Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Dinâmica espacial e análise de sobrevivência no setor sucroenergético do Brasil: 2001 - 2016

André da Cunha Bastos

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

André da Cunha Bastos
Bacharel em Ciências Econômicas

Dinâmica espacial e análise de sobrevivência no setor sucroenergético do Brasil: 2001 – 2016

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Profa. Dra. **MIRIAN RUMENOS PIEDADE BACCHI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Bastos, André da Cunha

Dinâmica espacial e análise de sobrevivência no setor sucroenergético do Brasil: 2001 – 2016 / André da Cunha Bastos. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

93 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Cana de açúcar 2. Econometria espacial 3. Análise de sobrevivência 4. Estrutura de mercado. I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus avós paternos, Álvaro e Maria José, que hoje já não caminham ao meu lado, mas nunca estarão ausentes. Suas lições e seu apoio me permitiram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Os passos traçados durante a elaboração desta tese transformaram a minha vida de forma irreparável. Mudaram as perspectivas e os objetivos para a vida no tempo em que um homem amadureceu. Também não foram poucas as pessoas que me cercam e que fizeram esforço para que eu pudesse estar aqui.

Agradeço especialmente pela orientação e ensinamentos das Professoras Doutoras Mirian Rumenos Piedade Bacchi e Márcia Azanha Ferraz Dias de Moraes, que me orientaram e desenharam o caminho que trilhei na pós-graduação. Suas recomendações e cobranças colaboraram de forma essencial para meu o desenvolvimento. Agradeço também aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada pelas aulas e pela dedicação para o avanço da difícil missão de conduzir a ciência no Brasil.

Foi durante este curso que minha então namorada Priscila Casari se transformou em minha noiva e minha esposa. Priscila, é com você que eu divido uma casa, uma carreira, uma vida com o nosso cachorro Cao e todos os meus planos para o futuro. Você transformou tudo que tenho e todos meus planos para o futuro são nossos. É ao seu lado que eu vou caminhar até o último dos nossos dias. Eu te amo.

Meus pais Mauro e Silvia Regina foram e continuam sendo o alicerce mais forte em cada degrau que piso. Sempre muito pacientes e curiosos, entendem as dificuldades de uma vida em que se estuda e trabalha em duas cidades (e estados) diferentes daqueles onde minha família está. Eu gostaria de poder passar muito mais tempo ao lado de vocês, mas nunca passei um dia da minha vida sem pensar em vocês. Rodrigo, meu irmão, parabéns por tudo que você conquistou. Seus valores e atitudes te transformam uma referência para a minha vida. Eu te admiro muito e falo isso muito menos do que deveria. Minha avó Therezinha e meu tio Evaldo também são muito especiais e recebem muito menos do que me trazem.

Minha tia Flávia sempre será um norte de vida, por termos o orgulho de dividir a carreira acadêmica como um traço que permanece firme na família. Gláucia, João Pedro, Olívia, Marina, Vitor, muito obrigado por tudo também.

Na cidade de Piracicaba, eu não tenho amigos, eu tenho uma família e um lar. Tiago Diniz e Rafael Jacomini escolheram começar ao meu lado essa trajetória de pós-graduação há quase uma década. Nossa escolha de alugar uma casa e começar uma república foi tão inteligente que ela existe como até hoje. Eu agradeço a todos que passaram por lá, principalmente ao André Luis Sanches e ao Michel Augusto Paixão, que dividiram boas histórias e muito me apoiaram quando precisei.

Maria Pinheiro e Sérgio, eu fico muito feliz de ter assistido vocês se conhecerem, se casado e agora estamos ansiosos pela família que vai aumentar!

Agradeço aos meus amigos Marcel Duarte e Lorena Rios pela colaboração em abrir sua casa e dedicar seu tempo e esforço por mim e para a Priscila. Agora, estaremos mais próximos.

A todos os meus colegas de turma do Doutorado, especialmente ao Julyerme, Letícia, Vinicius, Ansu, Carina, Leandro e Rodrigo. Muito obrigado pelo apoio e por tudo que aprendi com vocês.

Aos meus colegas de trabalho e à Universidade Federal de Goiás pelas contribuições à esta pesquisa e pela concessão do afastamento que tanto colaborou para o meu desenvolvimento profissional.

BIOGRAFIA

Professor Assistente de Teoria Econômica na Universidade Federal de Goiás (FACE) desde 2013. Mestre em Ciências (Economia Aplicada) pela Universidade de São Paulo (2013) e Bacharel em Ciências Econômicas pela Fundação Getulio Vargas - Escola de Economia de São Paulo (2009). Trabalhou como Analista de Mercado de açúcar e etanol no Czarnikow Group Ltd. Vencedor do Prêmio Top Etanol 2014 na categoria 'Teses e Dissertações' com a pesquisa denominada *Fornecimento de cana de açúcar e integração vertical no setor sucroenergético do Brasil*.

EPÍGRAFE

(...) caelum non animum mutant qui trans mare currunt. [1]

Horácio (21 a.C.)

[1] (...) muda o céu, não o ânimo, daquele que atravessa os mares.

SUMÁRIO

RESUMO 8
ABSTRACT 9
1. INTRODUÇÃO 13
Referências 16
2. CONCENTRAÇÃO ESPACIAL E SOBREVIVÊNCIA DE USINAS DE CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL 17
Resumo 17
Abstract 17
2.1. Introdução 18
2.2. Objetivos 19
2.3. Distribuição espacial do processamento de cana de açúcar 20
2.4. Revisão de Literatura 23
2.5. Referencial Teórico 25
2.6. Metodologia e construção da Base de Dados 33
2.6.1 Índice Herfindahl-Hirschman espacial 40
2.6.2 Taxa Padronizada de Mortalidade 42
2.7. Resultados 44
2.8. Conclusão 52
Referências 54
3. ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA DE USINAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO DO BRASIL: 2001 A 2016 59
Resumo 59
Abstract 59
3.1. Introdução 59
3.2. Objetivos 64
3.3. Referencial Teórico 64
3.4. Metodologia 68
3.5. Resultados 74
3.6. Conclusão 80
Referências 81
APÊNDICE A 85
APÊNDICE B 93

RESUMO

Dinâmica espacial e análise de sobrevivência no setor sucroenergético do Brasil: 2001 - 2016

