura 6, a produção sucroalcooleira em Minas Gerais está ainda em processo de estruturação e expansão. Somente em área plantada no ano de 2007, o estado apresentou uma expansão de

30%, o que implica em mais cana para moagem e conseqüentemente mais açúcar e álcool produzidos (CAMPOS FILHO e SANTOS, 2007).

Diante das boas perspectivas para o álcool combustível, os investimentos no setor sucroalcooleiro em Minas Gerais deverão continuar acontecendo. Inicialmente, a previsão era de aporte de US\$ 3 bilhões, até 2012/2013, com previsão da instalação de 26 novas unidades no período. A entrada em operação dessas novas unidades poderá promover um salto na produção mineira de cana para 84 milhões de toneladas; cerca de 4,2 bilhões de litros de álcool e 4,6 milhões de toneladas de açúcar, com geração de 60 mil novos empregos (Campos Filho e Santos, 2007). Vale ressaltar que, com o advento da crise financeira mundial, o ritmo de investimentos se modificou, com o adiamento de alguns investimentos.

Acompanhando o crescimento do setor e as perspectivas futuras, tendo em vista a regulamentação de novos projetos de usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais, o Governo do Estado de Minas Gerais publicou em 12 de fevereiro de 2009 o Decreto nº 45.041, que trata da instalação de estabelecimentos industriais destinados à produção de açúcar e álcool no Estado de Minas Gerais. Inicialmente, o pleito para a instalação deverá ser protocolado no Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais – INDI, que avaliará a localização do empreendimento e respectivas áreas de plantio de cana-de-açúcar e abrangências. Entre outras providências, além da observância da legislação ambiental, o decreto exige que a unidade industrial adquira de terceiros, no mínimo, 30% da cana-de-açúcar necessária ao seu processo produtivo e também que as mesmas implantem programas e projetos em benefício de seus trabalhadores e comunidades locais, com objetivos de assegurar os direitos trabalhistas e sociais (Decreto nº 45.041 – MG, 2009).

Especialmente em relação à área de abrangência, o novo empreendimento deverá considerar para o seu cálculo a área plantada de cana-de-açúcar, a área necessária para a rotação de cultura, as reservas legais, as áreas de preservação permanente, além de áreas para plantio de outras culturas, que associados a pequenos acidentes geográficos e outras

interferências, permite aproximar para 3 (três) o coeficiente de abrangência, ou seja, para cada hectare de área plantada de cana-de-açúcar são considerados três hectares de área de abrangência (Decreto nº 45.041 – MG, 2009).

Esse novo decreto induz os tomadores de decisão a considerar a existência de outras usinas ou projetos com intenção formalizada de implantação na região onde se pretende instalar uma nova usina, isso porque não serão aprovados projetos com mesma área de abrangência no estado de Minas Gerais.

Concomitantemente, além da observância da legislação ambiental, o decreto exige que a unidade industrial adquira de terceiros, no mínimo, 30 % da cana-de-açúcar necessária ao seu processo produtivo e também que as mesmas implantem programas e projetos em benefício de seus trabalhadores e comunidades locais, com objetivos de assegurar os direitos trabalhistas e sociais (Decreto nº 45.041 – MG, 2009). Entretanto, não há referências claras no tangente às metodologias e critérios de avaliações relacionadas às propostas de promoção social a serem apresentadas durante o pleito de instalação dos novos projetos de usinas sucroalcooleiras.

Assim, a nova legislação para o setor pode influenciar a decisão locacional, já que agora o tomador de decisão deverá considerar não apenas a localização do ponto de vista do capital, maximizando retorno, mas também a busca pela melhoria das condições sociais do local onde se pretende instalar a nova unidade industrial com sua respectiva área de abrangência. Para a implantação de novas instalações sucroalcooleiras em Minas Gerais, o pleito para a instalação deverá ser protocolado no Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais – INDI, que avaliará a localização do empreendimento e respectivas áreas de plantio de cana-de-açúcar e abrangências, assim como o atendimento das exigências do Decreto nº 45.041/2009.

No contexto nacional, o Governo Federal, através do Decreto nº 6.961 de 17 de setembro de 2009, aprovou o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar, cujo objetivo é fornecer subsídios técnicos para a formulação de

políticas públicas visando à expansão e produção sustentável da cana-de-açúcar no território brasileiro. Os principais indicadores considerados na elaboração do zoneamento foram a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente; sendo que as áreas indicadas para a expansão compreendem àquelas atualmente em produção agrícola intensiva e semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens. Essas áreas foram classificadas em três classes de potencial (alto, médio e baixo) discriminadas ainda por tipo de uso atual predominante (Ag – Agropecuária, Ac – Agricultura e Ap – pastagem). O Quadro 1 aponta uma síntese das áreas aptas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região sudeste, considerando as classes de aptidão agrícola e os tipos de uso da terra.

**Quadro 1 – Síntese das áreas aptas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região sudeste, considerando as classes de aptidão agrícola e os tipos de uso da terra**

Áreas aptas por estado, por classes de aptidão e por tipo de uso no Sudeste (ha)					
Estado	Classes de aptidão	Áreas aptas por tipo de uso da terra (ha)			Área por aptidão (ha)
		Ap	Ag	Ac	Ap + Ag + AC
RJ	Alta (A)	173.834,80	0,00	10.197,80	184.032,60
	Média (M)	227.217,10	3.674,10	62.613,20	293.504,40
	Baixa (B)	21.321,90	0,00	2.285,30	23.607,20
	A + M	401.051,90	3.674,10	72.811,00	477.537,00
	<b>Total</b>	<b>422.373,80</b>	<b>3.674,10</b>	<b>75.096,30</b>	<b>501.144,20</b>
SP	Alta (A)	2.369.013,10	428.989,60	4.498.383,50	7.296.386,20
	Média (M)	1.436.917,00	138.832,30	1.636.311,20	3.212.060,50
	Baixa (B)	41.734,20	8.802,10	59.633,50	110.169,80
	A + M	3.805.930,10	567.821,90	6.134.694,70	10.508.446,70
	<b>Total</b>	<b>3.847.664,30</b>	<b>576.624,00</b>	<b>6.194.328,20</b>	<b>10.618.616,50</b>
ES	Alta (A)	58.188,98	0,00	34.508,19	92.697,17
	Média (M)	138.005,38	0,00	98.951,85	236.957,23
	Baixa (B)	0,00	0,00	0,00	0,00
	A + M	196.194,36	0,00	133.460,04	329.654,40
	<b>Total</b>	<b>196.194,36</b>	<b>0,00</b>	<b>133.460,04</b>	<b>329.654,40</b>
MG	Alta (A)	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média (M)	8.064.372,40	18.276,10	1.813.861,00	9.896.509,50
	Baixa (B)	138.261,52	757,50	10.361,80	149.380,82
	A + M	8.064.372,40	18.276,10	1.813.861,00	9.896.509,50
	<b>Total</b>	<b>8.202.633,92</b>	<b>19.033,60</b>	<b>1.824.222,80</b>	<b>10.045.890,32</b>
Total Região Sudeste	Alta (A)	2.601.036,88	428.989,60	4.543.089,49	7.573.115,97
	Média (M)	9.866.511,88	160.782,50	3.611.737,25	13.639.031,63
	Baixa (B)	201.317,62	9.559,60	72.280,60	283.157,82
	A + M	12.467.548,76	589.772,10	8.154.826,74	21.212.147,60
	<b>Total</b>	<b>12.668.866,38</b>	<b>599.331,70</b>	<b>8.227.107,34</b>	<b>21.495.305,42</b>

Fonte: Decreto nº 6.961, 2009.

## 1.2 Hipótese

A legislação vigente poderá alterar o foco de concentração espacial da atividade sucroalcooleira nas microrregiões do estado de Minas Gerais.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Identificar possíveis fatores potenciais para a delimitação de áreas de expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais, levando em consideração a legislação vigente.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar os possíveis condicionantes vinculados à atividade sucroalcooleira a partir das exigências da legislação vigente;
- Identificar e agrupar as microrregiões do estado Minas Gerais quanto aos fatores pertinentes à expansão da atividade sucroalcooleira;
- Delimitar as áreas das microrregiões com potencial para a expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais.



## **2. OS ASPECTOS LEGAIS E A EXPANSÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO**

### **2.1 Os fatores de produção envolvidos diretamente no Decreto nº 45.041 / 2009 – MG**

#### **2.1.1 O fator terra**

Em todo o país, tem-se observado um intenso processo de verticalização da produção da cana-de-açúcar, ou seja, as usinas assumindo a produção desde a matéria-prima até o produto final, sendo que a cana-de-açúcar produzida pelas próprias usinas já representa mais de 70% da matéria-prima utilizada pelas unidades industriais, excluindo os pequenos e médios fornecedores. Esse processo representa concentração de renda e de terras (VIDAL et al., 2006).

A verticalização da produção está diretamente ligada à estratégia da empresa, que poderá optar pela compra de terras ou pelo arrendamento da mesma na região de interesse, havendo disponibilidade. Nesse caso, esse fator é importante tendo em vista que diversos municípios tentam controlar o avanço da cana, restringindo a sua cultura a um número determinado de

hectares. Naturalmente, o município que busca esse caminho se torna menos atraente para a instalação de uma usina (QUEIROZ, 2008).

As novas usinas, no Brasil, estão avançando em áreas de soja e pecuária com agricultores tradicionais já estabelecidos, o que torna difícil e caro encontrar terras contínuas a venda. Nesse contexto, além da disponibilidade, o valor das terras da região é importante para os custos finais do empreendimento. As novas áreas de cana-de-açúcar estão ocupando, a princípio, as áreas de soja, já que, nesse caso, a terra já está preparada para receber a cana-de-açúcar e o relevo das áreas de cultivo de soja são predominantemente planos, facilitando a mecanização. No entanto, as áreas de soja são mais caras que áreas de pecuária e o valor das terras seria um dos motivos que estão levando a produção a se deslocar para a região Centro-Oeste, onde as terras são boas e baratas em relação à região Sudeste (QUEIROZ, 2008).

O arrendamento por longos períodos é uma das soluções encontradas pelas usinas. Nessa condição, estabelece-se uma relação contratual na qual, junto com o estabelecimento de preços, são definidos os insumos, as técnicas e as épocas de colheita e entrega do produto à indústria. Nesse sistema, normalmente, as indústrias responsabilizam-se pelo transporte e armazenamento do produto da agropecuária. É bastante comum, também, as empresas investirem em atividades que possibilitem a integração vertical, passando a desempenhar elas mesmas funções e atividades de mercado antes atribuídas a outras firmas, para ter maior controle sobre todo o processo, do suprimento de matéria-prima à comercialização do produto final, de forma a manter posições sólidas no mercado (FAVA NEVES et al., 1998).

Concomitantemente, o crescimento demográfico, além das transformações ocorridas na economia, como o aumento do preço das terras associado à maior competição no preço das commodities agrícolas, tem forçado a ocupação de regiões agrícolas com regime pluviométrico insuficiente para algumas culturas, havendo necessidade de complementação através do uso da irrigação (MACHADO et al., 2002).

A irrigação da cultura de cana-de-açúcar ainda é pequena no Brasil, devido ao fato de as regiões produtoras atualmente contarem com uma distribuição adequada de chuvas para a cultura. Notadamente, com o avanço para áreas de cerrado, onde existe um déficit hídrico, pode-se comprometer a produtividade, o que em alguns casos pode inviabilizar a cultura. Sendo assim, a disponibilidade de água ganha contornos relevantes, e em certos casos fundamental. A água pode ser de rios ou subterrânea, mas seu uso é condicionado à outorga pelas autoridades competentes (QUEIROZ, 2008).

O consumo de água pela cultura de cana-de-açúcar varia em função do ciclo da cultura, do estágio de desenvolvimento, das condições climáticas e de outros fatores, como água disponível no solo e variedades de cana-de-açúcar. Os benefícios vinculados à irrigação da cultura de cana-de-açúcar consistem nos aumentos de produtividade agrícola e longevidade das soqueiras, além da redução de custos no processo produtivo agrícola, proporcionados pelo aumento de produtividade (SANTOS e FRIZZONE, 2006).

### **2.1.2 O fator mão de obra**

O aumento da competitividade e a abertura de mercado têm forçado as empresas do setor sucroalcooleiro a repensar suas estratégias de negócios. Com isso, a terceirização ganhou importância no momento em que as empresas precisam racionalizar recursos, redefinir operações e funcionar com estruturas mais enxutas e flexíveis. No entanto, a terceirização não pode ser sinônimo de substituição de mão de obra, visando à imediata redução de custos diretos e visíveis em processos de enxugamento do quadro de funcionários, como também não pode ser ferramenta para evitar problemas sociais (PRADO, 2002).

A transferência de serviços para terceiros implica, a curto prazo, em redução de custos de mão de obra e encargos sociais, os quais são repassados aos contratados. Entretanto, a não observação de parâmetros relacionados com padrões de qualidade, de garantia de fornecimento e de

exigências técnico-econômicas e jurídicas que norteiam os contratos pode levar a esperada redução de custos a elevados prejuízos, seja quanto à conformidade do produto ou serviço comprado, seja quanto às questões jurídicas, trabalhistas e sindicais (PRADO, 2002).

Sob a ótica social, um milhão de empregos formais é gerado nos três setores – cana-de-açúcar, açúcar e álcool – e apesar das perspectivas de geração de novos postos de trabalho nas indústrias do açúcar e do álcool devido à expansão do setor, muito se tem escrito sobre os empregos agrícolas, especificamente dos cortadores de cana-de-açúcar, principalmente sobre as condições de trabalho, ao pagamento por produtividade, ao uso da terceirização na contratação dos cortadores e da migração de trabalhadores de outros estados, que se deslocam, principalmente para o estado de São Paulo, para trabalharem no corte da cana-de-açúcar. Além desses temas, a antecipação da proibição da queima no estado de São Paulo e o efetivo cumprimento das normas regulamentadoras do mercado de trabalho agrícola no Brasil, como, por exemplo, a Norma Regulamentadora 31 (NR 31) refletem mudanças institucionais internas que sinalizam redução da colheita manual com conseqüente redução e mudança de perfil do empregado agrícola, visto que ambas aceleram o processo de mecanização da colheita (MORAES, 2007).

A mecanização da colheita altera o perfil do empregado, pois cria oportunidades para tratoristas, motoristas, mecânicos, condutores de colheitadeiras, técnicos em eletrônica, dentre outros, e reduz, em maior proporção, a demanda dos empregados de baixa escolaridade, uma vez que grande parte dos trabalhadores da lavoura canavieira tem poucos anos de estudo, expulsando-os da atividade. Esse fato implica a necessidade de alfabetização, qualificação e treinamento dessa mão de obra, para estar apta a atividades que exijam maior escolaridade. Para que parte dos empregados agrícolas seja realocada para as atividades do corte mecânico, é necessário escolaridade maior do que a da grande maioria dos empregados (MORAES, 2007).

No que se refere às inovações tecnológicas, verifica-se que as mesmas, aliadas às mudanças no ambiente institucional têm impactos importantes sobre o emprego. Na área agrícola, podem ser citados três níveis de inovação tecnológica com impactos sobre o mercado de trabalho: inovações mecânicas, que afetam a intensidade e ritmo da jornada de trabalho; inovações físico-químicas, que modificam as condições naturais do solo e elevam a produtividade do trabalho; inovações biológicas, que interferem na velocidade de rotação do capital e do trabalho. Assim, os principais impactos decorrentes das inovações mecânicas na lavoura canavieira como redução do tempo das tarefas realizadas, redução da demanda por mão de obra, redução da mão de obra residente na propriedade e mudança qualitativa na demanda por trabalhadores; já que as novas atividades – tratorista, motoristas, operadores de máquinas – requerem maior grau de especialização dos trabalhadores. Espera-se o surgimento de muitas oportunidades para profissionais qualificados e, numa análise de equilíbrio geral, haverá uma dinamização da economia em muitas indústrias de insumos e no setor de serviços, o que abre excelentes oportunidades para estes profissionais (MORAES, 2007).

Notadamente, a mão de obra requerida na indústria para o processamento da cana-de-açúcar deve ser especializada, em função da complexidade do sistema e do volume de recursos envolvidos. No entanto, ainda de acordo com Moraes (2007), a mão de obra especializada para atender a indústria geralmente não está disponível na quantidade necessária, tendo em vista que as cidades que recebem uma usina são de pequeno e médio porte e não tem mercado para essa atividade até a chegada da usina. A transferência de trabalhadores vindos de regiões de cultura da cana-de-açúcar é uma das soluções, sendo o custo alto. Possivelmente, o desenvolvimento de programas de treinamento seria a melhor opção, mas seu sucesso está ligado à formação educacional do município. Sendo assim, municípios com uma boa rede de ensino, baixo analfabetismo e com variedade de cursos profissionalizantes são alvos melhores para atender essa necessidade da indústria.

De acordo com Queiroz (2008), a disponibilidade de mão de obra para a parte agrícola da usina é problemática em todo o país, não existindo

disponibilidade para a colheita, período crítico para a usina. Assim, as novas usinas vão enfrentar problemas nessa área. Mesmo onde a colheita é mecanizada, a falta de operadores para as máquinas também é crônica, sendo que o treinamento é essencial. No caso de colheita mecanizada, deve-se levar em conta também a disponibilidade e qualidade da assistência técnica, pois uma máquina parada produz altos custos, comprometendo a produtividade da indústria que depende da matéria-prima.

