

8.

Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo a determinação de uma estrutura otimizada de suprimento de óleos vegetais para usinas produtoras de biodiesel, tendo sido esta indicação realizada a partir da solução obtida com um modelo matemático representativo desta cadeia produtiva e considerando aspectos relacionados a custos de produção agrícola, transportes de grãos e óleos e custos industriais de instalação de esmagadoras e seus custos de processamento.

Foi elaborado um modelo de estrutura compatível com uma análise probabilística para o parâmetro de produtividade agrícola, considerando-se que esta é uma grandeza sob forte influência de fatores externos e riscos não controláveis. A função objetivo consistiu em um somatório de custos associados à operação da cadeia desde a produção de grãos até a entrega do óleo na usina produtora de biodiesel. Não foi considerada a hipótese de comercialização de óleos vegetais, assim como os co-produtos do processo de esmagamento – tortas e farelos – não foram valorados.

A configuração ótima apontada pelo modelo consiste em decisões de dois níveis: dimensionamento e localização de esmagadoras, e distribuição anual de produção para posterior beneficiamento nestas unidades e transporte às usinas de biodiesel.

Na medida em que o problema estudado se refere à cadeia produtiva de biodiesel a partir de grãos da agricultura familiar, o modelo foi concebido alinhado a um dos pilares do programa sustentado pelo governo brasileiro: a inclusão social de pequenos produtores rurais. Por conta disso, além das restrições básicas de atendimento à demanda, capacidade de processamento nas esmagadoras e equações de balanço nos nós da cadeia, foi prevista uma restrição “social”, em que fosse possível controlar a quantidade de famílias atendidas a cada ano pela empresa compradora de grãos.

Para aplicação do modelo a um caso real foram determinadas delimitações básicas para o estudo de caso: a usina de biodiesel escolhida foi a de propriedade da Petrobras Biocombustível localizada em Montes Claros e as regiões produtivas consideradas se restringiram à área de influência desta usina. A mamona foi considerada a única opção para cultivo. Foi então realizado um extenso trabalho de coleta de dados reais, tanto a partir de observação e obtenção de dados primários junto a partes envolvidas nas atividades da cadeia quanto a partir de bases de dados oficiais de conhecimento público. Por conta do relativo ineditismo das atividades produtivas de mamona na região, bem como do pequeno histórico de produção de biodiesel a partir desta fonte de suprimento, a dificuldade enfrentada nesta etapa do trabalho foi considerável.

A solução básica foi obtida para um cenário determinístico em que a produtividade agrícola é conhecida. Seguiram-se análises de sensibilidade a variações em parâmetros selecionados, tais como: demanda da usina, quantidade de famílias atendidas e custos de investimentos industriais e de transporte de grãos. De forma complementar, apresentou-se ainda a solução com tratamento probabilístico em relação a valores de produtividade, analisando-se ainda a relevância e os impactos da escolha por esta modelagem face aos custos totais envolvidos.

Com uma análise dos resultados em termos gerais, observa-se uma clara tendência de centralização da produção agrícola e do processo de esmagamento, preferencialmente associando as duas etapas em uma mesma região. A seleção de microrregiões para formação de pólos produtivos se dá com base em aspectos tais como: produtividade, tamanho médio da propriedade (para o caso de haver restrição “social”), distância até a usina e área disponível.

Existe ainda uma tendência de centralização do processo de esmagamento junto à usina de biodiesel, já que em todos os cenários estudados é indicada uma unidade em Montes Claros, onde nos primeiros anos são processados grãos oriundos de diversas zonas produtivas. Ainda em relação à decisão de primeiro nível, a opção é sempre por unidades de prensagem mecânica, ficando a tecnologia de extração por solvente prejudicada pelo seu alto investimento inicial sem valoração do maior volume de óleo obtido pelo aumento de eficiência.

Em relação à solução determinística, a aplicação do modelo estocástico promoveu uma redução do valor esperado da função objetivo praticamente irrelevante em relação ao custo total. Entretanto, analisando-o face ao custo de investimento inicial nas esmagadoras – o que parece mais representativo uma vez que o custo total é elevado em função do alto custo de matéria-prima – observa-se uma redução de aproximadamente 6,4% nos desembolsos iniciais.

Pode-se considerar que a representatividade do modelo em relação ao problema real foi comprovada pela sua aplicação no estudo de caso da usina de biodiesel de Montes Claros e sua área de influência.

A formulação tal como se apresenta pode se tornar uma ferramenta útil para tomada de decisão de uma empresa produtora de biodiesel que deseje estabelecer uma cadeia de suprimento a partir de agricultores familiares, com estrutura própria de esmagamento. Mesmo em um processo simples de verticalização no sentido de absorver para si a etapa de esmagamento, é interessante que esta decisão seja tomada em um processo iterativo juntamente com a definição geográfica para distribuição de sementes. Considerar de forma associada os parâmetros agrícolas – área disponível, custo de produção, produtividade etc – e os parâmetros industriais – custos de instalação, índices técnicos custos de processamento

etc – implica uma solução de valor agregado bastante superior à decisão tomada em duas etapas separadas.