O setor sucroenergético do Brasil encarou uma década de expansão da produção, seguida por um período de retração das atividades. Neste período, 80 usinas e destilarias deixaram de operar por motivo de falência das empresas ou decisões operacionais dos grupos controladores. A cana de açúcar possui características biológicas que determinam a necessidade de processamento industrial em poucas horas após a atividade de colheita, sob pena de grande perda de teor de sacarose. Essa questão tecnológica determina que a organização espacial da produção de açúcar e etanol seja preferencialmente realizada dentro de um raio geográfico reduzido em relação aos canaviais. O objetivo desta tese é analisar se as recentes paralisações e falências no setor sucroenergético do Brasil foram influenciadas pelas condições operacionais dos mercados regionais de cana de açúcar, assim como identificar os principais determinantes dos eventos de paralisação das atividades das usinas e destilarias entre 2001 e 2016. Indicadores de estrutura de mercado e concentração espacial são desenvolvidos e discutidos com base no conceito de mercado antitruste usado pelas principais agências de defesa da concorrência. A descrição da estrutura de mercado e a intensidade dos eventos de desligamento e falência em cada região são avaliados considerando a existência de múltiplas unidades de processamento que são de propriedade de uma mesma empresa em cada região. Os resultados indicam que a concentração e a disputa pela cana de açúcar como insumo por usinas localizadas próximas umas das outras estão espacialmente associadas aos eventos de falência e desligamento. No entanto, a análise de sobrevivência indica que o aumento do número de concorrentes demandando este insumo e a expansão do processamento de cana de açúcar no raio geográfico de colheita viável não foram fatores que contribuíram isoladamente para as falências e interrupções. Estes eventos foram menos frequentes entre as unidades industriais cuja empresa controladora conta com investidores estrangeiros na estrutura de capital e nos casos em que uma parcela mais alta dos insumos é obtida por meio de uma estrutura verticalmente integrada.

Palavras-chave: Cana de açúcar; Econometria espacial; Análise de sobrevivência; Estrutura de mercado.

ABSTRACT

Spatial dynamics and survival analysis on the Brazilian sugar and ethanol industry: 2001 - 2016

Brazil's sugar and ethanol industry faced a decade of expansion of production, followed by a period of retraction of activities. During this period, 80 mills and distilleries ceased to operate due to corporate bankruptcy or operational decisions of the controlling groups. Sugarcane has biological characteristics that determine the need for industrial processing in a few hours after harvesting, under penalty of great loss of sucrose content. This technological issue determines that the spatial organization of sugar and ethanol production is preferably carried out within a reduced geographic radius in relation to sugar cane fields. The objective of this thesis is to analyze if the recent shutdowns and bankruptcies in the Brazilian sugarcane industry were influenced by the operational conditions of the regional sugarcane markets, as well as to identify the main determinants of stoppage events of the maills and distilleries between 2001 and 2016. Indicators of market structure and spatial concentration are developed and discussed based on the concept of the antitrust market used by the major antitrust agencies. The description of the market structure and the intensity of the shutdown and bankruptcy events in each region are evaluated considering the existence of multiple processing units that are owned by the same company in each region. The results indicate that the concentration and the dispute for sugarcane as an input by plants located close to each other are spatially associated with the events of bankruptcy and shutdown. However, the survival analysis indicates that the increase in the number of competitors demanding this input and the expansion of sugarcane processing in the viable crop geographical radius were not factors that contributed in isolation to bankruptcies and interruptions. These events were less frequent among industrial units whose parent company relies on foreign investors in the capital structure and where a higher share of inputs are obtained through a vertically integrated structure.

Keywords: Sugarcane; Spatial econometrics; Survival analysis; Market structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização das usinas Bazan (à esquerda) e Albertina, nos municípios de Pontal e Sertãozinho 29

Figura 2.2 - Localização da usina Santa Luzia e suas adquirentes (raios de 15 e 30 km).....30

Figura 2.3 - Mapa das usinas e destilarias no Brasil.....34

Figura 2.4 - Mapa das usinas e destilarias no Brasil – região Centro-sul 35

Figura 2.5 - Mapa das unidades industriais no Brasil - região Norte-nordeste 36

Figura 2.6 - Representação das unidades observadas no raio de uma usina hipotética (n = 5 e g = 4).....41

Figura 2.7 - Variação do processamento de cana-de-açúcar acumulado no raio de 60 km entre 2001 e 2009 – região Centro-sul 45

Figura 2.8 - Variação da quantidade de cana-de-açúcar processada (ton.) em um raio de 60 km entre 2009 e 2016 – região Centro sul.....46

Figura 2.9 - Variação no índice HHI de concentração espacial no processamento de cana-de-açúcar: 2016 vs. 2001 - região Centro sul 47

Figura 2.10 - Taxa Padronizada de Mortalidade (SMR) 2001 - 2016 na região Centro sul.....47

Figura 2.11 - Variação da quantidade de cana-de-açúcar processada (ton.) em um raio de 60 km -região Nordeste 50

Figura 2.12 - Variação no índice HHI de concentração espacial no processamento de cana-de-açúcar: 2016 vs. 2009 – região Nordeste 51

Figura 2.13 - Taxa Padronizada de Mortalidade (SMR) 2001 - 2016 na região Nordeste.....52

Figura 3.1 - Função de sobrevivência *baseline hazard*.....75

Figura 3.2 - Função de sobrevivência com (roxo, FK = 1) e sem investimento de capital estrangeiro (azul, FK = 0).....76

Figura 3.3 - Decomposição da função de sobrevivência nas variáveios dqn1601 e FK 78

Figura 3.4 - Decomposição da função de sobrevivência nas variáveis FK e IV 79

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Regiões com com Taxa Padronizada de Mortalidade alta no Centro-sul 48
Tabela 2.2 - Regiões com com Taxa Padronizada de Mortalidade baixa no Centro-sul 49
Tabela 3.1 - Arranjos de governança observados na transação de plantio-processamento..... 61
Tabela 3.2 - Estimação não-paramétrica Kaplan-Meier da função de sobrevivência..... 74
Tabela 3.3 - Variáveis incluídas em cada versão do modelo de análise de sobrevivência. 77
Tabela 3.4 - Coeficientes dos parâmetros e desvio-padrão estimados para a função de sobrevivência..... 77

1. INTRODUÇÃO

A introdução da cana de açúcar e dos engenhos artesanais no Brasil foi um aspecto importante na definição da ocupação do território brasileiro entre o século XVI e o primeiro quarto do século XIX. A instalação das primeiras unidades de transformação e exportação de açúcar fez parte dos esforços de Portugal para ocupar o território de forma a garantir a exclusividade comercial e impedir a perda de território para outras nações europeias. O modelo de plantio de cana de açúcar desenvolvido no Nordeste do Brasil foi referência para a ocupação holandesa das colônias caribenhas[2], e se constituiu uma etapa central na formação da economia brasileira.