## **2.2 A preservação ambiental e o zoneamento ecológico-econômico para o estado de Minas Gerais**

O Governo do Estado de Minas Gerais iniciou, em janeiro de 2003, um processo de planejamento para a Gestão do Estado, visando implementar um novo modelo da máquina pública, com o objetivo de que o Estado, estando bem estruturado, aproveite espaços e oportunidades, assumindo uma posição competitiva e diferenciada de desenvolvimento. Nesse contexto, o meio ambiente, que figura como elemento chave para um desenvolvimento em bases sustentáveis, vem conseguindo o atendimento aos requisitos mínimos relativos à estruturação e capacidade executiva do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, através da implantação da Agenda 21 em Minas Gerais e, ainda, com a participação do Estado no II Programa Nacional de Meio Ambiente (ZEE-MG, 2008).

O Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais – ZEE-MG consiste na elaboração de um diagnóstico dos meios geo-biofísico e sócio-econômico-jurídico-institucional, gerando respectivamente duas cartas principais, a carta de Vulnerabilidade Ambiental e a Carta de Potencialidade Social, que sobrepostas irão conceber áreas com características próprias, determinando o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado (ZEE-MG, 2008).

Além de compor uma grande base organizada e integrada de informações oficiais, essa ferramenta, sem caráter limitador, impositivo ou arbitrário, apoiará a gestão territorial fornecendo subsídios técnicos à definição de áreas prioritárias para a proteção e conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento, segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental. O ZEE/MG tem grande importância no planejamento e elaboração das políticas públicas e das ações em meio ambiente, orientando o governo e a sociedade civil na elaboração dos seus programas e em seus investimentos. Estes, ao serem planejados e implementados, respeitando-se as características de cada zona de desenvolvimento, promoverão a melhoria na qualidade dos serviços prestados e na qualidade de vida de toda a população de Minas Gerais (ZEE-MG, 2008).

O ZEE/MG foi elaborado a partir das diretrizes metodológicas propostas pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA para elaboração do ZEE, em conformidade às diretrizes da Política e Legislação Ambiental do Estado de Minas Gerais, orientando-se pelos patamares referente às Unidades Regionais do COPAM, às bacias hidrográficas do estado, às meso e microrregiões e ao ordenamento municipal.

O diagnóstico do meio biótico e abiótico do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais possui um banco de dados digital, conforme o ZEE-MG (2008), sendo que as classes que definem a vulnerabilidade da carta síntese ou de cada fator condicionante estão organizadas da seguinte maneira:

- ✓ situação atual das áreas com vulnerabilidade natural muito alta: representa as áreas que apresentam sérias restrições quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos encontram-se altamente vulneráveis às ações antrópicas. Assim, esse nível de vulnerabilidade natural demanda avaliações criteriosas para a implantação de qualquer empreendimento;
- ✓ situação atual das áreas com vulnerabilidade natural alta: representa as áreas que apresentam restrições consideráveis quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos encontram-se menos

vulneráveis às ações antrópicas do que na classe anterior. Assim, esse nível de vulnerabilidade natural também demanda avaliações cuidadosas para implantação de qualquer empreendimento;

✓ situação atual das áreas com vulnerabilidade natural média: representa as áreas que apresentam restrições moderadas quanto à utilização dos recursos naturais. Assim, as estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que não ofereçam danos potenciais ao fator limitante;

✓ situação atual das áreas com vulnerabilidade natural baixa: representa as áreas que apresentam baixas restrições quanto à utilização dos recursos naturais. Assim, as estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que ofereçam baixo impacto potencial aos fatores limitantes;

✓ situação atual das áreas com vulnerabilidade natural muito baixa: representa as áreas que quase não apresentam restrições significativas quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos se encontram atualmente já com elevado poder de resiliência. Assim, esse nível de vulnerabilidade natural demanda preocupações menos severas para implantação de qualquer empreendimento. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas podem apontar para ações que causem impactos ambientais menores.

Para fins de mensuração, entende-se vulnerabilidade natural como a incapacidade de uma unidade espacial resistir e/ou recuperar-se após sofrer impactos negativos decorrentes de atividades antrópicas consideradas normais, isto é, não-passíveis de licenciamento ambiental pelo órgão competente. Dessa forma, assume-se que se uma unidade espacial apresenta um dado nível de vulnerabilidade ambiental a uma atividade antrópica normal, ela também terá um nível igual ou superior para uma atividade econômica passível de licenciamento. Deve-se ressaltar que a vulnerabilidade natural é referente à situação atual do local. Logicamente, áreas altamente antropizadas são menos vulneráveis a novas atividades humanas do que áreas ainda não antropizadas (ZEE-MG, 2008).



Os fatores condicionantes da vulnerabilidade natural, utilizados no Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais foram:

- integridade da flora;
- integridade da fauna;
- susceptibilidade dos solos à contaminação;
- susceptibilidade dos solos à erosão;
- susceptibilidade geológica à contaminação das águas subterrâneas;
- disponibilidade natural de água;
- condições climáticas.

Esse conjunto de indicadores, pontuados de acordo com critérios estatísticos, possuem a condição de representar a mudança de uma determinada realidade para melhor ou para pior.

Já a potencialidade social, de acordo com o ZEE-MG (2008), pode ser definida como o conjunto de condições atuais, medido pelas dimensões produtiva, natural, humana e institucional, que determina o ponto de partida de um município ou de uma microrregião para alcançar o desenvolvimento sustentável. Os fatores condicionantes da potencialidade social utilizados no Zoneamento Ecológico-Econômico foram:

- ✓ infraestrutura de transporte;
- ✓ atividades econômicas;
- ✓ utilização das terras;
- ✓ estrutura fundiária;
- ✓ recursos minerais;
- ✓ ocupação econômica;
- ✓ demografia;
- ✓ condições sociais;
- ✓ capacidade institucional;
- ✓ organizações jurídicas;
- ✓ organizações financeiras;
- ✓ organizações de fiscalização e de controle;
- ✓ organizações de ensino e de pesquisa;
- ✓ organizações de segurança pública.

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado tendo como ponto de referência as 66 microrregiões do estado de Minas Gerais e suas potencialidades como áreas de expansão da atividade sucroalcooleira. Assim, a partir da identificação de variáveis relacionadas à expansão da atividade sucroalcooleira, considerando-se a nova legislação para o setor em Minas Gerais, poderão ser identificados os possíveis fatores potenciais para a delimitação de áreas de expansão da atividade sucroalcooleira no Estado.

Considerando que a expansão da atividade sucroalcooleira em Minas Gerais está condicionada ao atendimento da legislação vigente, pretendeu-se, neste tópico, identificar os principais fatores associados à atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais. Para identificar os fatores explicativos da relação entre os condicionantes (variáveis) microrregionais e o potencial de instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais, a aplicação da análise fatorial foi a técnica da análise multivariada que mais se adequou a esse propósito, considerando-se a gama de variáveis envolvidas.

A partir dos resultados da análise fatorial, estruturou-se uma análise de agrupamento entre as microrregiões com características similares, permitindo a construção do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira, a fim de estabelecer grupos de microrregiões com maior ou menor potencial para a expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais.

Dessa forma, após a identificação dos grupos de microrregiões com maior potencial para a expansão da atividade sucroalcooleira no Estado, serão confeccionados mapas ilustrando as áreas sem restrições de ordem legal que poderão ser utilizadas para fins de cultivo da cana-de-açúcar nas microrregiões potenciais apontadas neste estudo.

### **3.1 As variáveis relacionadas ao estudo**

Considerando o caráter multidimensional das exigências da nova legislação e as heterogeneidades microrregionais, foram selecionadas 13 variáveis para cada microrregião do estado de Minas Gerais, objetivando verificar o potencial de instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado. Relativamente à fonte de dados, foram consultados o censo agropecuário de 2006, a Fundação João Pinheiro e o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para a composição das 13 variáveis envolvidas na análise (apêndice 1). Nesse caso, buscando um referencial comum, foi estabelecido o ano de 2006, como referência para a coleta dos dados pertinentes às variáveis.

A seguir são apresentadas as 13 variáveis associadas a cada uma das microrregiões localizadas no estado de Minas Gerais:

- X1 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras permanentes (ha);
- X2 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias (ha);
- X3 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com pastagens e forrageiras para corte (ha);
- X4 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com matas e ou florestas naturais (ha);

- X5 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com matas e ou florestas plantadas com essências florestais e sistemas agroflorestais (ha);
- X6 = áreas dos estabelecimentos agropecuários com terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária, com construções, benfeitorias ou caminhos, com tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura e terras degradadas (ha);
- X7 = áreas de abrangência das atuais áreas com cultura de cana-de-açúcar (ha);
- X8 = indicador da estrutura fundiária (proxy: área ocupada por produtores individuais / número de estabelecimentos agropecuários de produtores individuais) (ha / propriedade);
- X9 = indicador do nível tecnológico da agropecuária (proxy: número de tratores por microrregião) (unidades);
- X10 = área territorial das microrregiões (Km<sup>2</sup>);
- X11 = valor adicionado agropecuário (R\$ / Km<sup>2</sup>);
- X12 = PIB per capita (R\$ / habitante);
- X13 = distribuição espacial da população (% população rural);

### **3.2 As micro e mesorregiões do estado de Minas Gerais**

As 66 microrregiões e as respectivas 12 mesorregiões do estado de Minas Gerais estão representadas no Quadro 2 abaixo.

**Quadro 2 – As micro e mesorregiões do estado de Minas Gerais (continua)**

<b>Mesorregião</b>	<b>Microrregião</b>
Campos das Vertentes	Barbacena
Campos das Vertentes	Lavras
Campos das Vertentes	São João del Rei
Central Mineira	Bom Despacho
Central Mineira	Curvelo
Central Mineira	Três Marias
Jequitinhonha	Almenara
Jequitinhonha	Araçuaí
Jequitinhonha	Capelinha
Jequitinhonha	Diamantina
Jequitinhonha	Pedra Azul
Metropolitana de Belo Horizonte	Belo Horizonte
Metropolitana de Belo Horizonte	Conceição do Mato Dentro
Metropolitana de Belo Horizonte	Conselheiro Lafaiete
Metropolitana de Belo Horizonte	Itabira
Metropolitana de Belo Horizonte	Itaguara
Metropolitana de Belo Horizonte	Ouro Preto
Metropolitana de Belo Horizonte	Pará de Minas
Metropolitana de Belo Horizonte	Sete Lagoas
Noroeste de Minas	Paracatu
Noroeste de Minas	Unai
Norte de Minas	Bocaiúva
Norte de Minas	Grão Mogol
Norte de Minas	Janaúba
Norte de Minas	Januária
Norte de Minas	Montes Claros
Norte de Minas	Pirapora
Norte de Minas	Salinas
Oeste de Minas	Campo Belo
Oeste de Minas	Divinópolis
Oeste de Minas	Formiga
Oeste de Minas	Oliveira
Oeste de Minas	Piumhi
Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas
Sul/Sudoeste de Minas	Andrelândia
Sul/Sudoeste de Minas	Itajubá
Sul/Sudoeste de Minas	Passos
Sul/Sudoeste de Minas	Poços de Caldas
Sul/Sudoeste de Minas	Pouso Alegre
Sul/Sudoeste de Minas	Santa Rita do Sapucaí
Sul/Sudoeste de Minas	São Lourenço
Sul/Sudoeste de Minas	São Sebastião do Paraíso
Sul/Sudoeste de Minas	Varginha
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Frutal
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Ituiutaba

**Quadro 2 – As micro e mesorregiões do estado de Minas Gerais (conclusão)**

<b>Mesorregião</b>	<b>Microrregião</b>
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia
Vale do Mucuri	Nanuque
Vale do Mucuri	Teófilo Otoni
Vale do Rio Doce	Aimorés
Vale do Rio Doce	Caratinga
Vale do Rio Doce	Governador Valadares
Vale do Rio Doce	Guanhães
Vale do Rio Doce	Ipatinga
Vale do Rio Doce	Mantena
Vale do Rio Doce	Peçanha
Zona da Mata	Cataguases
Zona da Mata	Juiz de Fora
Zona da Mata	Manhuaçu
Zona da Mata	Muriaé
Zona da Mata	Ponte Nova
Zona da Mata	Ubá
Zona da Mata	Viçosa

### **3.3 Operacionalização dos dados**

Após a coleta de informações e tabulações, para o processamento de dados voltados à análise multivariada foi utilizado o software SAS (*Statistical Analysis System* – SAS Institute Inc., North Carolina, USA), versão 9.2 (2010), licenciando para a Universidade Federal de Viçosa.

### **3.4 A análise fatorial**

Dada a multivariabilidade das variáveis em análise, torna-se necessária uma análise que possa identificá-las e associá-las. A análise fatorial torna-se conveniente nesse contexto, já que permite um estudo mais criterioso dessas características. A análise permite indicar, de forma direta, os fatores de maior

importância e as respectivas cargas fatoriais individuais para cada microrregião.

Conforme Cunha (2005), a análise multivariada representa um conjunto de métodos estatísticos com o objetivo de otimizar a interpretação de grandes conjuntos de dados, analisando medições múltiplas que tenham sido efetuadas em uma ou diversas amostras de indivíduos. A técnica de análise fatorial envolve um conjunto de métodos estatísticos que, em certas situações, permite explicar o comportamento de um número relativamente grande de variáveis observadas em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes ou fatores. Essa análise pode ser entendida como uma técnica estatística exploratória destinada a resumir as informações contidas em um conjunto de variáveis em um conjunto de fatores, com o número de fatores sendo geralmente bem menor que o número de variáveis observadas.

De acordo com Hair Júnior *et al.* (2005), a análise fatorial tem a finalidade de analisar a estrutura das interrelações (correlações) de grande número de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns (fatores). Assim, essa análise permite o resumo e redução dos dados, encontrando fatores que, quando interpretados e compreendidos, descrevem os dados em um número muito menor de conceitos do que as variáveis originais.

Carneiro (2005) expressa que o interessante dessa técnica diz respeito à condição de resumo e redução de dados, já que a análise fatorial define variáveis latentes que, quando interpretadas e compreendidas, descrevem os dados em um número menor de conceitos do que as variáveis individuais originais.

Mingoti (2005) mostra que a técnica de análise fatorial pressupõe a existência de diversos fatores causais gerais, que dão origem às relações entre as variáveis observadas. Dessa forma, como as relações entre as variáveis se devem ao mesmo fator causal geral, então o número de fatores é consideravelmente menor que o de variáveis. Assim, estabelecem-se como objetivos da análise fatorial, a descoberta de fatores gerais presentes entre as

variáveis em estudo, responsáveis pela geração das relações entre elas, além de determinar as relações quantitativas, associando-se àquelas que apresentam padrão semelhante.

Ou seja, conforme Mingoti (2005), a análise fatorial descreve o comportamento de um conjunto de  $p$  variáveis por meio de um número menor  $m$  (com  $m < p$ ) de variáveis, chamados de fatores comuns. Assim sendo, espera-se que as variáveis originais  $X_i$ , com  $i = 1, 2, \dots, p$ , estejam agrupadas em subconjuntos de novas variáveis mutuamente não correlacionadas. Os fatores são, assim, variáveis alternativas que resumem as informações principais das variáveis originais. Para tal, o modelo de análise fatorial relaciona linearmente as variáveis padronizadas e os  $m$  fatores comuns, desconhecidos a princípio. As equações do modelo são:

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \tag{1}$$

Nesse modelo,  $Z_i = [(X_i - \mu_i) / \sigma_i]$  são as variáveis originais  $X_i$  padronizadas, tal que  $\mu_i$  e  $\sigma_i$  são sua média e desvio-padrão, respectivamente;  $F_j$  são os fatores;  $\varepsilon_j$  são os erros aleatórios, que compreendem a parcela da variação de  $Z_i$  não explicada pelos fatores comuns  $F_j$ ; e os coeficientes  $l_{ij}$ , também conhecidos como cargas fatoriais, representam o grau de relacionamento linear entre  $Z_i$  e  $F_j$ .

Para que se possa operacionalizar a estimativa do modelo (1), algumas suposições são necessárias:

$\Rightarrow E(\varepsilon) = 0$ , isto é, o erro tem média zero;

$\Rightarrow E(F_j) = 0, j = 1, 2, \dots, m$ , ou seja, todos os fatores têm média zero;



$\Rightarrow V(F_j) = 1, j = 1, 2, \dots, m$ , e  $Var-Cov(F) = I$ , isto é, os fatores têm variância 1 e não são correlacionados;

$\Rightarrow Var-Cov(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = \Psi = diag(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_p)$ , ou seja, os erros podem ter variâncias diferentes e não são correlacionados;

$\Rightarrow Cov(F_j, \varepsilon_j) = 0$ , isto é, os fatores comuns são independentes dos erros.

A variância das variáveis padronizadas  $Z_i$  é dada por:

$$V(Z_i) = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + \dots + l_{im}^2 + \psi_i = h_i^2 + \psi_i = 1, \quad (2)$$

em que  $h_i^2 = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + \dots + l_{im}^2$ . Assim, a variância de  $Z_i$  é decomposta em duas parcelas: a comunalidade ( $h_i^2$ ), que é a variabilidade de  $Z_i$  explicada pelos  $m$  fatores; e a unicidade ( $\psi_i$ ), que é a parte da variabilidade de  $Z_i$  ligada ao erro aleatório  $\varepsilon_i$ , específico de cada variável  $Z_i$ .

As cargas fatoriais  $l_{ij}$  precisam ser estimadas por algum mecanismo. O método dos Componentes Principais é comumente utilizado para a estimativa da matriz de cargas fatoriais  $L$ . Pela decomposição espectral:

$$Var-Cov(Z) = R = P\Lambda P', \quad (3)$$

em que,  $Z$  é o vetor de variáveis padronizadas;  $R$  é a matriz de correlações das variáveis originais;  $\Lambda$  é uma matriz diagonal com as raízes características de  $R$ ; e  $P$  é uma matriz ortogonal com os vetores característicos.