A qualidade da solução obtida pela utilização de modelos matemáticos tais como o apresentado é proporcional à qualidade e consistência dos dados inseridos. Por conta disso, considera-se que na medida em que for havendo acúmulo de experiências na cadeia produtiva de mamona para suprimento à produção de biodiesel, a indicação de configuração ótima será cada vez mais realística.

Ainda, a estrutura do modelo permanece válida independente dos dados inseridos, de forma que a alteração de alguns dados ora considerados tornando-os mais condizentes à realidade experimentada pela empresa possivelmente altera os resultados sem no entanto implicar qualquer ressalva ou consideração adicional com relação ao modelo.

8.1. Recomendações para trabalhos futuros

Recomenda-se dedicação especial a um levantamento apurado de dados relativos à produtividade agrícola, uma vez que influenciam diretamente a qualidade e relevância a agregação da abordagem probabilística ao modelo. Sugere-se proceder a tratamentos estatísticos mais estruturados dos valores adotados para este parâmetro no presente trabalho.

Alguns encaminhamentos no sentido de continuidade do desenvolvimento do modelo iniciado nesta dissertação podem ser diretamente apontados:

- As zonas produtivas consideradas no modelo foram microrregiões geográficas, configurando-se uma rede relativamente reduzida, com pouco mais de duas dezenas de origens. Esta decisão foi tomada tão somente por conta da escassez de dados disponíveis, pequena inclusive para este nível de agregação em microrregiões. À medida em que o banco de dados agrícolas se torne mais robusto, sugere-se o desmembramento em nível municipal para que o modelo se torne ainda mais granularizado e a solução indicada, mais facilmente posta em prática;
- Convém proceder a uma nova aplicação considerando mais de uma oleaginosa como opção para a produção agrícola; o girassol, por exemplo, vem tendo seu cultivo incentivado na região considerada;
- Em adição, seria interessante conhecer o comportamento da cadeia de suprimento no cenário em que haja mais de uma usina a ser atendida. Em outras palavras, mais de uma usina seria destino para os óleos obtidos pelo esmagamento dos grãos, sendo que as duas ou mais usinas podem ter áreas de influência previamente determinadas ou mesmo “competir” por óleos vegetais, sendo estas áreas de influência definidas a posteriori, exatamente a partir da decisão apontada pela solução do modelo;

- Uma das situações trabalhadas nas análises de sensibilidade foi o aumento de demanda da usina, considerando uma expansão ou mesmo duplicação da unidade já existente. O modelo, entretanto, pode ser utilizado para estudar a possibilidade de implantação de uma nova usina, de um novo ponto de demanda de óleo, de forma que uma terceira decisão de localização seria apontada;
- Em relação aos aspectos sociais, não foi representada uma restrição que controlasse para a duração de contratos de fornecimento de grãos celebrados com famílias de produtores, condição real de operação em alguns casos. Pode-se elaborar uma variação do modelo considerando, por exemplo, que uma família contratada no primeiro ano de análise deveria ser mantida na base de fornecedores pelo menos até o final do quinto ano;
- Por fim, pode-se agregar a opção de comercialização de óleos vegetais, sob duas abordagens distintas. Na primeira, seriam comercializados apenas os excedentes de produção, ou seja, os volumes gerados acima da necessidade das usinas. Alternativamente, pode-se considerar a hipótese de comercializar os óleos oriundos dos grãos adquiridos e substituí-los por óleos disponíveis no mercado a preços menores – situação altamente verossímil em determinadas ocasiões face às sazonalidades de determinadas oleaginosas.

Cadeias produtivas agrícolas consolidadas ou aquelas relacionadas à atividade de grandes produtores rurais são, de forma geral, objetos de um número razoável de publicações. Outras cadeias produtivas pouco estruturadas tais como a da mamona, por sua vez são, quando muito, objeto de análises qualitativas ou restritas aos aspectos sociológicos ou macroeconômicos.

Não se pode deixar de registrar, portanto e finalmente, um incentivo para que mais atores do meio acadêmico se dediquem a abordagens numéricas e quantitativas de cadeias produtivas baseadas na atividade de pequenos produtores rurais. Especialmente por conta da contemporaneidade do programa de biodiesel do Governo Federal, deve ser rigorosamente superado qualquer resquício da ideia de que viabilidade econômica e agricultura familiar integrada à agroenergia sejam assuntos dissociados. E, neste sentido, trabalhos acadêmicos que se dediquem ao tema são fundamentais para garantir o atingimento dos objetivos estratégicos governamentais de inclusão social e transferência de renda para o campo.