Foi somente no decorrer do século XX que a região Sudeste do Brasil ultrapassou o Nordeste no cultivo da cana de açúcar, onde ele se iniciou, devido, em grande parte, ao aumento do plantio para atender à demanda decorrente da expansão urbana em estados como São Paulo e Rio de Janeiro e, também, pela adoção do etanol de cana de açúcar como combustível para os veículos leves na segunda metade do século. A implantação das unidades de processamento de cana de açúcar no Brasil ocorreu de forma dispersa no território, obedecendo às condições de mercado local, às políticas públicas e às possibilidades de exportação de açúcar, além das característica edafoclimáticas. Como resultado, passaram a coexistir, no país, estruturas produtivas modernas e antigas

A cana de açúcar esmagada é transformada em açúcar e etanol, principalmente, havendo como resultado do processo uma série de subprodutos. A sacarose extraída sofre processos de purificação e cristalização, no caso do açúcar, e de fermentação e destilação quando o produto final é o etanol. Uma unidade representativa de processamento de cana de açúcar no Brasil é capaz de produzir ambos produtos finais dentro de uma função de produção na qual os aumentos marginais na produção de açúcar a partir de uma dada tonelada de cana implicam, necessariamente, na redução da produção de etanol. A escolha da razão ideal é feita em nível de cada fábrica, tendo em conta as possibilidades tecnológicas disponíveis localmente e as mudanças de preços dos produtos finais nos mercados de consumo. A energia elétrica utilizada nos processos industriais é obtida a partir da queima de bagaço de cana de açúcar. Este processo de queima pode gerar excedentes de energia elétrica que pode ser convertidos em receita adicional se comercializado.

---

[2] Canabrava (1981)

A instalação de novas unidades de processamento de cana de açúcar conduziu a uma expansão territorial do plantio da gramínia, mesmo havendo limitações logísticas e econômicas relacionadas ao seu transporte, as quais serão exploradas mais à frente.

Apesar da posição internacionalmente proeminente na produção de açúcar e etanol, a produção brasileira de cana de açúcar tem sido insuficiente para promover a expansão da oferta de biomassa no ritmo previsto pelas autoridades. Rodrigues e Bacchi (2016) avaliaram os determinantes da demanda por combustíveis veiculares no Brasil entre 2003 e 2013 e concluiram que, apesar do aumento de volume comercializado, o controle do governo sobre os preços reais de combustíveis cobrados dos consumidores, que se apresentou como uma política pública voltada ao controle da inflação, penalizou grandemente o setor sucroalcooleiro. Os produtores de etanol receberam impacto negativo em sua receita potencial em decorrência da contenção do preço da gasolina, em um contexto onde este produto é um substituto direto na escolha do consumidor proprietário de veículos tipo flex-fuel.

Além da crise da economia internacional, que se refletiu de forma negativa em diversos setores da economia brasileira, a mencionada política governamental de contenção do preço da gasolina pode ser apontada como um dos fatores que levaram muitas unidades produtoras do setor sucroenergético a suspenderem as suas atividades na última década.

Em uma situação de depressão da atividade econômica espacialmente concentrado, uma série de externalidades (no sentido de Marshall-Arrow-Romer) deixam de existir e induzem à perda de eficiência de todas as unidades da região. Em outras palavras, o mesmo tipo de efeito de transbordamento de conhecimento e habilidades que leva ao surgimento de aglomerações de empresas em regiões específicas pode também significar um processo de redução dos negócios de modo geograficamente concentrado.

Deste modo, surge a oportunidade para elaboração de estudos que tratem do processo de mudança da indústria no espaço e no tempo de forma integrada, discutindo o cenário nas áreas de expansão e as transformações ocorridas nas áreas de produção consolidadas.

A classificação regional frequente utilizada nas pesquisas sobre o setor sucroenergético no Brasil toma por base uma agregação em nível dos estados ou de regiões administrativas desagregadas (mesorregiões, microrregiões, municípios) nas quais as usinas ou destilarias[3] se localizam. A presença de elevada heterogeneidade produtiva neste setor faz com que haja, dentro da mesma região, empresas com perfil distintos no que diz respeito ao tempo

[3] O termo "usina" é utilizado de forma abrangente e mais frequente ao longo desta tese. Em todos os casos, evoca-se o conceito de unidade industrial de processamento de cana-de-açúcar, independente dos produtos por ela fabricados. A menos que esteja explicitado, a utilização do termo "usina" inclui, portanto, as destilarias autônomas.

de funcionamento e aos produtos comercializados. O tratamento desta heterogeneidade como fator explicativo do funcionamento ou da interrupção das atividades industriais em nível de cada usina ainda apresenta uma carência de estudos na literatura. Cerca de 30% das empresas do setor operam mais de uma usina e o número total de usinas controladas por estas empresas (com mais de uma unidade industrial), representa 65% do total de parques industriais, o que ressalta a importância da avaliação da atividade econômica no espaço, assim como a construção de variáveis que descrevam a concentração de mercado e demais características econômicas dessas unidades.

A caracterização das diferenças regionais e seu impacto sobre o nível de atividade econômica do setor sucroenergético exige, portanto, a observação da atividade industrial de cada uma das unidades produtoras, bem como a identificação dos grupos controladores (e mudanças) de cada usina ao longo do tempo. Como as empresas trabalham com múltiplas unidades industriais em diferentes localidades, uma agregação regional que utilize definições de territórios administrativos gera um agrupamento, em cada um deles, de uma série de frações de empresas. Uma vez que os estudos anteriores são marcados pela inexistência de dados que conciliem a atividade das empresas com as definições territoriais, estes estudos acabam por sacrificar uma das duas vertentes.

Grande parte da pesquisa sobre a situação do setor de açúcar e etanol se apoia em estudos que ignoram a distribuição espacial das atividades das empresas analisadas. Quando tal análise é realizada, limita-se à consideração das características observáveis das regiões onde se localizam as unidades, não tratando das características observáveis da produção no espaço.

A base de dados aqui utilizada trata a unidade industrial como o indivíduo sob análise, não mais a empresa, independendo também de uma definição regional arbitrária. São identificados, para cada unidade industrial, suas coordenadas de localização geográfica, o grupo controlador e outros indicadores de atividade. Desta forma, se pode analisar a distribuição das atividades no espaço ao mesmo tempo que se consideram aspectos econômicos e incentivos em nível do controle acionário dos grupos.