A matriz  $R$  de (3) pode ser dividida em dois componentes:

$$R = P_1\Lambda_1P_1' + P_2\Lambda_2P_2'. \quad (4)$$

Considerando-se o primeiro componente, a matriz de correlações será aproximada por:

$$R \approx P_1\Lambda_1P_1', \quad (5)$$

a qual, de acordo com a decomposição espectral, pode ser reescrita como:

$$R \approx P_1\Lambda_1^{1/2}\Lambda_1^{1/2}P_1' \quad (6)$$

tal que  $P_1\Lambda_1^{1/2} = L$  e  $\Lambda_1^{1/2}P' = L'$ .

Neste estudo, após a estimação da matriz de cargas fatoriais  $L$ , implementou-se a rotação de fatores no intuito de obter uma matriz de cargas fatoriais de mais fácil interpretação, na qual cada fator se relaciona de forma mais distinta com certo grupo de variáveis. Para tal, utilizou-se o método de rotação ortogonal *varimax*, que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, permitindo; assim, obter fatores mais facilmente interpretáveis. Esse é o método mais utilizado e possibilita que as cargas fatoriais tornem-se o mais próximo possível de zero e um.

Nesse caso, a rotação dos fatores consiste em modificar as cargas fatoriais para facilitar a interpretação dos fatores, com vistas à melhor definição das relações entre as variáveis e os fatores. Admitir-se-á que os indicadores que mais se associam com os fatores apresentam cargas fatoriais com valor superior a 0,500, ou seja, as cargas fatoriais mais elevadas são indicativas de maiores coeficientes de correlação entre cada fator e cada uma das variáveis analisadas.

Ainda se admitirá que as variáveis que irão constituir os fatores serão aquelas com as maiores cargas fatoriais em módulo e que apresentarem comunalidades maiores que 0,5. Valores menores que 0,5 indicam que os fatores não captam bem ou não explicam satisfatoriamente a variável, deixando; por isso, de inseri-la nos fatores, devendo a mesma ser analisada separadamente.

Posteriormente, buscando-se a determinação dos escores fatoriais, utilizaram-se as cargas fatoriais das variáveis como parâmetros estimados da equação que, multiplicadas pelos respectivos valores daquelas variáveis que compõem aquele fator, davam origem ao escore fatorial. Os escores fatoriais foram obtidos em cada microrregião, mediante a multiplicação da matriz de coeficientes fatoriais pela matriz de dados originais padronizados. Esses

escores posteriormente foram utilizados para agrupar as microrregiões em grupos homogêneos.

Admitindo a utilização da análise fatorial neste trabalho, para testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial, utilizou-se a estatística de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de *Bartlett*. O KMO é um indicador que compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial. Levando em conta que os valores desse teste variam de 0 a 1, pequenos valores de KMO (abaixo de 0,50) indicam a não adequabilidade da análise. O critério KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) é um índice que compara correlações simples e parciais a partir da seguinte fórmula:

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_{ij}^2}, \quad (7)$$

em que,  $r_{ij}^2$  e  $a_{ij}^2$  são os coeficientes de correlação simples e parcial entre  $X_i$  e  $X_j$ , respectivamente.

Por sua vez, o teste de esfericidade de *Bartlett* serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Se essa hipótese for rejeitada, a análise pode ser realizada.

### 3.5 A análise de agrupamentos

Visando identificar homogeneidades entre microrregiões do estado de Minas Gerais em termos dos fatores identificados na análise fatorial, procedeu-se a análise de agrupamentos ou análise de *clusters*. Isso porque, nesse tipo de análise, não há dados pré-classificados e nem distinção entre variáveis dependentes ou independentes. Aqui, busca-se a formação de grupos que

sejam similares uns com os outros, visando à identificação de áreas com condições semelhantes para a expansão da atividade sucroalcooleira.

A análise de agrupamentos ou análise de *clusters* é um método que tem como objetivo agrupar indivíduos ou variáveis em grupos discretos. Ou seja, a partir das características dos indivíduos, determinam-se subconjuntos tais que cada indivíduo pertença a um único subconjunto, sendo que os indivíduos num mesmo subconjunto sejam similares e aqueles pertencentes a grupos distintos sejam diferentes (SOUZA e LIMA, 2003). Notadamente, a homogeneidade desses grupos depende do quão mais próximo estão os elementos dentro de cada grupo, pois serão agrupados em função de características semelhantes de acordo com algum critério de classificação. O agrupamento por semelhança gera grupos com elementos homogêneos entre si, enquanto os demais grupos devem ser os mais desiguais possíveis (FREITAS e POERSCHKE, 2008).

Mingoti (2005) mostra que a análise de agrupamentos tem como objetivo a divisão dos elementos da amostra ou da população em grupos, de forma que elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si em relação às variáveis consideradas e medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a essas mesmas características. Entende-se então, que o procedimento da análise de agrupamento dos elementos da amostra parte da decisão sobre qual medida de similaridade ou dissimilaridade será utilizada. As medidas de similaridade indicam que quanto maior o valor, maior a semelhança entre os elementos amostrais, e as medidas de dissimilaridade indicam que, quanto maior o valor, mais distintos são os elementos amostrais.

Naturalmente, é preciso que se defina a medida de distância entre os grupos a serem formados, assim como o método de aglomeração. A análise de agrupamento utiliza o conceito de distância entre as unidades de classificação, sendo que há diversos métodos para mensuração dessa distância. Já os métodos mais utilizados classificam-se no grupo das técnicas hierárquicas aglomerativas, em que a classificação dos indivíduos é feita mediante sucessivas fusões dos “n” indivíduos em grupos. Para tal, o procedimento

básico consiste em computar uma matriz de distância ou similaridade entre os indivíduos, a partir da qual se inicia o processo de fusões sucessivas, com base na proximidade ou similaridade entre eles (SOUZA e LIMA, 2003).

Com as variáveis selecionadas e a constituição da matriz de similaridade, o pesquisador inicia o processo de partição das observações, escolhendo o algoritmo de agrupamento usado para formar os grupos e decidindo o número de agrupamentos a serem formados. A intenção dos algoritmos é maximizar as diferenças entre agrupamentos relativamente à variação dentro deles (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2005).

Há dois grupos de métodos para a combinação dos elementos nos agrupamentos: os hierárquicos e não hierárquicos. Nos métodos hierárquicos, os grupos são constituídos sobre níveis distintos de distância ou semelhança, podendo ser divisivos ou aglomerativos. Esses métodos são utilizados em análises exploratórias de dados, visando a identificar possíveis agrupamentos e o provável valor do número de grupos (CAMPOS, 2008).

Os métodos hierárquicos divisivos partem da ideia de que se tem, inicialmente, um só conglomerado constituído de “n” elementos da amostra observados e que, em cada fase do agrupamento, esse conglomerado inicial vai sendo subdividido, formando novos conglomerados. Nos métodos divisivos, inicia-se com um grande agregado de observações, e, em passos posteriores, as observações mais diferentes entre si são separadas e transformadas em agrupamentos menores, de forma que, em fase final, cada observação constitua um agrupamento (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2005).

As técnicas hierárquicas aglomerativas partem da ideia de que, no início do processo de agrupamento (tem-se n conglomerados), cada elemento do conjunto de dados observado é considerado um conglomerado isolado. Em cada passo do processo, os elementos vão sendo agrupados, formando novos conglomerados, até o ponto em que se tenha um só grupo. Os passos podem ser descritos da seguinte forma: cada elemento constitui um *cluster* de tamanho um e tem-se “n” *clusters*; em cada estágio do algoritmo de agrupamento, pares de conglomerados mais similares são formados e passam

a representar um só conglomerado (apenas um conglomerado é formado em cada passo); dois elementos amostrais, que aparecem juntos num mesmo *cluster* em algum estágio do procedimento, permanecerão juntos em todos os estágios subsequentes (propriedade de hierarquia); e por último, constrói-se o dendograma que representa um gráfico em forma de árvore, no qual a escala vertical indica o nível de similaridade ou dissimilaridade (CAMPOS, 2008).

Os métodos não hierárquicos caracterizam-se pelo fato de que, no número de grupos apresentados, os elementos se agrupam simultaneamente, de tal forma que, partindo-se de uma divisão inicial, é possível deslocar os elementos, ou seja, é necessário que o número de grupos seja pré-especificado pelo pesquisador. Não existe critério pré-estabelecido para a determinação do número de grupos a serem considerados, sendo necessária a avaliação crítica dos pesquisadores em cada caso específico (CAMPOS, 2008).

Neste trabalho, considerando o objetivo de identificar grupos distintos de microrregiões com potencial de expansão da atividade sucroalcooleira, e em razão do grande número de métodos de agrupamento hierárquico disponíveis, optou-se pelo método de agrupamento da ligação simples (*Single Linkage*), em que a similaridade entre dois conglomerados é definida pelos dois elementos mais parecidos entre si, sendo descrito por Mingoti (2005). Esse método também é chamado de método do vizinho mais próximo (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Optou-se ainda pela utilização da distância euclidiana padronizada como técnica para mensuração da distância entre os grupos a serem formados. Assim, foram selecionadas as variáveis a serem padronizadas, e, em seguida, foi construída uma matriz de distância euclidiana para o processo de agrupamento dos objetos. Destaca-se a importância da padronização das variáveis, já que a distância euclidiana preserva a distância relativa quando as variáveis estão padronizadas.

Vale ressaltar que, o perfil dos agrupamentos representa a descrição das características de cada agrupamento para explicar suas diferenças relevantes, ou seja, concentra-se na descrição de características que diferem

significativamente ao longo dos agrupamentos e naquelas relevantes ou particulares a um agrupamento (HAIR JR. *et al*, 2005).

Assim, conforme Mingoti (2005), a estimação de uma medida de similaridade/dissimilaridade entre os indivíduos a serem agrupados faz-se necessária, podendo-se estabelecer um coeficiente que quantifique a semelhança de dois ou mais indivíduos. Dessa forma, numa medida de similaridade, quanto maior o valor observado, mais parecidos serão os indivíduos. Enquanto na dissimilaridade, verifica-se o contrário, ou seja, quanto maior o valor observado, menos parecidos serão. Nesse caso, optou-se por utilizar-se um coeficiente de similaridade igual a 0,75.

Para a determinação do número de grupos a serem considerados, não há critério pré-estabelecido, sendo necessária a avaliação crítica dos pesquisadores em cada caso específico. Ou seja, a escolha do número final de grupos ou *clusters* é subjetiva e pode depender dos objetivos do pesquisador. Sendo assim, neste trabalho, após a especificação dos agrupamentos, estabeleceu-se o agrupamento em três grupos de microrregiões, que, de acordo com suas particularidades e com a identificação dos escores fatoriais médios para cada novo agrupamento formado, permitiram a construção do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS).

### **3.6 A construção do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS)**

A elaboração de índices, apoiada na coleta de variáveis diversas que descrevem um fenômeno, sintetiza em única ou em poucas variáveis a informação de todas que foram medidas sobre o fenômeno. Então, com a técnica de análise fatorial, pode-se calcular e formular um índice de hierarquização que represente o potencial de instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais, ou seja, elaborar um indicador,

que corresponda a um número-índice e represente o potencial de cada microrregião dos grupos identificados na análise de agrupamentos, com o objetivo de identificar e analisar grupos distintos, quanto às características avaliadas.

Para elaborar esse índice, tomou-se como base a metodologia proposta em Rossato (2006), que estimou e formulou o Índice de Qualidade Ambiental (IQA) e o Índice de Desenvolvimento Humano-Ambiental (IDH-A) para os municípios do estado do Rio Grande do Sul; Soares *et al.* (1999), que criaram um Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) para os municípios do estado do Ceará; Cunha (2005), que criou um Índice de Degradação Ambiental que mediu a intensidade da exploração agropecuária na região dos cerrados e potencial de degradação ambiental, entre outros.

Neste trabalho, o indicador de expansão da atividade sucroalcooleira, denominado Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS), é uma *proxy* da potencialidade das microrregiões quanto à potencialidade de localização de novas instalações sucroalcooleiras com a respectiva introdução ou expansão das plantações de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais.

De acordo com Rossato (2006), esse tipo de índice pode ser representado pela soma dos escores fatoriais padronizados, obtidos pela análise fatorial, ponderados pelas respectivas parcelas de explicação da variância total dos dados de cada fator.

Para a construção do IPEAS, agregaram-se os fatores obtidos mediante a seguinte formulação matemática:

$$IPEAS_i = \sum_{j=1}^p \left( \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} \right) F_{ji}^* \quad (8)$$



em que,  $IPEAS_i$  é o índice da  $i$ -ésima microrregião,  $\lambda_j$  a  $j$ -ésima raiz característica,  $p$  o número de fatores extraídos na análise,  $F_{ji}^*$  o  $j$ -ésimo escore fatorial da  $i$ -ésima microrregião e  $\sum \lambda_j$  o somatório das raízes características referentes aos  $p$  fatores extraídos. A participação relativa do fator  $j$  na explicação da variância total, capturada pelos  $p$  fatores extraídos, é indicada por  $\lambda_j / \sum \lambda_j$ .

Para tornar todos os valores dos escores fatoriais ( $F_{ji}$ ) superiores ou iguais a zero, todos eles são colocados no primeiro quadrante, antes da construção do IPEAS, utilizando-se a expressão algébrica:

$$F_{ji}^* = \frac{F_{ji} - F_j^{\min}}{F_j^{\max} - F_j^{\min}} \quad (9)$$

em que  $F_j^{\min}$  é o menor escore observado no  $j$ -ésimo fator e  $F_{\max}^j$ , o maior escore verificado no  $j$ -ésimo fator.

Após a obtenção e identificação dos fatores, a determinação dos respectivos escores fatoriais e da análise de agrupamentos, foi possível identificar o grau de associação da atividade sucroalcooleira a alguns grupos de microrregiões, mostrando o seu potencial de expansão. Dessa forma, a criação do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS) contribuiu para uma visão sobre a expansão da atividade sucroalcooleira nos grupos formados, obtendo-se uma escala de valores e indicando a potencialidade de localização com posterior *ranking* das microrregiões, em termos de potencial de localização de novas instalações sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais.

### **3.7 O mapeamento de áreas para a expansão da atividade sucroalcooleira nas microrregiões potenciais**

A identificação de microrregiões com potencial para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras não define que as mesmas receberão, de fato, novas instalações sucroalcooleiras, visto que as áreas de abrangência das usinas já instaladas ou com autorização para instalação podem envolver grandes áreas dessas microrregiões, impedindo a instalação de novas usinas. Ainda, mesmo existindo potencial para a instalação, há necessidade de avaliações por parte do governo estadual para a emissão de licenças de instalação e funcionamento. Em relação às avaliações da Secretaria de Meio Ambiente – SEMAD, além das questões pertinentes à legislação ambiental do estado de Minas Gerais para novos projetos e emissão de licenças, estabelece-se uma análise ambiental e de impactos do projeto sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, considerando-se o Zoneamento Ecológico e Econômico para o estado de Minas Gerais – ZEE-MG.

Para tal, serão confeccionados mapas ilustrando as áreas sem restrições de ordem legal, que poderão ser utilizadas para fins de cultivo da cana-de-açúcar nas microrregiões potenciais apontadas neste estudo.

Para identificar as áreas de abrangências das atuais usinas instaladas no estado de Minas Gerais, inicialmente foi necessária a identificação das usinas em funcionamento no estado. A identificação aconteceu a partir do apontamento realizado, em 09 de dezembro de 2009, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em que estavam cadastradas 40 usinas sucroalcooleiras autorizadas a funcionar no estado de Minas Gerais. Além destas, conforme informações disponibilizadas pelo INDI – MG, foram identificados ainda oito novos projetos em fase de implantação, sendo as informações específicas dos empreendimentos disponibilizadas nos apêndices 3 e 4, respectivamente (INDI-MG, 2009; MAPA, 2009).

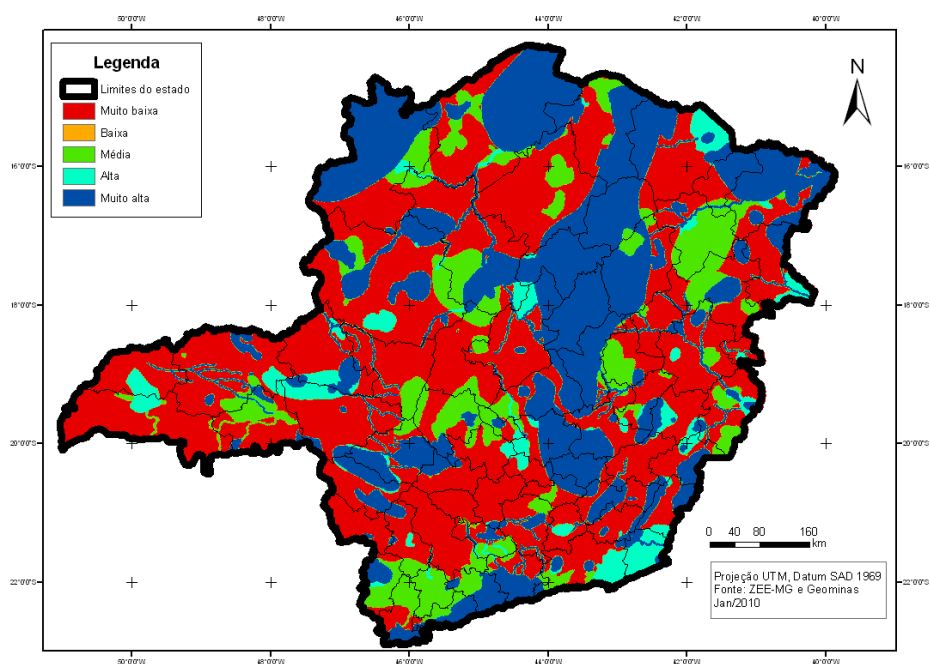
A partir da identificação das usinas e dos dados de georreferenciamento das instalações, disponibilizados pelo INDI e SIAMIG, com a utilização do

*software* ArcMap foi confeccionado um mapa inicial mostrando o perfil locacional dessas instalações e suas respectivas áreas de abrangências. Para a avaliação das áreas de abrangência dessas usinas, foram utilizadas como direcionadores as quantidades de cana-de-açúcar processadas pelas usinas. No cálculo, foram considerados os coeficientes estabelecidos pelo Decreto nº 45.041 / 2009, em que admite-se uma produtividade de 85 toneladas por hectare, permitindo a identificação das áreas cultivadas, que, multiplicadas por 3 (três), permite a definição da área de abrangência das usinas. A partir da área de abrangência, admitindo que a mesma possua formato circular, o que não é perfeitamente verídico, pôde ser calculado um raio de captação de cana-de-açúcar. Contudo, como as usinas mais antigas, até mesmo em função das regiões onde estão instaladas, possuem características diferenciadas, foi admitido o raio mínimo de 15 quilômetros para a área de captação de cana-de-açúcar. Em relação aos novos projetos que ainda não atingiram na totalidade as suas áreas de cultivo, foi admitida uma capacidade média de processamento de 2.500.000 toneladas de cana-de-açúcar por safra (valor médio de acordo com informações coletadas junto ao SIAMIG).

No tocante à legislação ambiental, o licenciamento envolve toda a atividade produtiva envolvida, desde a efetiva implantação e funcionamento da unidade de processamento até as áreas de plantio da cana-de-açúcar nas áreas planejadas, sendo que o órgão ambiental poderá ou não conceder a licença ambiental baseada em critérios previamente estabelecidos, respeitando-se, entre outras, as áreas de reserva legal e preservação permanente. Nesse caso, o empreendimento estará sujeito a restrições de ordem ambiental, dependendo da área onde será instalado, podendo existir a necessidade de ações mitigadoras.

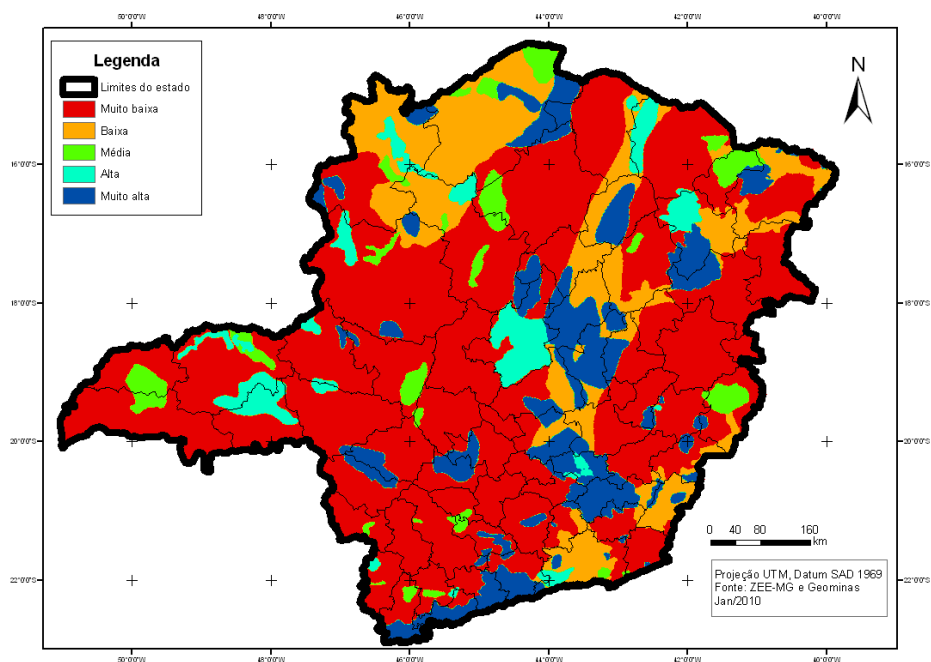
Nesse contexto, a partir da utilização do *software* ArcMap e com a utilização da base de dados envolvendo as áreas de conservação do estado, disponibilizada pela SEMAD, foram identificadas e excluídas as áreas potenciais para a implantação de novas instalações onde não será concedido o licenciamento em função da existência de áreas de conservação. No mesmo estudo envolvendo as variáveis ambientais, identificou-se a partir da carta de

vulnerabilidade natural do zoneamento ecológico-econômico as áreas com restrições em função de remanescentes de fauna e flora, sendo excluídas das áreas potenciais aquelas regiões onde há prioridade para a conservação da fauna em função de sua integridade e de remanescentes da flora nativa em nível 5 (prioridade muito alta). A distribuição e classificação das áreas onde há prioridade para a conservação da fauna em função de sua integridade e de remanescentes da flora nativa em níveis (1 a 5) são ilustradas nas Figuras 7 e 8, a seguir.



Fonte: ZEE – MG.

**Figura 7** – Distribuição e classificação das áreas onde há prioridade para a conservação da fauna em função de sua integridade.



Fonte: ZEE – MG.

**Figura 8** – Distribuição e classificação das áreas onde há remanescentes da flora nativa.

Estabelecidas as áreas de abrangência das atuais instalações sucroalcooleiras, as áreas de conservação e áreas com prioridade de conservação de fauna e flora muito alta (nível 5), as mesmas foram excluídas das microrregiões com maior potencial de expansão sucroalcooleira apontadas neste estudo, gerando um mapa de áreas livres de restrições legais impeditivas para o crescimento da atividade sucroalcooleira nas microrregiões potenciais.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir da análise descritiva envolvendo as grandes mesorregiões do estado de Minas Gerais e as variáveis em estudo (X1 a X13), conforme o apêndice 2, percebe-se o destaque de algumas microrregiões em algumas atividades. Destacam-se, por exemplo, a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas no tocante às lavouras permanentes, as mesorregiões do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba e Noroeste de Minas no tocante às culturas temporárias, a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas no Valor Adicionado Agropecuário.

Entretanto, mesmo havendo destaques por parte de algumas mesorregiões em relação às variáveis, não é possível uma conclusão imediata sobre as melhores condições para a implantação de novas usinas sucroalcooleiras, visto a grande gama de variáveis e as heterogeneidades existentes e constatadas entre as mesorregiões do estado de Minas Gerais. Ou seja, mesmo com algumas mesorregiões se destacando em algumas características, seria errôneo tentar identificar com precisão quais mesorregiões se sobressaem no potencial de expansão do setor sucroalcooleiro em relação às demais considerando todos estes indicadores que estão relacionados às novas exigências da nova legislação para o setor sucroalcooleiro no estado de Minas Gerais.

Assim sendo, dada a multivariabilidade das variáveis em análise, a análise fatorial tornou-se conveniente neste contexto, já que permitiu um estudo mais criterioso dessas características. A análise indicou de forma direta, os fatores de maior importância e as respectivas cargas fatoriais individuais para cada microrregião.

#### **4.1 Os fatores potenciais vinculados à expansão sucroalcooleira**

A análise fatorial foi conduzida a fim de identificar o potencial de localização de novas instalações sucroalcooleiras nas 66 microrregiões do estado de Minas Gerais. Com base na análise fatorial, aplicada para agrupar as características de perfil das microrregiões, identificaram-se três fatores relacionados às exigências legais para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais: fator F1 – nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris, fator F2 – nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar e fator F3 – nível de intensidade de lavouras permanentes.

Verificou-se, inicialmente, que a técnica de análise fatorial é adequada à aplicação dos dados considerados, uma vez que o teste de esfericidade de *Bartlett*, cujo valor obtido foi de 899,397, mostrou-se significativo a 1% de probabilidade, permitindo rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz-identidade, isto é, que as variáveis não são correlacionadas.

O teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), que mede a adequabilidade da amostra, apresentou valor de 0,785, o que permite estabelecer adequação da análise fatorial ao conjunto de dados, ou seja, indica que os fatores encontrados explicam grande parte da associação entre as variáveis e que os resíduos apresentam fraca associação entre si. Ambos os testes realizados permitiram concluir que a amostra utilizada foi ajustada ao procedimento da análise fatorial.

Após a rotação ortogonal, a análise pelo método dos componentes principais permitiu identificar três raízes características ( $\lambda$ ) maiores que 1. Logo, para a interpretação dos resultados, optou-se por utilizar três fatores, levando-se em consideração a proporção significativa de 42,56 %, 27,07 % e 12,28 %, respectivamente, de modo que eles, em conjunto, explicam 81,91% da variância total, o que é um percentual bastante significativo. Os valores das raízes características e percentagem da variância individual e acumulada explicada pelos três primeiros fatores identificados na análise fatorial estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores das raízes características e percentagem da variância individual e acumulada explicada pelos três primeiros fatores identificados na análise fatorial

<b>Fator</b>	<b>Raiz característica</b>	<b>Variância explicada pelo fator (%)</b>	<b>Variância acumulada (%)</b>
F1	5,53	42,56	42,56
F2	3,51	27,07	69,63
F3	1,59	12,28	81,91

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir da Tabela 2, pode-se constatar que os fatores representam ou captam uma proporção significativa da informação de variância. Nesse caso, as cargas fatoriais representam as correlações (coeficientes de Pearson) entre cada fator comum (escores fatoriais) e cada uma das 13 variáveis.

As cargas fatoriais e comunalidades são apresentadas na Tabela 3 abaixo.



**Tabela 3** – Cargas fatoriais e comunalidades na análise fatorial das 13 variáveis representativas

Variável	Carga fatorial			Comunalidade
	F1	F2	F3	
X1 = áreas com lavouras permanentes	0,018	-0,039	<b>0,950</b>	0,904
X2 = áreas com lavouras temporárias	<b>0,630</b>	0,608	0,180	0,799
X3 = áreas com pastagens e forrageiras para corte	<b>0,832</b>	0,340	0,003	0,809
X4 = áreas com matas e ou florestas naturais	<b>0,976</b>	0,001	-0,040	0,954
X5 = áreas com matas e ou florestas plantadas	<b>0,813</b>	-0,206	-0,135	0,721
X6 = áreas inaproveitáveis para a agricultura	<b>0,932</b>	-0,071	-0,009	0,873
X7 = áreas com lavouras de cana-de-açúcar	0,130	<b>0,799</b>	0,077	0,661
X8 = indicador da estrutura fundiária	0,602	<b>0,609</b>	-0,185	0,768
X9 = indicador do nível tecnológico agropecuário	0,275	0,570	<b>0,712</b>	0,908
X10 = área territorial das microrregiões	<b>0,970</b>	0,125	-0,011	0,956
X11 = valor adicionado agropecuário	-0,365	0,232	<b>0,831</b>	0,877
X12 = PIB per capita	-0,027	<b>0,901</b>	0,150	0,835
X13 = distribuição da população em áreas rurais	0,178	<b>-0,733</b>	-0,114	0,582

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os valores encontrados para as comunalidades avaliam a capacidade explicativa conjunta para os três fatores em relação a cada indicador. Observa-se que os valores para as comunalidades das variáveis encontram-se com valores maiores que 0,5, indicando que os fatores captam bem ou explicam satisfatoriamente as variáveis.

Percebe-se que o fator F1 explica 42,56% da variância total e encontra-se positivo e fortemente correlacionado com as áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias (X2), com as áreas dos estabelecimentos agropecuários com pastagens e forrageiras para corte (X3), com as áreas dos estabelecimentos agropecuários com matas e ou florestas naturais (X4), com as áreas dos estabelecimentos agropecuários com matas e ou florestas plantadas com essências florestais e sistemas agroflorestais (X5), com as áreas dos estabelecimentos agropecuários com terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária, com construções, benfeitorias ou caminhos, com tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura e terras degradadas (X6), e com a variável área territorial dos municípios (X10). Assim sendo, esse fator foi denominado nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris.

O fator F2 explica 27,07% da variância total e relaciona-se com as variáveis áreas de abrangência das atuais áreas com cultura de cana-de-açúcar (X7), o indicador da estrutura fundiária (proxy: área ocupada por produtores individuais / número de estabelecimentos agropecuários de produtores individuais) (X8), o PIB do município (X12), e de forma negativa com a distribuição espacial da população (% população urbana) (X13). Esse fator foi denominado nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar.

O fator F3 explica 12,28% da variância total e relaciona-se com as variáveis áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras permanentes (X1), indicador do nível tecnológico da agropecuária (proxy: número de tratores por município) (X9), valor adicionado agropecuário (X11). Esse fator foi denominado nível de intensidade de lavouras permanentes.

Assim, as 13 variáveis representativas na análise fatorial foram condensadas em três fatores: nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris (F1), nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar (F2) e nível de intensidade de lavouras permanentes (F3).

De acordo com o fator F1, admitindo que a implantação de novas usinas sucroalcooleiras deva considerar a existência de áreas com melhor perfil, pode-se verificar que a existência de grandes áreas territoriais, com áreas de culturas temporárias ou com atividades agrosilvopastoris não implica necessariamente na escolha destas áreas para a introdução da cultura da cana-de-açúcar, já que a última atividade não está correlacionada diretamente ao Fator 1.

Especialmente em relação à variável existência de áreas com cultura implantada de cana-de-açúcar, pode-se perceber a relação desta com áreas com estrutura fundiária concentrada. Ainda, percebe-se uma correlação positiva com um maior PIB per capita nas microrregiões, o que leva a concluir que a cultura da cana-de-açúcar tende a favorecer o aumento de renda em microrregiões onde há esse tipo de cultura agrícola implantada. Verifica-se também que há uma correlação negativa com a distribuição espacial da população (% população rural).

Já o fator F3, associa às áreas com lavouras permanentes um maior nível tecnológico da agropecuária e maior valor adicionado agropecuário. Nesse caso, percebe-se que mesmo com as sequenciais modificações na forma de utilização do solo, com intenso controle de pragas e mecanizações recentes ocorridas em lavouras de culturas temporárias, ainda não se obtém as mesmas condições tecnológicas das atuais áreas de lavouras permanentes, já que este fator está correlacionado positivamente com aquelas áreas com lavouras permanentes. Ou seja, as atuais áreas com culturas temporárias não estão apresentando o mesmo patamar tecnológico que as áreas com culturas permanentes.

A Tabela 4 mostra os valores dos escores fatoriais médios para cada microrregião do estado de Minas Gerais.

**Tabela 4** – Valores dos escores fatoriais médios para cada microrregião do estado de Minas Gerais (continua)

<b>Microrregião</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
01 = Aimorés	-0,006	-0,423	-0,126
02 = Alfenas	-0,639	-0,010	<b>2,285</b>
03 = Almenara	1,096	-0,245	-0,808
04 = Andrelândia	-0,513	0,029	-0,781
05 = Araçuaí	0,460	-1,126	-0,392
06 = Araxá	0,418	1,560	0,500
07 = Barbacena	-0,801	-0,327	-0,228
08 = Belo Horizonte	-0,806	0,751	-0,738
09 = Bocaiúva	-0,310	-0,189	-0,972
10 = Bom Despacho	-0,260	0,850	-0,522
11 = Campo Belo	-0,957	0,132	0,169
12 = Capelinha	0,978	<b>-1,766</b>	0,290
13 = Caratinga	-0,491	-0,624	0,202
14 = Cataguases	-0,742	0,193	-0,638
15 = Conceição do Mato Dentro	-0,416	-0,807	-0,676
16 = Conselheiro Lafaiete	-0,940	-0,016	-0,732
17 = Curvelo	0,513	-0,077	-0,831
18 = Diamantina	-0,364	-0,564	-0,812
19 = Divinópolis	-0,668	0,194	-0,153
20 = Formiga	-0,693	0,196	-0,286
21 = Frutal	0,592	<b>2,307</b>	0,218
22 = Governador Valadares	0,194	-0,087	-0,649
23 = Grão Mogol	0,284	-1,208	-0,751
24 = Guanhães	-0,247	-0,722	-0,638
25 = Ipatinga	-0,645	-0,065	-0,927
26 = Itabira	-0,113	-0,222	-0,674
27 = Itaguara	-0,840	-0,554	-0,557
28 = Itajubá	-0,746	-0,570	-0,253
29 = Ituiutaba	0,079	1,323	-0,653
30 = Janaúba	1,331	-1,065	-0,069
31 = Januária	2,495	-1,332	-0,027
32 = Juiz de Fora	-0,052	-0,046	-0,471
33 = Lavras	-0,867	0,335	0,190
34 = Manhuaçu	-0,462	-1,282	<b>2,249</b>
35 = Mantena	-0,882	-0,411	-0,576
36 = Montes Claros	2,081	-0,995	-0,095
37 = Muriaé	-0,509	-0,664	0,616
38 = Nanuque	-0,098	0,212	<b>-1,074</b>
39 = Oliveira	-0,683	0,016	0,181

**Tabela 4** – Valores dos escores fatoriais médios para cada microrregião do estado de Minas Gerais (conclusão)

<b>Microrregião</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
40 = Ouro Preto	<b>-1,119</b>	0,560	<b>-1,149</b>
41 = Pará de Minas	<b>-1,020</b>	0,189	-0,215
42 = Paracatu	<b>3,809</b>	1,150	0,287
43 = Passos	-0,419	1,377	0,849
44 = Patos de Minas	0,078	0,346	0,775
45 = Patrocínio	0,804	0,339	1,756
46 = Peçanha	-0,270	-0,897	-0,609
47 = Pedra Azul	-0,269	-0,281	-0,971
48 = Pirapora	2,155	-0,157	-0,590
49 = Piumhi	-0,300	0,313	-0,084
50 = Poços de Caldas	-0,536	-0,259	1,779
51 = Ponte Nova	-0,497	-0,129	-0,171
52 = Pouso Alegre	-0,442	-0,155	0,344
53 = Salinas	1,675	<b>-1,557</b>	0,099
54 = Santa Rita do Sapucaí	-0,713	-0,239	0,956
55 = São João del Rei	-0,576	0,065	-0,423
56 = São Lourenço	-0,936	-0,077	0,509
57 = São Sebastião do Paraíso	-0,487	-0,112	<b>3,588</b>
58 = Sete Lagoas	0,014	0,149	-0,364
59 = Teófilo Otoni	0,673	-1,080	-0,281
60 = Três Marias	0,454	0,954	-0,951
61 = Ubá	-0,812	-0,146	-0,441
62 = Uberaba	-0,282	<b>3,610</b>	-0,156
63 = Uberlândia	0,831	<b>3,866</b>	0,423
64 = Unai	<b>2,983</b>	0,705	0,069
65 = Varginha	-0,107	-0,312	<b>3,983</b>
66 = Viçosa	-0,463	-0,922	0,198

Fonte: Resultados da pesquisa.