Portanto, a introdução de um mapeamento das coordenadas de localização das unidades industriais pode contribuir com a geração de variáveis relevantes sobre as condições de demanda no mercado de terras, a interação entre usinas e seus fornecedores, transporte, etc. Particularmente interessa a este estudo a identificação dos eventos de inauguração e interrupção das atividades e falências.

Surge, assim, a oportunidade para elaboração de estudos que tratem do processo de mudança da indústria no espaço e no tempo de forma integrada, discutindo o cenário nas áreas de expansão e as transformações ocorridas nas áreas de produção consolidadas.

Pretende-se, nesta tese, realizar uma primeira análise sobre a possibilidade de que o processo de falência e interrupção de atividades de parques industriais registrado no setor sucroenergético aconteceu de forma vinculada ao aumento da competição por insumos.

Com base nos resultados dessa primeira análise, e levando em consideração outros fatores que possam estar relacionados à falência e interrupção das atividades de usinas e destilarias, serão definidos e estimados modelos que permitam estabelecer as probabilidades de que isso venha ocorrer, o que será feito no segundo artigo (Capítulo 3) apresentado nesta tese.

Referências

CANABRAVA, A. P. (1981). **O açúcar nas Antilhas (1697-1755)**. São Paulo: IPE/USP. Série Ensaios Econômicos, v. 15. 264 p.

HIGMAN, B. W. (2000) The sugar revolution. **The Economic History Review.** 53.2 (2000): 213-236.

RODRIGUES, L.; BACCHI, M.R.P. Light fuel demand and public policies in Brazil, 2003-2013. **Applied Economics** (Online), vol. 48, p. 5300-5313, 2016.

2. CONCENTRAÇÃO ESPACIAL E SOBREVIVÊNCIA DE USINAS DE CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL

Resumo

A cana de açúcar possui características biológicas que determinam a necessidade de processamento industrial em poucas horas após a atividade de colheita, sob pena de grande perda de teor de sacarose. Essa questão tecnológica determina que a organização espacial da produção de açúcar e etanol seja preferencialmente realizada dentro de um raio geográfico reduzido em relação aos canaviais. O objetivo deste capítulo é analisar se as recentes paralisações e falências no setor sucroenergético do Brasil foram influenciadas pelas condições operacionais dos mercados regionais de cana de açúcar. Indicadores de estrutura de mercado e concentração espacial são desenvolvidos e discutidos com base no conceito de mercado antitruste usado pelas principais agências de defesa da concorrência. A descrição da estrutura de mercado e a intensidade dos eventos de desligamento e falência em cada região são avaliados considerando a existência de múltiplas unidades de processamento que são de propriedade de uma mesma empresa em cada região. Os resultados indicam que a concentração e a disputa pela cana de açúcar como insumo por usinas localizadas próximas umas das outras estão espacialmente associadas aos eventos de falência e desligamento. Também é demonstrado que a localização deve ser considerada ao investir em novas unidades. No entanto, ainda é necessário avançar na literatura realizando uma análise econométrica que comprove que o impacto da crescente concentração espacial dos mercados na interrupção de atividades operacionais em um modelo que controle outras características das empresas que competem no mesmo território.

Palavras-chave: Cana de açúcar; Índice Herfindahl-Hirschman; Taxa Padronizada de Mortalidade; Estrutura de mercado.

Abstract

Sugarcane has biological characteristics that determine the need for industrial processing in a few hours after the harvesting activity, under penalty of great loss of sucrose content. This technological issue determines that the spatial organization of the production of sugar and ethanol should preferably be performed within a reduced geographic radius to the sugarcane fields. The objective of this chapter is to analyze if the recent shutdown and bankruptcies in the Brazilian sugar and ethanol industry were influenced by the operational conditions in the regional sugarcane markets. Indicators of market structure and spatial concentration based on the concept of antitrust market used by leading competition defense agencies are developed and discussed. The description of the market structure and the intensity of shutdown and bankruptcy events in each region are assessed considering the existence of multiple processing units that are owned by the same company in each region. Results indicate that the concentration and the dispute for the sugarcane as an input by producing units that are located nearby are spatially associated to the events of bankruptcy and shutdown. It is also demonstrated that the location should be considered when investing in new units. However, it is still necessary to advance in this debate by performing an econometric analysis that proves that the impact of increasing spatial market concentration on the interruption of operational activities under a model that controls other characteristics of companies competing in the same territory.

Keywords: Sugarcane; Herfindahl-Hirschman Index; Standard Mortality Rate, Market structure.

2.1. Introdução

A ocupação do território brasileiro pelas usinas e destilarias de açúcar e álcool é mais um componente da heterogeneidade produtiva verificada nesse setor. Diversos fatores contribuem para a heterogeneidade das condições da produção, podendo-se citar: as variações na governança das transações de acesso aos insumos, a parcela de produção de açúcar e etanol a partir da biomassa, os diferentes padrões de comercialização dos produtos e a presença de capital estrangeiro no controle das empresas; esses são alguns dos elementos que caracterizam as unidades produtoras. Neste trabalho aborda-se um aspecto relevante e que apresenta uma grande dificuldade de tratamento nos estudos sobre a economia canavieira: a distribuição espacial das usinas e destilarias no território.

Ao avaliar a abertura de uma empresa, um empreendedor precisa tomar uma série de decisões que necessariamente terão impacto sobre as condições da produção. Uma delas diz respeito à localização das atividades. A decisão sobre o processo de entrada de uma empresa em um mercado deve ser precedida de uma análise que conjugue informações sobre a situação dos mercados de insumos e do mercado dos produtos a serem comercializados. Esta análise não pode ser limitada à situação verificável antes da abertura da empresa pois, após a sua entrada, estas condições poderão ser alteradas.

No mercado de processamento de cana de açúcar para fabricação de açúcar e etanol, a escolha da localização da indústria ganha especial importância. Pelas próprias condições relativas ao solo e ao clima (edafoclimáticas), nem todas as regiões são aptas à produção canavieira. Ainda mais, a logística campo-indústria da cana de açúcar apresenta limites de tempo e estrutura de custos que restringem a área economicamente viável da colheita da cana a ser processada em uma usina/destilaria a algumas dezenas de quilômetros.