Percebe-se uma diferenciação de algumas microrregiões perante os fatores analisados, sendo que para cada fator destacam-se algumas microrregiões. Analisando os escores fatoriais das microrregiões para o fator F1, identificou-se o fato de que, do total de 66 microrregiões, 22 apresentaram valores positivos e 44 valores negativos. Para o fator F1, destacam-se as microrregiões 42, e 64 (Paracatu e Unai, respectivamente) como microrregiões com maiores escores para o nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris. Por outro lado, como microrregiões com menores

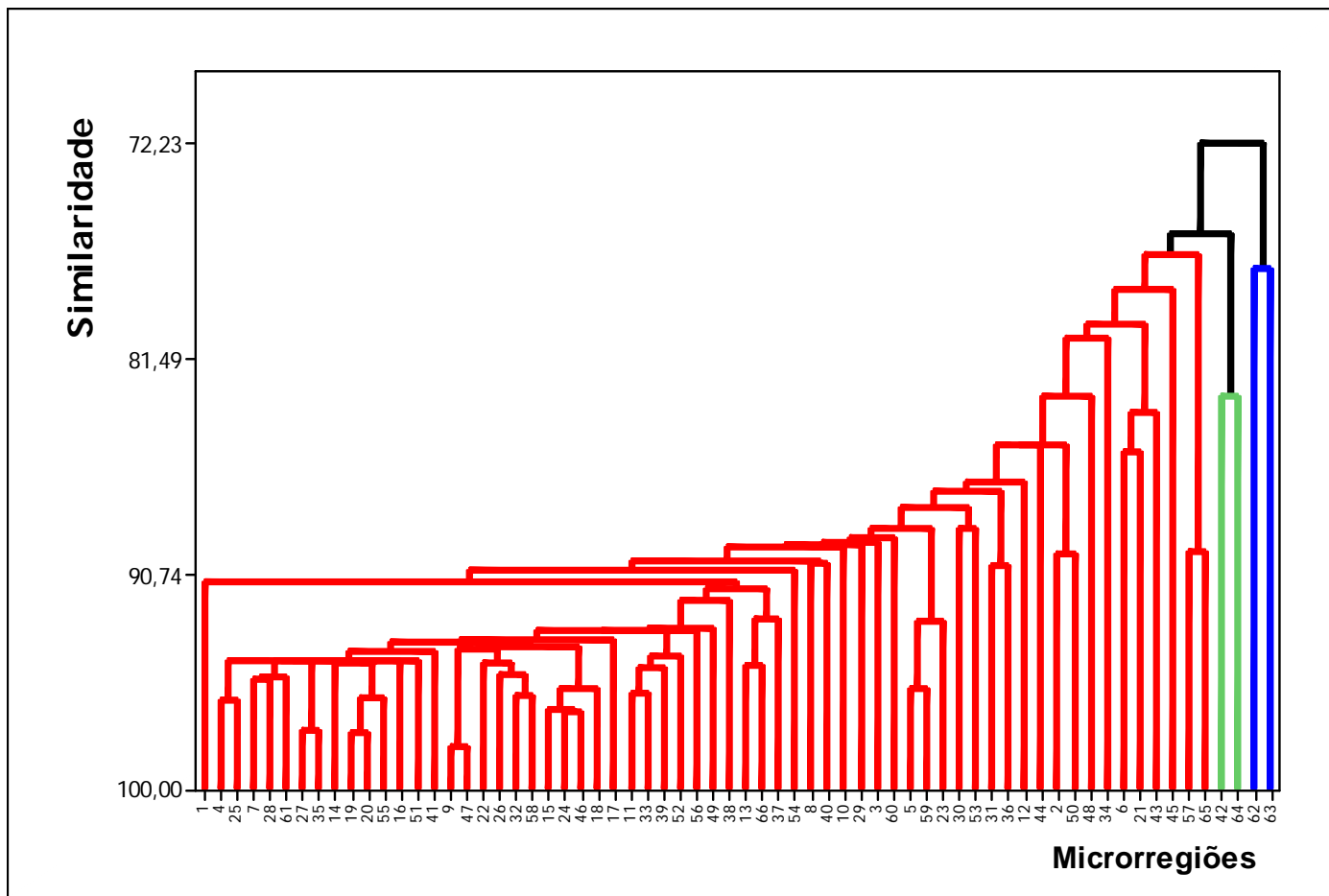
escores para o fator F1, destacam-se as microrregiões 40 e 41 (Ouro Preto e Pará de Minas, respectivamente).

Para o fator F2, nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar, identificou-se o fato de que, do total de 66 microrregiões, 26 apresentaram valores positivos e 40 valores negativos. Para o fator F2, destacam-se as microrregiões 21, 62 e 63 (Frutal, Uberaba e Uberlândia, respectivamente) como microrregiões com maiores escores para o nível de intensidade de lavouras temporárias. Por outro lado, como microrregiões com menores escores para o fator F2, destacam-se as microrregiões 12 e 53 (Capelinha e Salinas).

Para o fator F3, nível de intensidade de lavouras permanentes, identificou-se o fato de que, do total de 66 microrregiões, 24 apresentaram valores positivos e 42 valores negativos. Para o fator F3, destacam-se as microrregiões 65, 57, 2 e 34 (Varginha, São Sebastião do Paraíso, Alfenas e Manhuaçu, respectivamente) como microrregiões com maiores escores para este nível de intensidade. Por outro lado, como microrregiões com menores escores para o fator F3, destacam-se as microrregiões 40 e 38 (Ouro Preto e Nanuque, respectivamente).

#### **4.2 A identificação das microrregiões potenciais**

Para a realização da análise de agrupamento das microrregiões do estado de Minas Gerais, levaram-se em consideração os três fatores extraídos e identificados e a somatória dos escores fatoriais, e não mais as variáveis originais. Assim, através do método da distância euclidiana, foram identificados três grupos de microrregiões em que as microrregiões são unidas em função do seu grau de similaridade em relação aos indicadores. O dendograma do agrupamento de microrregiões do estado de Minas Gerais é mostrado na Figura 9.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 9 – Dendrograma do agrupamento de microrregiões do estado de Minas Gerais.

De fato, enquanto a análise fatorial reduziu o número de variáveis a três fatores, a análise de agrupamentos permitiu reduzir o número de microrregiões a três grupos. Ou seja, a partir das 66 microrregiões foram definidos três novos grupos.

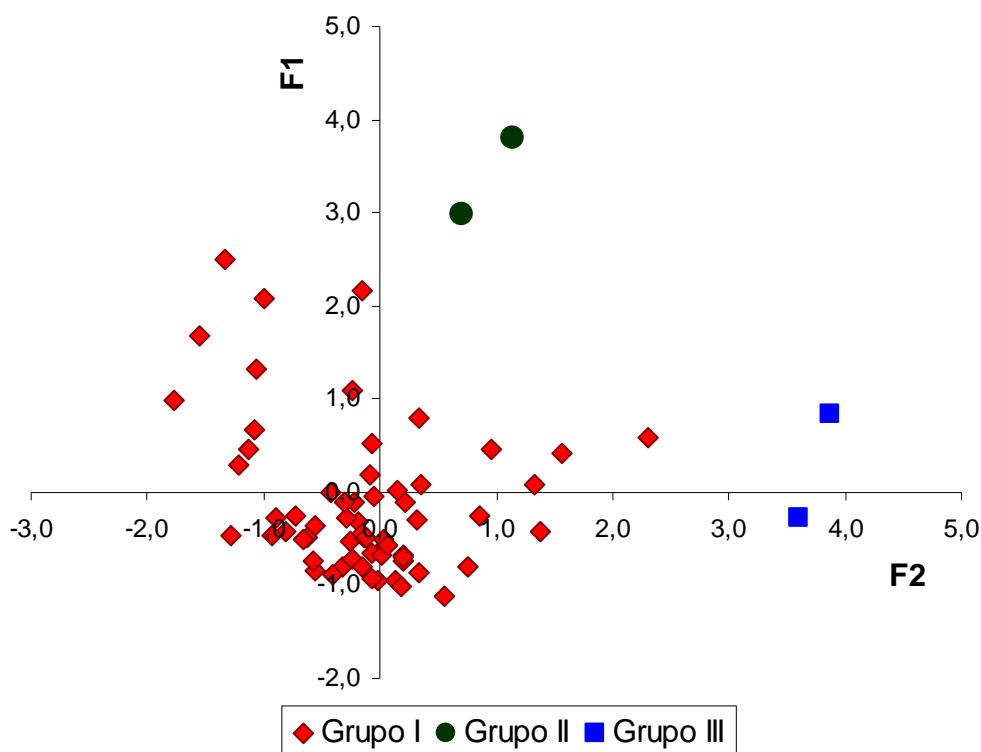
O **Grupo I** foi formado por 62 municípios: Aimorés, Barbacena, Itajubá, Itaguara, Cataguases, Ubá, Conselheiro Lafaiete, Formiga, Piumhi, Ponte Nova, Bom Despacho, Campo Belo, Oliveira, São Lourenço, São João del Rei, Lavras, Andrelândia, Caratinga, Viçosa, Muriaé, Pouso Alegre, Santa Rita do Sapucaí, Pará de Minas, Ituiutaba, Diamantina, Bocaiúva, Conceição do Mato Dentro, Guanhães, Divinópolis, Grão Mogol, Juiz de Fora, Sete Lagoas, Três Marias, Almenara, Araçuaí, Teófilo Otoni, Governador Valadares, Mantena, Pedra Azul, Nanuque, Peçanha, Curvelo, Ipatinga, Alfenas, Poços de Caldas, Itabira, São Sebastião do Paraíso, Varginha, Araxá, Passos, Patos de Minas, Frutal, Patrocínio, Janaúba, Salinas, Januária, Montes Claros, Manhuaçu, Capelinha, Belo Horizonte, Ouro Preto, Pirapora.

O **Grupo II** foi formado por dois municípios: Paracatu e Unaí.

O **Grupo III** foi formado por dois municípios: Uberaba e Uberlândia.

A partir da identificação dos novos grupos com a utilização da análise de agrupamentos e seus respectivos posicionamentos (Figuras 10 e 11), foi possível a comparação entre os grupos distintos. Observa-se que as 66 microrregiões estão distribuídas em três grupos, em que há homogeneidade intragrupo e heterogeneidades intergrupos, em relação às variáveis em estudo e, também aos fatores F1, F2 e F3 identificados anteriormente.





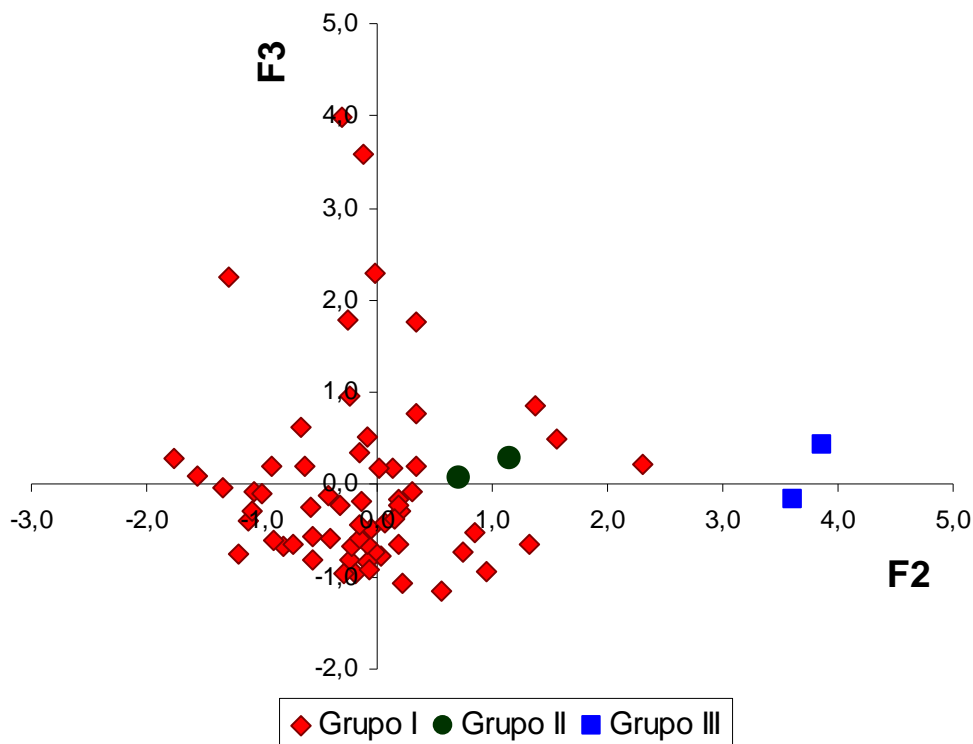
Fonte: Resultados da pesquisa.

**Figura 10** – Dispersão das 66 microrregiões em relação aos fatores F2 e F1.

Observa-se na Figura 10 que as microrregiões pertencentes aos Grupos III apresentam-se mais distantes do eixo das ordenadas (F1) e junto ao eixo das abscissas (F2), mostrando claramente a prevalência de um maior nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar (F2) em detrimento do nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris (F1). Já as microrregiões do Grupo II apresentam-se concentradas junto ao eixo das ordenadas (F1) e mais distantes do eixo das abscissas (F2), indicando maior intensidade do nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris (F1).

Ainda se pode observar que, na Figura 10, os grupos II e III apresentam comportamentos distintos em relação ao eixo das ordenadas (F1). Ou seja, graficamente pode-se observar que os dois grupos se distinguem em relação ao nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris

(F1), havendo ainda certa distinção no tocante ao nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar (F2).



Fonte: Resultados da pesquisa.

**Figura 11** – Dispersão das 66 microrregiões em relação aos fatores F2 e F3.

Observa-se na Figura 11 que as microrregiões pertencentes ao Grupo III apresentam-se mais distantes do eixo das ordenadas (F3) e junto ao eixo das abscissas (F2), mostrando claramente a prevalência de um maior nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar nestas microrregiões (F2) em detrimento do nível de intensidade de lavouras permanentes (F3). Já as microrregiões enquadradas como Grupo II, mostram-se concentradas junto às microrregiões do Grupo I, não se destacando em relação ao nível de intensidade de lavouras permanentes (F3).

Ainda se pode observar que, na Figura 11, os grupos II e III apresentam comportamentos semelhantes em relação ao eixo das ordenadas (F3), ou seja, graficamente pode-se observar que as microrregiões destes grupos não se

destacam em relação ao nível de intensidade de lavouras permanentes (F3), havendo distinção clara no tocante ao nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar (F2).

A partir da formação dos novos grupos, foi possível calcular os valores médios intragrupo para os escores fatoriais médios das microrregiões, sendo os mesmos mostrados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Escores fatoriais médios para os grupos formados

<b>Grupos</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
I	-0,118	-0,150	-0,010
II	3,396	0,927	0,178
III	0,274	3,738	0,133

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, a partir dos escores fatoriais médios, verifica-se que as microrregiões que compõem o Grupo III apresentam um escore fatorial médio representativo para o fator F2 (escore de 3,738) indicando que este Grupo está correlacionado diretamente às atividades envolvendo o nível de intensidade de culturas de cana-de-açúcar. Nesse caso, este Grupo possivelmente será representativo devido à expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais.

No entanto, deve-se destacar também o Grupo II, microrregiões de Unaí e Paracatu, com escore para F2 igual a 0,927. O Grupo II destaca-se também em função de um escore fatorial médio representativo para o fator F1 (escore de 3,396). Isso é importante, já que ao definir áreas de expansão da atividade sucroalcooleira, sabe-se que a mesma ocorrerá em detrimento de alguma outra atividade e que nesse caso, está associada ao nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris.

Já o Grupo I, apresenta escores fatoriais médios similares entre si, não apresentando tendências vinculadas à atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais.

Em função do exposto, pode-se verificar que os Grupos II e III apresentam características relevantes em relação à expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais, apresentando, ainda, características distintas entre si, especialmente no nível de intensidade de áreas territoriais com culturas temporárias e atividades agrosilvopastoris, o que pode alavancar o crescimento da atividade sucroalcooleira com a substituição de culturas nessas microrregiões.

#### **4.3 O Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS)**

Assim, a partir dos diagramas de dispersão visualizados (Figuras 8 e 9) ficaram evidentes as tendências e diferenças entre os grupos (e conseqüentemente entre as 66 microrregiões), no tocante aos fatores e às variáveis analisadas. Contudo, para distingui-las no intuito de identificar aquelas com maior potencial de expansão da atividade sucroalcooleira, tendo em vista as dificuldades de ranquear as microrregiões em termos do potencial de instalação de novas usinas sucroalcooleiras, usando apenas os valores dos escores fatoriais (F1, F2, e F3), optou-se por utilizar o Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS). Ao agregar os três fatores, o IPEAS permitiu classificar os grupos de microrregiões com maior potencial para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6** – Escores fatoriais médios e respectivos Índices de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira (IPEAS) para os grupos formados

<b>Grupos</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>IPEAS</b>
I	-0,118	-0,150	-0,010	0,268
II	3,396	0,927	0,178	0,597
III	0,274	3,738	0,133	0,351

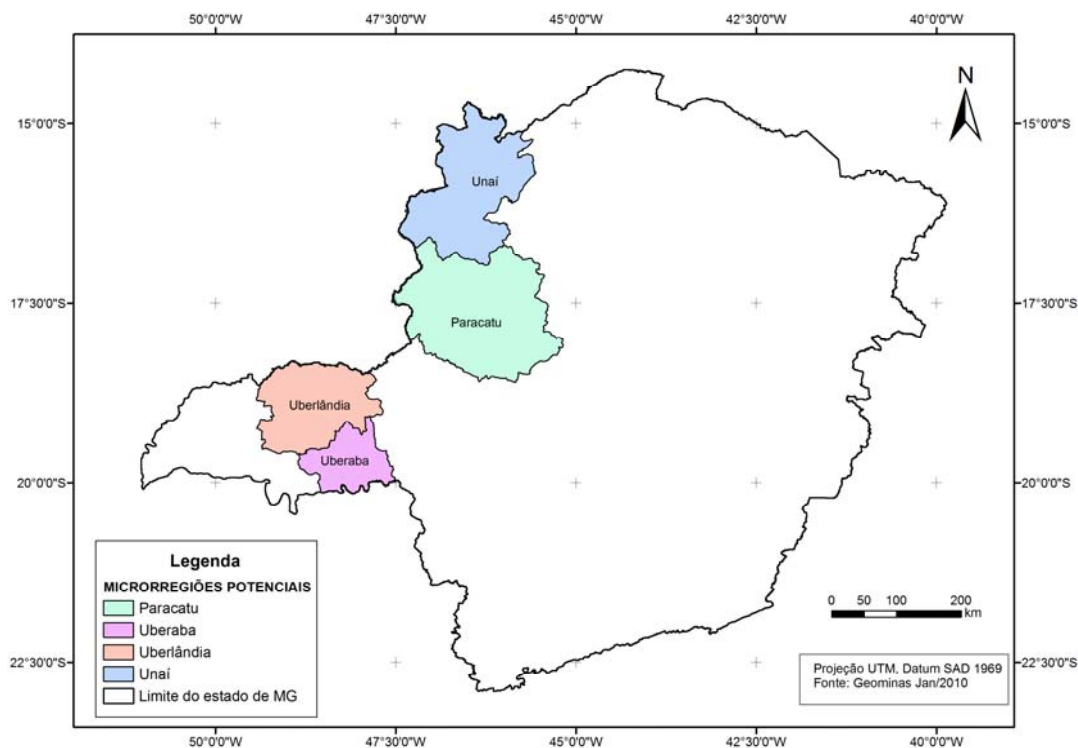
Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir do cálculo do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira, identificou-se que as microrregiões de Unaí e Paracatu, enquadradas como grupo II (IPEAS = 0,597) e as microrregiões de Uberaba e Uberlândia enquadradas como grupo III (IPEAS = 0,351) apresentam maiores índices de potencial de expansão da atividade sucroalcooleira e conseqüentemente maiores perspectivas de expansão da atividade sucroalcooleira com a instalação de novas usinas sucroalcooleiras.

Portanto, a partir dos valores do IPEAS, verifica-se que, as microrregiões que compõem os Grupos II e III apresentam-se com um maior Índice do Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira e as microrregiões do Grupo I, indicam que a expansão da atividade sucroalcooleira irá acontecer com maior intensidade nessas microrregiões. Esse fato pode estar atrelado à provável substituição de culturas em áreas de maior nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris, característica marcante do Grupo II. O maior valor do IPEAS para o grupo II está associado às microrregiões onde o escore fatorial médio para o nível de intensidade de lavouras temporárias e sistemas agrosilvopastoris é maior em detrimento da região com maior escore fatorial médio para o nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar.

#### **4.4 O mapeamento das áreas com potencial de expansão da atividade sucroalcooleira**

A partir do cálculo do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira, a Figura 12 ilustra as microrregiões em termos do índice de potencial de expansão da atividade agroindustrial sucroalcooleira no estado de Minas Gerais.



Fonte: Resultados da pesquisa.

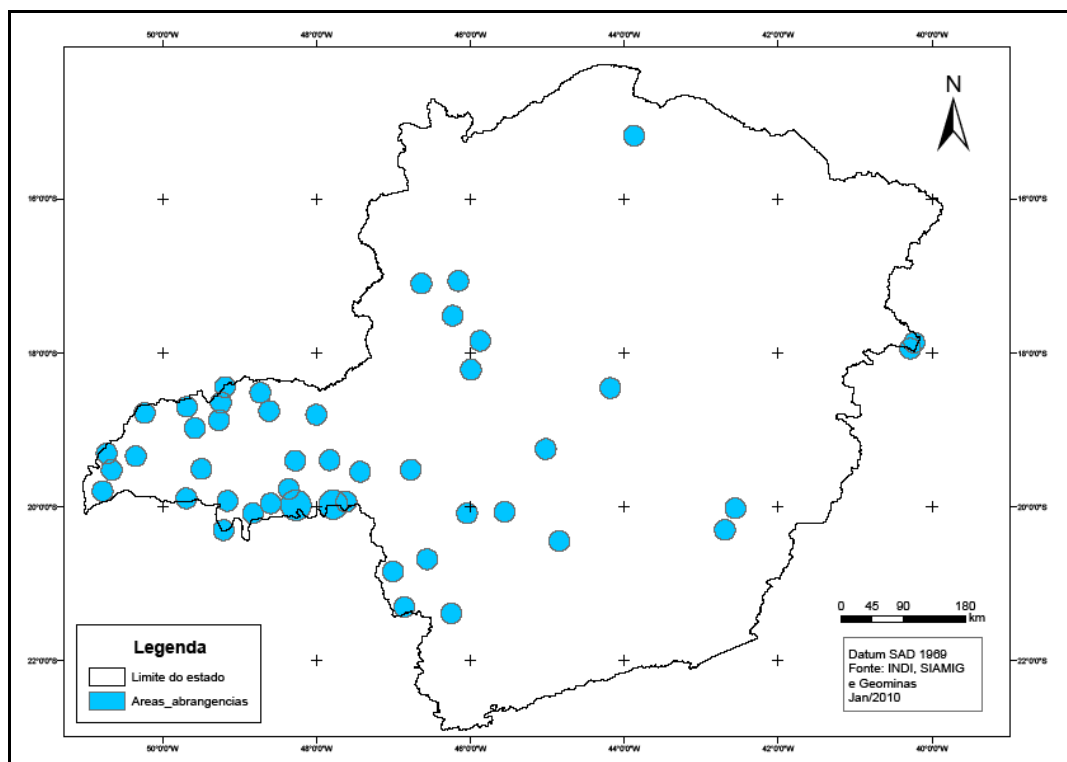
**Figura 12** – Mapa ilustrativo das microrregiões com maior potencial para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais.

A Tabela 6 apresenta uma síntese dos raios de abrangência para as usinas sucroalcooleiras do Estado de Minas Gerais e a Figura 13 ilustra as respectivas áreas de abrangência no Estado de Minas Gerais.

**Tabela 6** – Síntese dos raios de abrangência para as usinas sucroalcooleiras do estado de Minas Gerais

Usina	Raio de captação
Usina Caeté S/A - Unidade Volta Grande	22
Usina Caeté S/A - Unidade Delta	21
Usina Iturama Coruripe Açúcar e Álcool S/A	19
Usina Coruripe Açúcar e Álcool S/A.	19
Demais usinas instaladas	15
Novos projetos em fase de instalação	15

Fonte: Resultados da pesquisa.



Fonte: Resultados da pesquisa.

**Figura 13** – Localização de usinas e novos projetos sucroalcooleiros com os respectivos raios de abrangência.

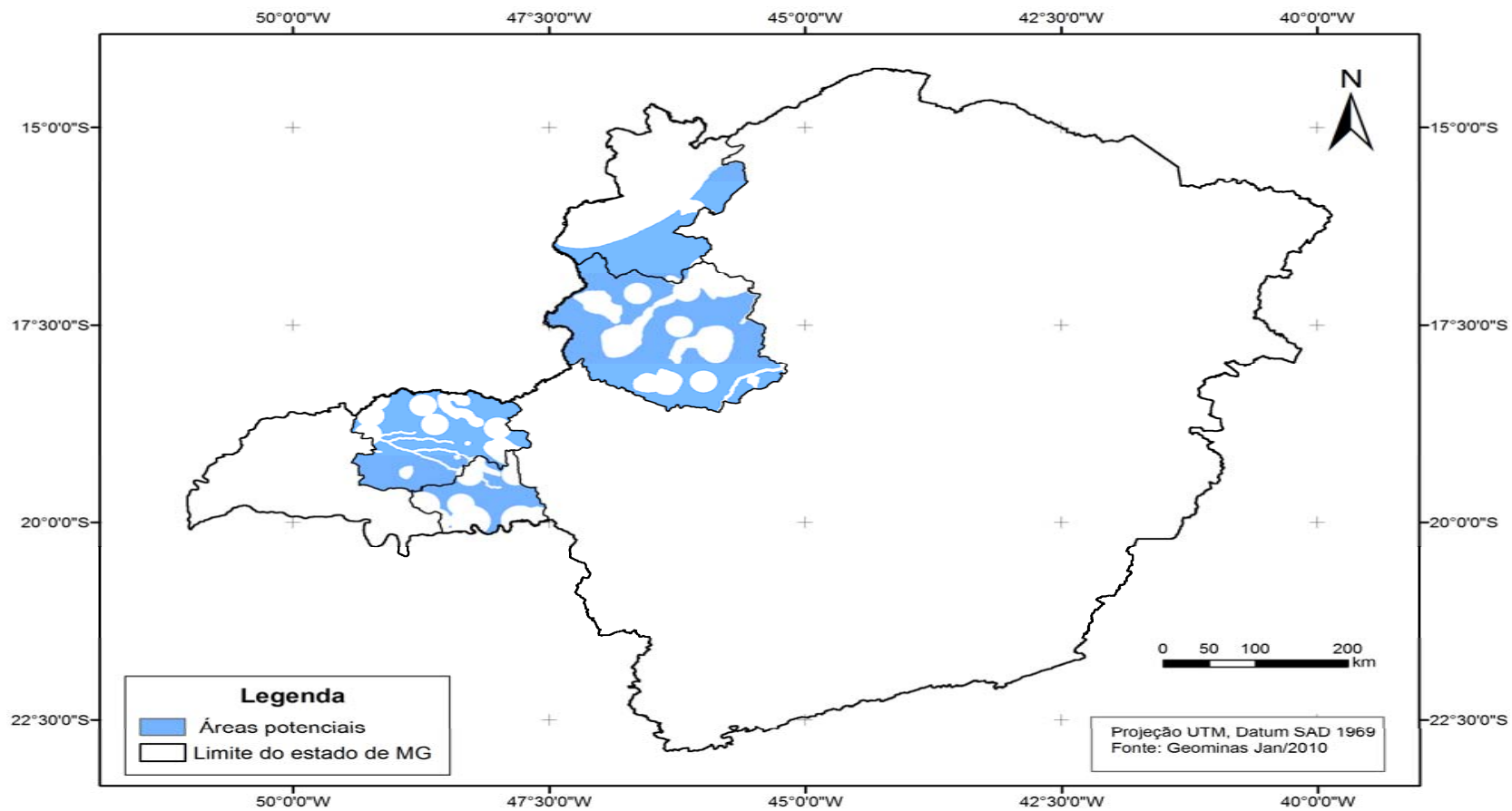
Observa-se que, a partir da representação na Figura 13, algumas usinas possuem áreas de abrangência em comum evidenciando a concentração em algumas microrregiões. Vale ressaltar que as lavouras encontram-se dispersas de forma heterogênea e não necessariamente em perspectiva circular. Entretanto, a representação das áreas de abrangências é importante quando se pretende visualizar as áreas já ocupadas com plantações de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais.

Excluídas as áreas com impedimento legal e restrições ambientais, a Figura 14 ilustra as áreas com potencial para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais. Para tal, foram excluídas as áreas de abrangência das usinas já instaladas e projetos autorizados, as áreas de conservação e áreas onde há prioridade para a conservação da

fauna em função de sua integridade e de remanescentes da flora nativa em nível 5 (prioridade muito alta).

A Figura 14 permite; portanto, a visualização daquelas áreas sem impedimentos legais vinculados à expansão da atividade sucroalcooleira nas microrregiões de maior potencial.





Fonte: Resultados da pesquisa.

**Figura 14** – Mapa ilustrativo das áreas sem restrições legais nas microrregiões com maior potencial para a instalação de novas usinas sucroalcooleiras no estado de Minas Gerais.

## 5. CONCLUSÕES

Conclui-se que existe potencial de expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais. A partir das variáveis estudadas, verificou-se que a legislação vigente poderá alterar a concentração de usinas sucroalcooleiras, com centralização em algumas microrregiões do estado de Minas Gerais. Assim sendo, especialmente em relação ao Decreto nº 45.041 / 2009, conclui-se que o mesmo tem repercussões diretas sobre o potencial de expansão do setor no estado de Minas Gerais, isso porque delimita áreas onde não deve ocorrer a expansão em função de instalações já existentes.

Com relação aos fatores potenciais para a delimitação de áreas de expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais, conforme as correlações identificadas junto ao fator F2, denominado nível de intensidade de lavouras de cana-de-açúcar, verificou-se que há relação direta das áreas com culturas de cana-de-açúcar com a concentração fundiária, com uma menor concentração da população residindo no campo e com áreas onde existem maior PIB *per capita*. Assim sendo, a existência desses fatores condicionantes pode facilitar a expansão da atividade sucroalcooleira em alguma região de interesse ao setor.

As microrregiões com maior potencial de expansão da atividade sucroalcooleira no estado de Minas Gerais puderam ser identificadas a partir

do agrupamento de microrregiões em função de variáveis de interesse ao setor sucroalcooleiro e do cálculo do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira. Dessa forma, verificou-se que a concentração da expansão das atividades sucroalcooleiras ocorrerá em quatro microrregiões do estado de Minas Gerais: Paracatu, Unaí, Uberaba e Uberlândia. Já as demais microrregiões se posicionaram em grupos com níveis inferiores de intensidade do Índice de Potencial de Expansão da Atividade Sucroalcooleira.

Com relação às áreas das microrregiões com maior potencial de expansão, a partir da exclusão das áreas de abrangências dos atuais empreendimentos sucroalcooleiros e das áreas com restrições ambientais, puderam ser delimitadas as áreas livres de restrições e com potencial de continuidade de implantação da cultura de cana-de-açúcar.

Assim, dados os resultados apontados por este trabalho, foi possível verificar que com a nova legislação para o setor, haverá mudança de perfil de distribuição espacial da atividade, ou seja, mudança no foco de concentração espacial da atividade sucroalcooleira nas microrregiões do estado de Minas Gerais, com a provável centralização dos futuros projetos nas microrregiões de Paracatu, Unaí, Uberaba e Uberlândia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE AUTOMÓVEIS. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**, 2008.

CAMPOS, K. C. **Produção localizada e inovação: o arranjo produtivo local de fruticultura irrigada na microrregião do Baixo Jaguaribe no estado do Ceará**. 2008. 170 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CAMPOS FILHO, M. F.; SANTOS, M. **Setor sucroalcooleiro em Minas Gerais**. Informe Agropecuário, vol. 28 – nº 239, jul/ago 2007.

CARNEIRO, J. C. S. **Análise estatística multivariada aplicada à avaliação sensorial de alimentos**. 2005. 89 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CUNHA, N. R. S. **A intensidade da exploração agropecuária na região dos cerrados e potencial de degradação ambiental**. 2005. 157 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

CRUZ, C. D. CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2. Viçosa – MG: Editora UFV, 2003. 585 p.

Decreto nº 45.041 – Atos, Leis e Decretos – Governo do Estado de Minas Gerais. **Jornal Minas Gerais**, 12 fev. 2009.

Decreto nº 6.961, de 18 de abril de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 set. 2009.

FAVA NEVES, M.; WAACK, R. S.; MARINO, M. K. Sistema agroindustrial da cana-de-açúcar: caracterização das transações entre empresas de insumos, produtores de cana e usinas. In: XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER, **Anais ...** Poços de Caldas – MG, 1998.

FERREIRA, C. M. **Sustentabilidade de sistemas de produção de grãos: caso do arroz de terras altas**. 2007. 318 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FREITAS, C. A., POERSCHKE, R. P. Análise de dados socioeconômicos: um retrato da modernização agropecuária nos coredes agrícolas do Rio Grande do Sul. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER. **Anais...** Rio Branco – AC, 2008.

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 5ª ed. 583p.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Censo agropecuário, 2006. Disponível em: < <http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 jan. 2009.

LINS, C.; SAAVEDRA, R. **Sustentabilidade corporativa no setor sucroalcooleiro brasileiro**. Agosto 2007. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/>>. Acesso em: 11 jul. 2010.

MACHADO, T.; FAVA NEVES, M.; BIALOSKORSKI NETO, S. Viabilidade econômica da irrigação localizada na cultura de cana-de-açúcar. In: XL Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER, **Anais ...** Passo Fundo – RS, 2002.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Açúcar e Álcool no Brasil - 2007. **Departamento de cana-de-açúcar e agroenergia**. Disponível em:< [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, R. E.; SANTOS, A. O. P.; PEREIRA, A. S.; COSTA, R. C. Expansão da produção de álcool combustível no Brasil: uma análise baseada nas curvas de aprendizagem. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...** Rio Branco – AC, 20 a 23 de julho de 2008.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada – uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MORAES, M.A.F.D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. **Revista Economia Aplicada**, 11(4): 605-619, outubro 2007.