A formação da indústria canavieira no Brasil passou por diversas fases históricas na qual o poder público sempre esteve presente. De forma cíclica, com aumento ou redução dessa participação, em nenhum momento da história o governo se portou como parte desinteressada no processo de formação da oferta dos produtos derivados da cana de açúcar. Em maior ou menor grau, a burocracia estatal sempre foi parte relevante no processo de determinação das áreas legalmente autorizadas para a construção das fábricas de açúcar e etanol.

A proximidade espacial de empresas com perfil produtivo similar é um fato verificado em diversos setores da economia, tanto rurais como urbanos. As principais teorias desenvolvidas para tratar o interesse das empresas na aglomeração espacial (ou formação de cluster espaciais) abordam a possibilidade de compartilhamento de recursos comuns e de

geração de externalidades positivas na pesquisa e desenvolvimento tecnológico. No sentido inverso, o excesso de proximidade pode implicar na existência de concorrência e à limitação de acesso a insumos essenciais para a produção. Brainard (1997) e Porter e Porter (1998) são referências para o estudo das relações da localização e da proximidade na competição por insumos entre empresas.

Considerando que a agroindústria canavieira do Brasil tem verificado um grande número de unidades industriais paralisadas ou falidas, busca-se, neste capítulo, identificar a dinâmica operacional das usinas no território e potencial impacto das mudanças para a ocorrência dos eventos de paralisação e falência. Ferramentas metodológicas da econometria espacial são empregadas no sentido de calcular os índices de concentração espacial, que serão comparados à distribuição espacial da ocorrência de eventos de paralisação e falência (taxa padronizada de mortalidade) das usinas e destilarias do Brasil.

2.2. Objetivos

O objetivo principal deste capítulo é avaliar se os eventos de paralisação das atividades ou falências de usinas no setor sucroenergético do Brasil podem, potencialmente, sofrer influência das condições operacionais dos competidores na vizinhança. Utilizando uma base de dados com o detalhamento da posição geográfica e características das unidades produtivas do setor sucroenergético do Brasil, avaliam-se, neste capítulo, os efeitos da localização (que resultam em maior ou menor competição por insumos) e a sobrevivência de empresas.

Especificamente, pretende-se: (i) avaliar se a existência de diferenças regionais tipicamente consideradas na literatura pode ser confirmada através de uma análise de autocorrelação espacial que identifique a existência de clusters e (ii) avaliar se existe coincidência das regiões onde se registraram os eventos de falências e paralisação de usinas e destilarias nos últimos anos com as regiões onde a competição por insumos se intensificou com a entrada de novas usinas.

Portanto, utilizando dados produtivos com uma desagregação inédita na literatura setorial, investiga-se a hipótese de que existem efeitos competitivos entre unidades na mesma região, o que seria justificado principalmente pela competição na busca por fatores (notadamente a cana de açúcar, ativo que apresenta especificidade locacional e temporal). Utiliza-se aqui uma base de dados setorial compilada pelo autor, que apresenta dados operacionais, geolocalização das unidades produtivas e registro dos eventos de interesse, que

permitem analisar e melhor compreender a questão de descontinuidade das operações industriais.

2.3. Distribuição espacial do processamento de cana de açúcar

Durante a década 2001-2010 houve grande otimismo com as perspectivas de crescimento do setor sucroenergético. A contagem de unidades industriais inauguradas chegou ao número de cem, elevando em mais de 10% o total de usinas e destilarias em operação naquele período. No entanto, entre 2010 e 2015, o número de unidades que deixaram de operar supera o número das inaugurações em 41, como será visto mais à frente.

O Brasil é líder mundial de exportação de açúcar e um dos maiores participantes do mercado de biocombustíveis, o que determina o interesse de empresas internacionais de comercialização de produtos agrícolas e de combustíveis em controlar parte da oferta dos subprodutos da cana de açúcar. Este mercado tem sido recentemente influenciado pela entrada de investidores estrangeiros e também pela diminuição da regulação estatal.

Durante as duas últimas décadas, foi registrada uma tendência de elevação da participação de controladores estrangeiros no setor de processamento de cana de açúcar e uma reforma da legislação que regula o processo de falência no direito brasileiro. Neste cenário, um número expressivo de aquisições, entrada de novos acionistas, pedidos de recuperação e falências fizeram com que diversas empresas nacionais mudassem de controle.

Entre os anos de 2007 e 2015 foram registradas mudanças de controle que afetaram unidades produtivas correspondentes a mais de 40% do nível de atividade total. A solicitação de administração judicial da falência, nos moldes da nova legislação, alcançou outros 20% do setor. Desta forma, uma análise detalhada dos incentivos determinados pela mudança legal para os eventos de mudanças de controle de ativos, gestão corporativa e processos de falência torna-se essencial para compreender a nova estrutura dos mercados de açúcar e etanol.

A cana de açúcar apresenta características biológicas que determinam a necessidade de processamento industrial em poucas horas depois da atividade de colheita, sob pena de grande perda de conteúdo de sacarose. Esta questão tecnológica determina que a organização espacial da produção de cana de açúcar (etapa agrícola), açúcar e etanol (etapa industrial) seja preferencialmente realizada em um raio geográfico reduzido.

Uma vez que a cana de açúcar precisa ser rapidamente levada do campo à indústria para que não se perca eficiência técnica e econômica, verifica-se que a produção originada em uma propriedade agrícola possui um número de hipotéticos compradores limitado pela distância

até onde é possível entregá-la em um intervalo de tempo limitado. Por simetria, cada unidade industrial de processamento só pode ser abastecida de forma eficiente por propriedades agrícolas situadas num raio geográfico com o comprimento determinado por esta distância, seja o insumo agrícola cultivado em áreas da própria indústria, de propriedade dos seus acionistas ou de terceiros. Este último modelo de realizar a transação é frequente e equivale a cerca de 40% da quantidade total no Brasil[4], caso no qual denomina-se o dono da propriedade agrícola como fornecedor de cana de açúcar, arrendatário ou parceiro, a depender do tipo de contrato estabelecido entre as partes.

Considerando - apenas para efeito de discussão introdutória, pois este assunto será tratado de forma endógena mais à frente - que a distância máxima na qual é possível transportar a cana de açúcar da fazenda à indústria de forma a manter suas propriedades biológicas seja 50 quilômetros, define-se que um empresário racional interessado em explorar a atividade de duas unidades industriais teria o incentivo para instalar seus ativos numa distância de aproximadamente 60 quilômetros entre eles, de forma que qualquer área agrícola localizada entre suas indústrias esteja a, no máximo, 30 km de alguma delas. Quando se consideram três potenciais unidades processadoras, a organização espacial ideal para impedir o surgimento de concorrentes no mercado de insumos passaria a ser um triângulo equilátero com cada unidade em um dos vértices, distantes 30 km entre si.