MOREIRA, M. M. R. **Análise prospectiva do padrão de expansão do setor sucroenergético brasileiro: uma aplicação de modelos probabilísticos com dados georeferenciados**. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. **Revista Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 587-604, out./dez. 2007.

PRADO, A. A. **Produção e custos de transporte: um estudo de caso da Usina da Barra, Barra Bonita-SP**. 2002. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, 2002.

QUEIROZ, S. T. P. **Usinas de álcool – fatores influentes no processo de escolha da localização de novas unidades**. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ROSSATO, M. V. **Qualidade ambiental e qualidade de vida nos municípios do estado do Rio Grande do Sul**. 2006. 139 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

SANTOS, M. A. L.; FRIZZONE, J. A. Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) colhida no mês de janeiro: um modelo de análise de decisão para o litoral sul do Estado de Alagoas. **Revista Irriga**, v. 11, n. 3, 2006.

SIQUEIRA, P. H. L. **Determinantes da competitividade da agroindústria processadora de cana-de-açúcar no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – Minas Gerais**. 2004, 97 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

SOARES, A. C. L. G.; GOSSON, A. M. P. M.; MADEIRA, M. A. L. H.; TEIXEIRA, V. D. S. Índice de desenvolvimento municipal: hierarquização dos municípios do Ceará no ano de 1997. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, n.97, p. 71-89, set. - dez. 1999.

SOUZA, P. M., LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da federação. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 795-824, 2003.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA DE AÇÚCAR - UNICA, Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2010.

VIDAL, M. F.; SANTOS, J. A. N.; SANTOS, M. A. Setor sucroalcooleiro no nordeste brasileiro: estruturação da cadeia produtiva, produção e mercado. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. **Anais ...** Fortaleza, 2006.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ZEE-MG. Disponível em: <[www.zee.mg.gov.br](http://www.zee.mg.gov.br)>. Acesso em: 10 fev. 2009.

## Apêndice 1

Os códigos das microrregiões, as microrregiões, as mesorregiões e as 13 variáveis envolvidas no estudo

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>
1	Aimorés	Vale do Rio Doce	31148	16657	445283	68238
2	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	79277	32932	149819	27658
3	Almenara	Jequitinhonha	13032	28024	725755	231838
4	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas	7984	15874	184856	41284
5	Araçuaí	Jequitinhonha	19835	29317	203090	179531
6	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	40944	141291	408238	115409
7	Barbacena	Campos das Vertentes	6502	15681	84531	20257
8	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	5661	10483	88185	44059
9	Bocaiúva	Norte de Minas	5575	12316	104176	54832
10	Bom Despacho	Central Mineira	14986	36232	342982	61931
11	Campo Belo	Oeste de Minas	21474	13643	106427	15823
12	Capelinha	Jequitinhonha	46508	23689	107981	168806
13	Caratinga	Vale do Rio Doce	41244	14158	162352	35074
14	Cataguases	Zona da Mata	9608	6197	212110	37194
15	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	10995	10040	117654	38842
16	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	5576	11828	65694	16029
17	Curvelo	Central Mineira	7481	17539	343494	118990
18	Diamantina	Jequitinhonha	7989	12768	41770	43981
19	Divinópolis	Oeste de Minas	19514	14805	183068	44111
20	Formiga	Oeste de Minas	15284	27212	164710	33465
21	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	37695	84962	798386	118598
22	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	14440	13159	581881	55102
23	Grão Mogol	Norte de Minas	3107	8843	90749	77974
24	Guanhães	Vale do Rio Doce	11012	14126	145101	66367
25	Ipatinga	Vale do Rio Doce	7624	7979	75658	36316
26	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte	12012	13168	134970	83070
27	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte	7558	11070	66289	11100
28	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	11137	9221	118256	22539
29	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	3640	61561	541545	109982
30	Janaúba	Norte de Minas	19687	53993	500992	298781
31	Januária	Norte de Minas	17849	77231	542067	387945



<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>
32	Juiz de Fora	Zona da Mata	19441	17403	350582	84813
33	Lavras	Campos das Vertentes	21628	19220	104451	25968
34	Manhuaçu	Zona da Mata	111807	6414	116100	39686
35	Mantena	Vale do Rio Doce	13338	4788	114348	9415
36	Montes Claros	Norte de Minas	10814	59601	692601	342546
37	Muriaé	Zona da Mata	53676	8129	221370	39194
38	Nanuque	Vale do Mucuri	6188	8096	445755	49564
39	Oliveira	Oeste de Minas	30373	12014	189025	33750
40	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte	2877	3115	24005	17040
41	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte	3003	4459	64650	20004
42	Paracatu	Noroeste de Minas	33154	243600	1265295	493355
43	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	45942	64643	251301	48624
44	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	43492	72540	529166	73980
45	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	74858	132902	455519	156774
46	Peçanha	Vale do Rio Doce	9167	21671	205197	53619
47	Pedra Azul	Jequitinhonha	4172	7599	165364	82990
48	Pirapora	Norte de Minas	19856	48661	614971	333682
49	Piumhi	Oeste de Minas	27141	32540	308996	40018
50	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	67103	19772	154212	30579
51	Ponte Nova	Zona da Mata	22280	30562	219454	50112
52	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	10850	64360	168240	37506
53	Salinas	Norte de Minas	35679	39183	271785	279057
54	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	34721	18114	129286	20759
55	São João del Rei	Campos das Vertentes	12770	33608	147388	28510
56	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas	23031	11445	123961	24423
57	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	113965	35169	163914	36945
58	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte	16995	23957	308828	97929
59	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	21359	18899	435011	116653
60	Três Marias	Central Mineira	14755	26864	398088	131053
61	Ubá	Zona da Mata	8305	12726	134925	19882
62	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	19927	215053	231994	69454
63	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	34268	237383	689904	202616
64	Unaí	Noroeste de Minas	10825	300158	858400	388207
65	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas	146197	42384	212858	43204
66	Viçosa	Zona da Mata	32511	25871	132907	43064

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X5</b>	<b>X6</b>	<b>X7</b>	<b>X8</b>
1	Aimorés	Vale do Rio Doce	12257	22402	4234,06	49,33
2	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	2797	11221	13492,34	32,76
3	Almenara	Jequitinhonha	49167	31977	642,78	115,37
4	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas	12665	13345	1056,67	66,63
5	Araçuaí	Jequitinhonha	29641	32959	416,47	39,49
6	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	33017	20739	17174,68	127,66
7	Barbacena	Campos das Vertentes	5743	6074	1321,27	26,13
8	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	12304	15416	740,05	42,55
9	Bocaiúva	Norte de Minas	6672	20488	5843,15	82,92
10	Bom Despacho	Central Mineira	19094	17384	31072,13	97,50
11	Campo Belo	Oeste de Minas	2848	4897	1197,35	43,94
12	Capelinha	Jequitinhonha	124768	27097	752,79	19,07
13	Caratinga	Vale do Rio Doce	10236	15438	2666,36	21,03
14	Cataguases	Zona da Mata	6309	10774	1023,95	47,94
15	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	9884	10713	701,54	37,20
16	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	3665	5458	2982,67	21,83
17	Curvelo	Central Mineira	58481	24177	6375,81	112,12
18	Diamantina	Jequitinhonha	7274	26874	227,40	37,49
19	Divinópolis	Oeste de Minas	12045	11484	4161,46	37,88
20	Formiga	Oeste de Minas	10915	8981	4431,11	38,93
21	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	5318	31517	72970,45	134,39
22	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	20031	25470	2022,39	79,79
23	Grão Mogol	Norte de Minas	51668	36644	46,73	36,88
24	Guanhães	Vale do Rio Doce	32339	11543	4179,88	43,20
25	Ipatinga	Vale do Rio Doce	32910	10063	256,31	35,02
26	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte	52813	22804	6470,44	31,97
27	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte	2024	5051	1898,47	19,60
28	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	7504	5740	1987,66	24,85
29	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	2929	16790	1215,39	172,25
30	Janaúba	Norte de Minas	69324	31397	460,91	45,97
31	Januária	Norte de Minas	82236	58533	871,80	61,46
32	Juiz de Fora	Zona da Mata	22290	20277	4616,33	66,48
33	Lavras	Campos das Vertentes	5713	7327	231,42	60,12
34	Manhuaçu	Zona da Mata	5013	12617	866,86	16,87
35	Mantena	Vale do Rio Doce	247	3581	110,58	40,64
36	Montes Claros	Norte de Minas	46038	80326	2154,25	59,20
37	Muriae	Zona da Mata	5593	11176	5920,20	26,04
38	Nanuque	Vale do Mucuri	18693	13336	5104,24	125,52
39	Oliveira	Oeste de Minas	7098	10533	6528,71	46,38
40	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte	5319	2940	229,52	31,32

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X5</b>	<b>X6</b>	<b>X7</b>	<b>X8</b>
41	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte	5327	6727	483,95	57,16
42	Paracatu	Noroeste de Minas	111656	69018	41265,14	208,01
43	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	10448	19235	52084,55	54,38
44	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	8878	18956	1197,04	60,00
45	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	50219	24660	162,49	89,20
46	Peçanha	Vale do Rio Doce	18029	10416	4744,87	45,56
47	Pedra Azul	Jequitinhonha	15543	21253	899,72	80,04
48	Pirapora	Norte de Minas	119935	47554	1076,72	171,98
49	Piumhi	Oeste de Minas	6481	14266	247,87	85,96
50	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	8584	14876	416,54	27,82
51	Ponte Nova	Zona da Mata	12771	10838	32672,40	33,10
52	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	7847	12844	685,73	26,37
53	Salinas	Norte de Minas	91975	60419	3335,72	45,85
54	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	1842	16097	1328,58	31,44
55	São João del Rei	Campos das Vertentes	13887	10804	858,95	42,54
56	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas	1851	5303	667,20	35,82
57	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	3446	13231	18662,82	28,93
58	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte	17024	25938	7431,35	85,13
59	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	51127	32982	968,15	54,23
60	Três Marias	Central Mineira	68672	24506	25475,54	159,93
61	Ubá	Zona da Mata	7116	8598	3363,14	22,08
62	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	9831	13595	143760,35	151,59
63	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	22287	26348	119887,31	124,67
64	Unai	Noroeste de Minas	51444	82997	5599,02	159,79
65	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas	4479	20928	195,35	40,76
66	Viçosa	Zona da Mata	8529	10444	1970,22	14,47

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X9</b>	<b>X10</b>	<b>X11</b>
1	Aimorés	Vale do Rio Doce	636,00	8330,31	21,75
2	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	3317,00	4991,91	111,12
3	Almenara	Jequitinhonha	338,00	15430,17	6,90
4	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas	685,00	5053,69	14,49
5	Araçuaí	Jequitinhonha	182,00	10275,15	5,52
6	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	3414,00	14069,61	47,74
7	Barbacena	Campos das Vertentes	1058,00	3365,30	41,86
8	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	914,00	5821,55	24,75
9	Bocaiúva	Norte de Minas	378,00	7910,59	5,16
10	Bom Despacho	Central Mineira	1276,00	7497,38	33,81
11	Campo Belo	Oeste de Minas	1235,00	2698,24	63,08
12	Capelinha	Jequitinhonha	629,00	12009,76	7,78
13	Caratinga	Vale do Rio Doce	389,00	5527,38	33,50
14	Cataguases	Zona da Mata	507,00	3920,44	27,60
15	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	164,00	6809,37	7,61
16	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	439,00	2943,96	18,44
17	Curvelo	Central Mineira	958,00	13736,27	9,80
18	Diamantina	Jequitinhonha	124,00	7366,49	2,99
19	Divinópolis	Oeste de Minas	1022,00	5089,48	41,26
20	Formiga	Oeste de Minas	1064,00	4563,76	35,05
21	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	3920,00	16823,86	36,91
22	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	641,00	11339,48	13,17
23	Grão Mogol	Norte de Minas	122,00	9069,70	2,38
24	Guanhães	Vale do Rio Doce	276,00	5778,95	11,97
25	Ipatinga	Vale do Rio Doce	95,00	4310,03	8,42
26	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte	356,00	8090,63	11,63
27	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte	362,00	2423,16	21,47
28	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	509,00	2978,69	39,40
29	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	2601,00	8743,00	31,44
30	Janaúba	Norte de Minas	1155,00	16614,80	12,65
31	Januária	Norte de Minas	1158,00	33219,60	4,91
32	Juiz de Fora	Zona da Mata	806,00	8906,64	17,62
33	Lavras	Campos das Vertentes	1420,00	3442,88	66,63
34	Manhuaçu	Zona da Mata	653,00	4853,19	87,30
35	Mantena	Vale do Rio Doce	36,00	1882,71	25,63
36	Montes Claros	Norte de Minas	1341,00	20789,51	10,78
37	Muriae	Zona da Mata	633,00	4752,59	47,07
38	Nanuque	Vale do Mucuri	313,00	8537,92	13,83
39	Oliveira	Oeste de Minas	1137,00	4033,51	50,91
40	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte	106,00	3147,55	7,14

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X9</b>	<b>X10</b>	<b>X11</b>
41	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte	576,00	1747,24	72,85
42	Paracatu	Noroeste de Minas	3926,00	35001,29	15,48
43	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	3470,00	7125,80	61,77
44	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	2680,00	10731,54	51,54
45	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	4559,00	11997,16	54,98
46	Peçanha	Vale do Rio Doce	162,00	4602,36	15,05
47	Pedra Azul	Jequitinhonha	136,00	5056,06	10,03
48	Pirapora	Norte de Minas	1215,00	23075,46	8,15
49	Piumhi	Oeste de Minas	1793,00	7657,82	30,36
50	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	3137,00	4635,80	84,50
51	Ponte Nova	Zona da Mata	423,00	4869,21	39,92
52	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	2653,00	4918,24	50,24
53	Salinas	Norte de Minas	563,00	17835,56	4,83
54	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	1827,00	3291,54	86,20
55	São João del Rei	Campos das Vertentes	1237,00	5774,37	21,89
56	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas	771,00	3833,28	90,90
57	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	4899,00	5153,99	138,15
58	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte	1510,00	8568,91	22,37
59	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	486,00	11594,67	12,44
60	Três Marias	Central Mineira	1127,00	10514,47	15,73
61	Ubá	Zona da Mata	608,00	3586,87	32,74
62	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	2779,00	9387,95	76,87
63	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	5462,00	18799,49	44,16
64	Unaí	Noroeste de Minas	3210,00	27524,35	15,68
65	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas	5773,00	7606,79	106,20
66	Viçosa	Zona da Mata	613,00	4824,27	33,81

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X12</b>	<b>X13</b>
1	Aimorés	Vale do Rio Doce	5479,41	0,39
2	Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	8063,91	0,25
3	Almenara	Jequitinhonha	3422,10	0,32
4	Andrelândia	Sul/Sudoeste de Minas	4987,24	0,26
5	Araçuaí	Jequitinhonha	3004,40	0,52
6	Araxá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	20843,57	0,21
7	Barbacena	Campos das Vertentes	6199,04	0,40
8	Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	15141,37	0,12
9	Bocaiúva	Norte de Minas	4257,97	0,37
10	Bom Despacho	Central Mineira	8186,01	0,18
11	Campo Belo	Oeste de Minas	6970,50	0,23
12	Capelinha	Jequitinhonha	3184,65	0,55
13	Caratinga	Vale do Rio Doce	4341,10	0,35
14	Cataguases	Zona da Mata	7023,13	0,20
15	Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	3516,40	0,51
16	Conselheiro Lafaiete	Metropolitana de Belo Horizonte	9936,43	0,35
17	Curvelo	Central Mineira	5519,16	0,33
18	Diamantina	Jequitinhonha	3745,92	0,38
19	Divinópolis	Oeste de Minas	9116,44	0,22
20	Formiga	Oeste de Minas	9952,26	0,28
21	Frutal	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	23990,47	0,25
22	Governador Valadares	Vale do Rio Doce	4600,68	0,31
23	Grão Mogol	Norte de Minas	3593,70	0,55
24	Guanhães	Vale do Rio Doce	4511,26	0,49
25	Ipatinga	Vale do Rio Doce	8405,54	0,26
26	Itabira	Metropolitana de Belo Horizonte	9266,90	0,30
27	Itaguara	Metropolitana de Belo Horizonte	6403,14	0,49
28	Itajubá	Sul/Sudoeste de Minas	5589,91	0,47
29	Ituiutaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	11753,38	0,19
30	Janaúba	Norte de Minas	3775,35	0,50
31	Januária	Norte de Minas	3366,93	0,54
32	Juiz de Fora	Zona da Mata	6397,88	0,29
33	Lavras	Campos das Vertentes	9655,49	0,22
34	Manhuaçu	Zona da Mata	6036,08	0,48
35	Mantena	Vale do Rio Doce	4843,02	0,41
36	Montes Claros	Norte de Minas	3826,96	0,46
37	Muriae	Zona da Mata	5096,66	0,40
38	Nanuque	Vale do Mucuri	4947,18	0,32
39	Oliveira	Oeste de Minas	6647,62	0,26
40	Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte	17638,52	0,27

<b>Código</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>X12</b>	<b>X13</b>
41	Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte	9576,26	0,29
42	Paracatu	Noroeste de Minas	9861,41	0,26
43	Passos	Sul/Sudoeste de Minas	18998,39	0,22
44	Patos de Minas	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	9461,85	0,24
45	Patrocínio	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	10072,58	0,23
46	Peçanha	Vale do Rio Doce	3697,09	0,61
47	Pedra Azul	Jequitinhonha	4278,88	0,36
48	Pirapora	Norte de Minas	6410,53	0,28
49	Piumhi	Oeste de Minas	10332,12	0,31
50	Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	8495,89	0,30
51	Ponte Nova	Zona da Mata	5440,14	0,40
52	Pouso Alegre	Sul/Sudoeste de Minas	8157,05	0,43
53	Salinas	Norte de Minas	3190,64	0,52
54	Santa Rita do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	7943,19	0,35
55	São João del Rei	Campos das Vertentes	6622,64	0,26
56	São Lourenço	Sul/Sudoeste de Minas	7306,46	0,28
57	São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	9669,09	0,29
58	Sete Lagoas	Metropolitana de Belo Horizonte	7040,08	0,29
59	Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	3902,41	0,55
60	Três Marias	Central Mineira	11633,57	0,19
61	Ubá	Zona da Mata	6003,21	0,30
62	Uberaba	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	24666,14	0,21
63	Uberlândia	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	35869,27	0,20
64	Unaí	Noroeste de Minas	8552,96	0,33
65	Varginha	Sul/Sudoeste de Minas	9057,37	0,23
66	Viçosa	Zona da Mata	4027,08	0,51

## Apêndice 2

Tabelas com a descrição de algumas variáveis relacionadas no estudo e os respectivos valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos, entre outros, nas grandes mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

**Tabela 7** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para as áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras permanentes (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	13633,33	0,56	21628,00	6502,00
Central Mineira	12407,33	0,34	14986,00	7481,00
Jequitinhonha	18307,20	0,92	46508,00	4172,00
Metropolitana de Belo Horizonte	8084,63	0,61	16995,00	2877,00
Noroeste de Minas	21989,50	0,72	33154,00	10825,00
Norte de Minas	16081,00	0,68	35679,00	3107,00
Oeste de Minas	22757,20	0,26	30373,00	15284,00
Sul/Sudoeste de Minas	54020,70	0,88	146197,00	7984,00
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	36403,43	0,60	74858,00	3640,00
Vale do Mucuri	13773,50	0,78	21359,00	6188,00
Vale do Rio Doce	18281,86	0,70	41244,00	7624,00
Zona da Mata	36804,00	0,99	111807,00	8305,00

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.