A distribuição espacial das unidades produtivas ocorre, portanto, de forma superposta às áreas de cultivo de cana de açúcar. A investigação científica sobre o surgimento, mudança de controle e paralisação das atividades exige a delimitação do espaço de influência de cada usina ou destilaria. Devem ser considerados aspectos tais como a distância entre unidades, o nível de atividade e o controle empresarial sobre o ativo industrial e aqueles na sua vizinhança.

Uma solução simples e frequentemente encontrada na literatura de estudos espaciais, para mensurar as variáveis acima definidas, é utilizar o município onde a unidade industrial de interesse está instalada como um território de influência desta. No entanto, além de uma determinação imprecisa - uma vez que a medição das variáveis a partir de um território (polígono) impede a medição de distâncias entre pontos específicos no espaço - esta solução torna-se ainda mais indesejada quando se nota que são frequentemente encontrados casos de municípios com mais de uma unidade industrial (chegando a serem verificados casos de mais de cinco), em particular nas regiões com atividade canavieira intensiva e com longo histórico

[4] Bastos e Moraes (2014).

de permanência. Fatores históricos, edafoclimáticos e políticos podem explicar a coexistência de várias unidades industriais rivalizando entre si.

Ao longo dos últimos anos, uma série de empresas foram à falência e outras inauguraram usinas, renovando o setor sucroenergético. Este processo foi amplamente financiado pela entrada de investidores internacionais interessados, principalmente, na oferta de biocombustíveis. Mesmo que o número de unidades industriais em operação não tenha mudado significativamente, houve alteração do perfil de controle corporativo e um aumento na parcela de etanol produzido. Embora a quantidade de dados disponíveis para pesquisa tenha crescido nos últimos anos, a literatura sobre a distribuição espacial das usinas e as razões para a ocorrência de falências e eventos de troca de controle corporativo ainda é bastante incompleta.

O setor sucroenergético brasileiro apresenta condições interessantes para a avaliação de eventos relacionados à mudança de controle corporativo de negócios, uma vez que diversas empresas participantes desta atividade foram envolvidas em pedidos de recuperação judicial pré-falimentar. Em muitos casos, as perdas operacionais e a má gestão levaram empresas a se submeterem a fusões ou aquisições nos anos imediatamente subsequentes à mudança na legislação de recuperação judicial.

A situação de crise setorial na produção de açúcar e etanol começou no final da década de 2000, quando as empresas passaram a encontrar restrições de crédito em relação à disponibilidade de antes da situação de redução do crescimento econômico mundial. No contexto da política interna, o Governo Federal (durante o segundo mandato do presidente Lula) mostrou sinais de enfraquecimento do apoio à produção de etanol em relação à situação do seu primeiro mandato (o que havia induzido a entrada de muitos investidores estrangeiros) em favor do aumento de recursos para a Petrobras.

Na legislação federal brasileira, a mudança de maior interesse para a análise recente é a chamada de Lei de Recuperação de Empresas (LRE) de 2005, que atualizou a doutrina anteriormente vigente, que datava do ano 1945. A interpretação de vários autores, incluindo Dias (2014), é que a legislação anterior estava excessivamente centrada nos interesses dos credores e constituía um obstáculo às negociações que permitissem a manutenção das atividades de uma empresa que ainda fosse capaz de se recuperar de uma crise transitória. Sob a norma antiga, o poder do juiz de direito quase sempre indicava a falência e liquidação como a única solução para o empresário pagar a dívida em atraso, mesmo quando o comportamento do credor era identificado como oportunista ou desonesto.

A intenção da reforma sancionada pela LRE de 2005 é promover a conciliação e organização dos interesses dos credores, a fim de maximizar o valor de uma empresa que está

com dívidas em atraso. A empresa devedora tem a oportunidade de solicitar a um tribunal que este promova uma proteção da sua receita e dos seus ativos das ações dos credores por um determinado período. Por meio de um documento formal conhecido como Plano de Recuperação Judicial, o tribunal competente designa um agente interventor com poder de negociação perante os credores e, ao mesmo tempo, a empresa em recuperação recebe um prazo para constituir caixa e retomar o pagamento das suas dívidas em atraso. O objetivo declarado é que a intermediação judicial favoreça o alcance de acordos que não surgiriam por meio de negociação direta entre os acionistas e os credores envolvidos.

Sob uma análise institucionalista, essa mudança poderia ser tratada como o problema de reduzir os incentivos ao comportamento oportunista e gerenciar os contratos de forma a reduzir os custos de transação. O leitor interessado apenas na mudança regulatória deve considerar que a nova legislação brasileira mudou o ambiente de investimento em empresas brasileiras para algo mais semelhante aos casos tratados no Capítulo 11 do Código de Falências dos Estados Unidos. Para a pesquisa aqui realizada, a nova lei brasileira é uma grande oportunidade para avaliação de setores e análise de sobrevivência de empresas. Contrariamente à legislação anterior, o pesquisador agora tem uma identificação mais clara das situações de crise econômica sem que a empresa seja imediatamente liquidada, tendo suas operações encerradas e deixando de ser um indivíduo passível de investigação científica.

2.4. Revisão de Literatura

Grande parte da pesquisa sobre a situação do setor de açúcar e etanol se apoia em estudos que ignoram a distribuição espacial efetiva das atividades das empresas analisadas. Quando tal análise é realizada, limita-se à consideração das características observáveis das regiões onde se localizam as unidades, não tratando das características observáveis das unidades que realizam a produção no espaço geográfico.

As regiões mais tradicionais no processamento de cana de açúcar no Brasil ocupam áreas coincidentes com os clusters alto-alto de produtividade agrícola identificados por Perobelli et al. (2007) para a totalidade do setor agrícola brasileiro. Avaliando as mudanças ocorridas entre as microrregiões brasileiras nos anos de 1991, 1997 e 2013, os autores apontam o interior paulista, partes do Centro-oeste e o litoral nordestino como as áreas onde verificam-se os efeitos espaciais positivos.

A distribuição espacial dos níveis de produtividade agrícola (com foco exclusivo na cana de açúcar) foi analisada por Pinheiro e Parré (2007). Utilizando dados em nível das

microrregiões do estado do Paraná, observou-se a presença de alta produtividade (clusters alto-alto) nas microrregiões vizinhas entre si na parte norte do estado, exatamente aquelas que fazem fronteira com o estado de São Paulo e que concentram quase a totalidade das usinas paranaenses. Também foram identificados clusters de baixa produtividade na parte sudeste do Paraná, um resultado que não deve ser tão destacado, uma vez que não se trata de região processadora de cana de açúcar para fins industriais.

Procedimento semelhante foi adotado por Vidigal *et al.* (2011) na análise da ocorrência de clusters espaciais de produtividade da cana de açúcar dos municípios do estado de Minas Gerais. Os autores verificaram que o processo de expansão da atividade canavieira na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Parabaíba se deu de forma paralela com um aumento generalizado da produtividade agrícola entre municípios vizinhos. No período entre 1990 e 2007, o Triângulo Mineiro consolidou-se como principal cluster agrícola da cana de açúcar dentro de Minas Gerais, diminuindo a importância relativa dos clusters mais antigos, localizados nas regiões sul e central do estado.

A literatura consultada indica que os mercados de cana de açúcar no Brasil podem apresentar efeitos de concentração espacial devido à natureza da tecnologia agronômica envolvida. Do ponto de vista da estratégia empresarial, também parece clara a tendência de buscar o domínio do território de uma forma tal que um conjunto de usinas estejam localizadas sem a interferência de competidores entre duas usinas do mesmo grupo. Adicionalmente, cada empresa procura resguardar uma distância entre as suas usinas que permita um raio de colheita mínimo para cada uma delas.

Gilio e Moraes (2016) analisaram os efeitos da presença de usinas de açúcar e etanol nos índices de desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros. Estima-se que a presença de uma unidade de processamento de cana traz efeito positivo no desenvolvimento socioeconômico do município onde a usina está localizada e nos municípios vizinhos. De forma surpreendente, os municípios que possuem apenas a área agrícola da atividade apresentam um impacto negativo entre o aumento da área dedicada ao cultivo de cana de açúcar e o valor do índice de desenvolvimento. Os autores atribuem estes fenômenos à perda de empregos no setor agrícola causada pelo recente processo de expansão da mecanização das atividades agrícolas, notadamente na colheita de cana.

Constata-se também que toda a literatura encontrada a respeito da ocupação do território brasileiro com cana de açúcar possui o foco na comparação de vizinhanças (no menor nível de desagregação encontrado) entre municípios ou microrregiões. A segunda limitação encontrada é a delimitação regional de alguns estudos em nível de uma unidade da federação,

o que pode fazer com que os resultados incorporem o problema dos valores de fronteira (ou valores de beirada, *edge effect*).

O escopo do trabalho a ser apresentado a seguir apresenta uma solução aplicada para ambas as limitações identificadas acima. A metodologia de identificação de clusters será implementada em nível da localização das unidades industriais (ao invés de definições territoriais) em toda a extensão do território brasileiro. Este desenho de pesquisa busca superar as arbitrariedades em nível da definição de municípios (ou microrregiões) e eliminar os problemas de valores de fronteira, uma vez que a unidade da federação passa a ser ignorada.

2.5. Referencial Teórico

A literatura pertinente às relações entre desempenho econômico e proximidade espacial apresenta uma variedade de abordagens teóricas, que possuem o interesse comum em investigar as relações a possibilidade de uma organização verificar um desempenho anormal (positivo ou negativo) em função da participação em redes locais. A proximidade espacial não é o único tipo de medida de participação em redes. Existem diversas formulações alternativas, tais como as teorias de proximidade cultural, proximidade cognitiva e proximidade organizacional. Uma descrição sucinta destas teorias pode ser encontrada em Oerlemans e Meeus (2005, p. 90). Em que se pese a existência destas abordagens, o conceito que está sendo aqui tratado envolve exclusivamente a tomada de medidas de proximidade espacial entre os indivíduos do conjunto de dados.

Rogers e Sexton (1994) debatem a ausência de métodos e abundância de estudos na literatura que tratem do problema do oligopsônio com a mesma frequência que o oligopólio é discutido. Os autores identificam duas razões principais para que uma ausência no interesse pelo poder de mercado dos compradores: em primeiro lugar, muitos economistas realmente acreditam que os mercados de produtos finais são mais importantes que os de insumos e, em segundo lugar, que se acredita que não existem diferenças significativas que justifiquem abordagens alternativas entre a concentração dos vendedores e a dos compradores.

A característica da mobilidade dos fatores é particularmente determinante nos mercados de aquisição de insumos para processamento. A existência de fatores de limitação geográfica ou temporal no manuseio de determinado produto faz com que a oferta se torne menos elástica ao preço quando comparada com insumos perfeitamente móveis.

No caso particular sendo aqui estudado, avaliam-se mercados de insumos caracterizados não apenas por uma a oferta geograficamente limitada, mas também por uma

gama de restrições adicionais que introduzem rigidez à livre negociação, entre as quais se pode citar: (1) a natureza plurianual da planta cana de açúcar, que permite um número maior que cinco safras anuais a partir da decisão de plantio, (2) integração vertical parcial como o principal modelo de obtenção do insumo e (3) mecanismos de determinação regional do preço do insumo por negociação coletiva entre associações de ofertantes e demandantes.

A análise do poder de oligopsônio em mercados de insumos agrícolas proposta por Rogers e Sexton (1994) parte da existência de quatro características estruturais destes mercados: (i) os produtos são geralmente comercializados em estado bruto ou perecível, fazendo com que os custos de transporte sejam altos, restringindo a mobilidade geográfica dos produtos e limitando a oferta dos agricultores apenas aos compradores localizados perto do local de produção, (ii) a demanda dos processadores de produtos agrícolas envolve produtos com especificidades técnicas. Determinados insumos normalmente não permitem substituição por um outro produto agrícola. Em terceiro lugar, (iii) os agricultores são especializados no fornecimento de determinadas mercadorias (commodities) através de grandes investimentos em ativos irrecuperáveis. Estes ativos representam barreiras de saída para os agricultores e fazem com que a oferta de produtos in natura apresente inelasticidade. Por fim, (iv) existem (ou estão potencialmente presentes no mercado) cooperativas ou associações de produtores, de forma a fortalecer a parte dos fornecedores nas negociações.