**Tabela 8** – Descrição das áreas totais dos estabelecimentos agropecuários com lavouras permanentes (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, e as respectivas percentagens nas áreas totais das grandes mesorregiões e no estado, em 2006

Mesorregião	Área total	% da área total da mesorregião	% da área total do estado
Campos das Vertentes	40900,00	3,25	0,07
Central Mineira	37222,00	1,17	0,06
Jequitinhonha	91536,00	1,83	0,16
Metropolitana de Belo Horizonte	64677,00	1,64	0,11
Noroeste de Minas	43979,00	0,70	0,07
Norte de Minas	112567,00	0,88	0,19
Oeste de Minas	113786,00	4,73	0,19
Sul/Sudoeste de Minas	540207,00	10,89	0,92
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	254824,00	2,81	0,43
Vale do Mucuri	27547,00	1,37	0,05
Vale do Rio Doce	127973,00	3,06	0,22
Zona da Mata	257628,00	7,21	0,44

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 9** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para as áreas dos estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coefficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	22836,33	0,42	33608,00	15681,00
Central Mineira	26878,33	0,35	36232,00	17539,00
Jequitinhonha	20279,40	0,47	29317,00	7599,00
Metropolitana de Belo Horizonte	11015,00	0,57	23957,00	3115,00
Noroeste de Minas	271879,00	0,15	300158,00	243600,00
Norte de Minas	42832,57	0,58	77231,00	8843,00
Oeste de Minas	20042,80	0,46	32540,00	12014,00
Sul/Sudoeste de Minas	31391,40	0,65	64643,00	9221,00
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	135098,86	0,51	237383,00	61561,00
Vale do Mucuri	13497,50	0,57	18899,00	8096,00
Vale do Rio Doce	13219,71	0,42	21671,00	4788,00
Zona da Mata	15328,86	0,64	30562,00	6197,00

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 10** – Descrição das áreas totais dos estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, e as respectivas percentagens nas áreas totais das grandes mesorregiões e no estado, em 2006

Mesorregião	Área total	% da área total da mesorregião	% da área total do estado
Campos das Vertentes	68509,00	5,44	0,12
Central Mineira	80635,00	2,54	0,14
Jequitinhonha	101397,00	2,02	0,17
Metropolitana de Belo Horizonte	88120,00	2,23	0,15
Noroeste de Minas	543758,00	8,70	0,93
Norte de Minas	299828,00	2,33	0,51
Oeste de Minas	100214,00	4,17	0,17
Sul/Sudoeste de Minas	313914,00	6,33	0,53
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	945692,00	10,44	1,61
Vale do Mucuri	26995,00	1,34	0,05
Vale do Rio Doce	92538,00	2,22	0,16
Zona da Mata	107302,00	3,00	0,18

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 11** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para as áreas dos estabelecimentos agropecuários com pastagens e forrageiras para corte (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	112123,33	0,29	147388,00	84531,00
Central Mineira	361521,33	0,09	398088,00	342982,00
Jequitinhonha	248792,00	1,10	725755,00	41770,00
Metropolitana de Belo Horizonte	108784,38	0,81	308828,00	24005,00
Noroeste de Minas	1061847,50	0,27	1265295,00	858400,00
Norte de Minas	402477,29	0,61	692601,00	90749,00
Oeste de Minas	190445,20	0,39	308996,00	106427,00
Sul/Sudoeste de Minas	165670,30	0,25	251301,00	118256,00
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	522107,43	0,36	798386,00	231994,00
Vale do Mucuri	440383,00	0,02	445755,00	435011,00
Vale do Rio Doce	247117,14	0,77	581881,00	75658,00
Zona da Mata	198206,86	0,41	350582,00	116100,00

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 12** – Descrição das áreas totais dos estabelecimentos agropecuários com pastagens e forrageiras para corte (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, e as respectivas percentagens nas áreas totais das grandes mesorregiões e no estado, em 2006

Mesorregião	Área total	% da área total da microrregião	% da área total do estado
Campos das Vertentes	336370,00	26,73	0,57
Central Mineira	1084564,00	34,16	1,85
Jequitinhonha	1243960,00	24,81	2,12
Metropolitana de Belo Horizonte	870275,00	22,00	1,48
Noroeste de Minas	2123695,00	33,97	3,62
Norte de Minas	2817341,00	21,92	4,80
Oeste de Minas	952226,00	39,61	1,62
Sul/Sudoeste de Minas	1656703,00	33,41	2,82
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	3654752,00	40,36	6,23
Vale do Mucuri	880766,00	43,75	1,50
Vale do Rio Doce	1729820,00	41,41	2,95
Zona da Mata	1387448,00	38,85	2,36

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 13** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para as áreas de abrangência das atuais áreas com cultura de cana-de-açúcar (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	803,88	0,68	1321,27	231,42
Central Mineira	20974,49	0,62	31072,13	6375,81
Jequitinhonha	587,83	0,46	899,72	227,40
Metropolitana de Belo Horizonte	2617,25	1,08	7431,35	229,52
Noroeste de Minas	23432,08	1,08	41265,14	5599,02
Norte de Minas	1969,90	1,03	5843,15	46,73
Oeste de Minas	3313,30	0,77	6528,71	247,87
Sul/Sudoeste de Minas	9057,74	1,81	52084,55	195,35
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	50909,67	1,20	143760,35	162,49
Vale do Mucuri	3036,19	0,96	5104,24	968,15
Vale do Rio Doce	2602,06	0,73	4744,87	110,58
Zona da Mata	7204,73	1,58	32672,40	866,86

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 14** – Descrição das áreas totais dos estabelecimentos agropecuários com áreas com cultura de cana-de-açúcar (ha) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, e as respectivas percentagens nas áreas totais das grandes mesorregiões e no estado, em 2006

Mesorregião	Área total	% da área total da microrregião	% da área total do estado
Campos das Vertentes	2411,65	0,19	0,01
Central Mineira	62923,48	1,98	0,11
Jequitinhonha	2939,15	0,06	0,01
Metropolitana de Belo Horizonte	20937,99	0,53	0,04
Noroeste de Minas	46864,16	0,75	0,08
Norte de Minas	13789,27	0,11	0,02
Oeste de Minas	16566,49	0,69	0,03
Sul/Sudoeste de Minas	90577,45	1,83	0,15
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	356367,71	3,94	0,61
Vale do Mucuri	6072,39	0,30	0,01
Vale do Rio Doce	18214,45	0,44	0,03
Zona da Mata	50433,11	1,41	0,09

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 15** – Descrição os valores dos indicadores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para o da estrutura fundiária (proxy: área ocupada por produtores individuais / número de estabelecimentos agropecuários de produtores individuais) (ha / propriedade) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	42,93	0,40	60,12	26,13
Central Mineira	123,18	0,27	159,93	97,50
Jequitinhonha	58,30	0,67	115,37	19,07
Metropolitana de Belo Horizonte	40,85	0,53	85,13	19,60
Noroeste de Minas	183,90	0,19	208,01	159,79
Norte de Minas	72,04	0,65	171,98	36,88
Oeste de Minas	50,62	0,40	85,96	37,88
Sul/Sudoeste de Minas	36,98	0,37	66,63	24,85
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	122,82	0,31	172,25	60,00
Vale do Mucuri	89,88	0,56	125,52	54,23
Vale do Rio Doce	44,94	0,40	79,79	21,03
Zona da Mata	32,43	0,58	66,48	14,47

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 16** – Descrição dos valores de indicadores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para o nível tecnológico da agropecuária (proxy: número de tratores por microrregião) (unidades), nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	847,43	0,15	1420,00	1058,00
Central Mineira	1120,33	0,14	1276,00	958,00
Jequitinhonha	281,80	0,75	629,00	124,00
Metropolitana de Belo Horizonte	553,38	0,83	1510,00	106,00
Noroeste de Minas	3568,00	0,14	3926,00	3210,00
Norte de Minas	847,43	0,57	1341,00	122,00
Oeste de Minas	1250,20	0,25	1793,00	1022,00
Sul/Sudoeste de Minas	2704,10	0,66	5773,00	509,00
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	3630,71	0,30	5462,00	2601,00
Vale do Mucuri	399,50	0,31	486,00	313,00
Vale do Rio Doce	319,29	0,77	641,00	36,00
Zona da Mata	606,14	0,20	806,00	423,00

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário, 2006.

**Tabela 17** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para o valor adicionado agropecuário (R\$/Km<sup>2</sup>) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	43,46	0,52	66,63	21,89
Central Mineira	19,78	0,63	33,81	9,80
Jequitinhonha	6,64	0,39	10,03	2,99
Metropolitana de Belo Horizonte	23,28	0,91	72,85	7,14
Noroeste de Minas	15,58	0,01	15,68	15,48
Norte de Minas	6,98	0,53	12,65	2,38
Oeste de Minas	44,13	0,30	63,08	30,36
Sul/Sudoeste de Minas	78,30	0,47	138,15	14,49
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	49,09	0,30	76,87	31,44
Vale do Mucuri	13,14	0,07	13,83	12,44
Vale do Rio Doce	18,50	0,48	33,50	8,42
Zona da Mata	40,87	0,55	87,30	17,62

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2006.

**Tabela 18** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para o PIB per capita (R\$/habitante) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	7492,39	0,25	9655,49	6199,04
Central Mineira	8446,25	0,36	11633,57	5519,16
Jequitinhonha	3527,19	0,14	4278,88	3004,40
Metropolitana de Belo Horizonte	9814,89	0,47	17638,52	3516,40
Noroeste de Minas	9207,18	0,10	9861,41	8552,96
Norte de Minas	4060,30	0,27	6410,53	3190,64
Oeste de Minas	8603,79	0,20	10332,12	6647,62
Sul/Sudoeste de Minas	8826,85	0,44	18998,39	4987,24
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	19522,46	0,50	35869,27	9461,85
Vale do Mucuri	4424,79	0,17	4947,18	3902,41
Vale do Rio Doce	5125,44	0,30	8405,54	3697,09
Zona da Mata	5717,74	0,17	7023,13	4027,08

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2006.

**Tabela 19** – Descrição de valores médios, coeficientes de variação, máximos e mínimos para a distribuição espacial da população (% população rural) nas mesorregiões do estado de Minas Gerais, em 2006

Mesorregião	Média	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Campos das Vertentes	0,30	0,32	0,40	0,22
Central Mineira	0,23	0,36	0,33	0,18
Jequitinhonha	0,43	0,24	0,55	0,32
Metropolitana de Belo Horizonte	0,33	0,39	0,51	0,12
Noroeste de Minas	0,30	0,16	0,33	0,26
Norte de Minas	0,46	0,22	0,55	0,28
Oeste de Minas	0,26	0,14	0,31	0,22
Sul/Sudoeste de Minas	0,31	0,27	0,47	0,22
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	0,22	0,10	0,25	0,19
Vale do Mucuri	0,43	0,38	0,55	0,32
Vale do Rio Doce	0,40	0,29	0,61	0,26
Zona da Mata	0,37	0,30	0,51	0,20

Fonte: IBGE, 2006.

### Apêndice 3

Relação das unidades produtoras do setor sucroalcooleiro no estado de Minas Gerais cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia, MAPA. Posição em 09/12/2009.

<b>Nome fantasia</b>	<b>Razão social</b>	<b>Município</b>
Agropeu	Agropeu Agro Industrial de Pompéu S/A	Pompéu
Alcana	Alcana Destilaria de Álcool de Nanuque S/A	Nanuque
Alpha	Destilaria Alpha Ltda.	Claudio
Alvorada	Usina Alvorada Ltda	Araporã
Alvorada Bebedouro	Alvorada do Bebedouro S/A -	Guaranésia
Atenas	Destilaria Atenas Ltda.	São Pedro dos Ferros
Cabrera Energética	Cabrera Central Energética Açúcar e Álcool Ltda.	Limeira do Oeste
Cachoeira	Destilaria Cachoeira Ltda.	Tupaciguara
Caeté	Usina Caeté S/A - Unidade Volta Grande	Conceição das Alagoas
Carneirinho	Carneirinho Agroindustrial S/A	Carneirinho
Central Energética	Central Energética Paraíso S/A	São Sebastião
Paraíso		Paraíso
Cerradão	Usina Cerradão Ltda.	Frutal
Coruripe - Filial Campo Florido	S.A. Usina Coruripe Açúcar e Álcool	Campo Flórido
Coruripe - Filial Limeira do Oeste	S.A. Usina Coruripe Açúcar e Álcool	Limeira do Oeste
DAMFI	DAMFI - Destilaria Antônio Monti Filho Ltda.	Canápolis
Dasa	Destilaria de Álcool Serra dos Aimorés S/A	Serra dos Aimorés
Delta	Usina Caeté S/A - Unidade Delta	Delta
Frutal Açúcar e Álcool	Usina Frutal Açúcar e Álcool S/A	Frutal
Itaiquara	Usina Itaiquara de Açúcar e Álcool S/A	Passos
Itapagipe	Usina Itapagipe Açúcar e Álcool Ltda.	Itapagipe
Ituiutaba	Ituiutaba Bioenergia Ltda.	Ituiutaba

Iturama	S/A Usina Iturama Coruripe Açúcar e Álcool	Iturama
<b>Nome fantasia</b>	<b>Razão social</b>	<b>Município</b>
Jatiboca	Companhia Agrícola Pontenovense	Urucânia
LDC Unidade Lagoa da Prata	LDC Bioenergia S/A	Lagoa da Prata
Mendonça	Usina Mendonça Agroindustrial e Comercial Ltda.	Conquista
Monte Alegre	Usina Monte Alegre Ltda.	Monte Belo
Planalto	Destilaria Planalto Ltda.	Ibia
Rio do Cachimbo	Destilaria Rio do Cachimbo Ltda.	João Pinheiro
Santa Juliana	Agroindustrial Santa Juliana S/A	Santa Juliana
Santo Ângelo	Usina Santo Ângelo Ltda.	Pirajuba
São Judas Tadeu	SADA Bio-Energia e Agricultura Ltda.	Jaíba
Cia. Energética Vale do São Simão	Companhia Energética Vale do São Simão	Santa Vitória
Senhora da Glória	Destilaria Senhora da Glória Ltda	Santo Hipólito
Triálcool	Laginha Agro Industrial S/A	Canápolis
Uberaba	Usina Uberaba S/A	Uberaba
Usina Bambuí	Total Agroindústria Canavieira S.A.	Bambuí
Vale do Ivaí - Unidade Fronteira	Vale do Ivaí S/A - Açúcar e Álcool	Fronteira
Vale do Paranaíba	Laginha Agro Indústria S/A	Capinópolis
Veredas	Destilaria Veredas Ind. De Açúcar e Álcool Ltda.	João Pinheiro
WD	Destilaria W.D. Ltda.	João Pinheiro



## Apêndice 4

Relação dos novos projetos de unidades produtoras do setor sucroalcooleiro no estado de Minas Gerais em fase de implantação. Posição em 09/12/2009, de acordo com informações disponibilizadas pelo INDI e SIAMIG.

<b>Nome fantasia</b>	<b>Razão social</b>	<b>Município</b>
VPA	Destilaria Vale do Paracatu Agroenergia Ltda.	Paracatu
Santo Ângelo	Central Energética de Veríssimo	Veríssimo
Citrosantos / Vale do Tijuco	Companhia Mineira de Açúcar e Álcool	Uberaba
Campina Verde	CNAA	Campina Verde
Araguari	Usina Araguari Ltda.	Araguari
Coruripe União de Minas	União de Minas Agroindustrial	União de Minas
Aroeira	Usina Aroeira Ltda.	Tupaciguara
BEVAP	Bioenergética Vale do Paracatu	João Pinheiro