A decorrência destas quatro premissas, no processamento agrícola, é que os mercados onde são obtidos os insumos são geralmente bastante menores em termos de participantes potenciais do que os mercados onde os produtos processados são comercializados. Existindo um número limitado de compradores para a produção de cada fornecedor, estabelecem-se as bases de compreensão de mercados relevantes de insumos que são delimitados pelo espaço e com poder de determinação de preços voltado em favor dos compradores.

Em particular, este trabalho conjuga as premissas de Rogers e Sexton (1994) com respeito à compreensão que as quantidades de insumos sendo demandadas dos fornecedores pelos processadores está diretamente ligada à quantidade de empresas compradoras existentes em uma área geograficamente delimitada. A possibilidade de existir competição por insumos depende da localização das unidades processadoras, dos seus grupos controladores e da capacidade de processamento (economias de escala).

A elaboração de estudos aplicados em nível das empresas ou unidades industriais encontra enormes dificuldades devido à multiplicidade das formas de organização da transação de obtenção de insumo pelas unidades processadoras. É frequente que coexistam estratégias de integração vertical (propriedade de terras com o intuito de produção do insumo para

abastecimento da própria unidade processadora) e outras formas contratuais e não-contratuais de fornecimento de insumos.

Ainda que possam existir referências de preços de comercialização dos insumos, o nível de detalhamento (agregação) observado nas fontes de dados disponíveis não permite a elaboração de estudos em nível das empresas ou das unidades industriais. Este é mais um motivo pelo qual a elaboração de estudos que avaliem a estrutura dos mercados locais de insumos agrícolas dispensando estatísticas de níveis de preços podem render resultados práticos dignos de atenção.

Também deve ser destacado que apesar da existência de um conselho regulador das transações de cana de açúcar (Consecana), este define um valor mínimo para a unidade de comercialização (Açúcares Totais Recuperáveis – ATR), mas não o máximo. Desta forma, ainda que existam contratos vigentes entre usinas e fornecedores independentes que determinam preços da cana de açúcar, existe margem para competição entre os demandantes por realizar pagamentos acima do valor mínimo estabelecido.

Para se compreender a estrutura espacial dos mercados de açúcar e etanol e a dinâmica das mudanças no tempo é preciso entender que o plantio da cana de açúcar para fins industriais não acontece em regiões afastadas das usinas ou destilarias onde acontece o processamento. A cana de açúcar apresenta características biológicas que determinam a necessidade de processamento industrial em poucas horas depois da atividade de colheita, sob pena de grande perda de conteúdo. Esta questão tecnológica determina que a organização espacial da produção de cana de açúcar (etapa agrícola), açúcar e etanol (etapa industrial) seja preferencialmente realizada em um raio geográfico reduzido.

Uma vez que a cana de açúcar precisa ser rapidamente levada do campo à indústria para que não haja perda de eficiência técnica e econômica, verifica-se que a produção originada em uma propriedade agrícola possui um número de hipotéticos processadores limitado pela distância até onde é possível entregá-la em um intervalo de tempo limitado. Por simetria, cada unidade industrial de processamento só pode ser abastecida de forma eficiente por propriedades agrícolas situadas num raio geográfico com o comprimento determinado por esta distância, seja o insumo agrícola cultivado em áreas da própria indústria, de propriedade dos seus acionistas ou de terceiros. Este último modelo de realizar a transação é frequente e equivale a cerca de 35% da quantidade total no Brasil, caso no qual denomina-se o dono da propriedade agrícola como fornecedor de cana de açúcar, arrendatário ou parceiro, a depender do tipo de contrato estabelecido entre as partes.

Uma série de operações que determinaram a mudança de controle e até mesmo a interrupção da operação de usinas está diretamente vinculada à busca por controle de áreas agrícolas próximas às unidades que desejam reduzir a ociosidade. Uma transação recente em que este aspecto foi salientado foi o encerramento das operações da Usina Furlan na cidade de Santa Bárbara d'Oeste (São Paulo), com a cessão das áreas agrícolas para outros grupos que operam nas proximidades. O grupo Furlan, por sua vez, decidiu concentrar suas atividades em uma segunda planta industrial, construída nos anos recentes na cidade de Avaré (São Paulo), como destaca o relatório a respeito desta operação submetido ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica:

> "(...) o intento do Grupo Furlan de concentração de suas atividades industriais na planta localizada no município de Avaré ("USINA AVARÉ"), no estado de São Paulo, em virtude de seu perfil mais moderno e pela possibilidade de expansão da área cultivável contígua a essa unidade. Em decorrência dessa estratégia, informam as Requerentes que parte dos ativos industriais da unidade de Santa Bárbara d'Oeste serão transferidos para a unidade industrial de Avaré." (BRASIL, 2018)

Dificuldades metodológicas para o estudo desta organização espacial surgem na prática. Se pode imaginar o caso de duas usinas localizadas uma bastante próxima da outra para os padrões do setor. No entanto, em função da passagem de um rio pela região, estas usinas situam-se em municípios ou microrregiões diferentes. Um estudo falhará em considerar as relações espaciais advindas da proximidade destas duas unidades (por exemplo, competição por fornecedores de cana) quando atribuir as características de todo o município onde se situam a cada um dos indivíduos nela situados. Este tipo de situação pode ser observado na prática entre as usinas Bazan e Albertina, cuja localização é retratada na Figura 2.1. Estas unidades estão distantes apenas quatro quilômetros entre si e localizadas, respectivamente, nos municípios paulistas de Pontal e Sertãozinho.

Figura 2.1 - Localização das usinas Bazan (à esquerda) e Albertina, nos municípios de Pontal e Sertãozinho. Fonte: Google Earth.

Este tipo de limitação é descrito na literatura de estudos geográficos como o problema da área unitária modificável. Esta questão foi levantada por Gehlke e Biehl (1934) e ganhou a denominação moderna (MAUP) na década de 1980, com a difusão dos programas estatísticos com capacidade para lidar com informações espaciais. O problema descrito é a atribuição arbitrária de uma área como o objeto de análise de uma observação que seria melhor avaliada como um ponto no mapa. Em função da indisponibilidade da informação específica sobre o ponto ou pela praticidade da consideração de uma área (por exemplo, em função de que a utilização de microrregiões cobre 100% do território de um país), o pesquisador termina por inserir uma fonte de viés estatístico.

Este estudo apresenta o problema derivado da MAUP na pesquisa empírica da economia canavieira e uma proposta para contornar este problema pela utilização da localização exata de cada usina ou destilaria, considerando a posição de cada objeto como um ponto no espaço (e não como um território arbitrário). A partir do momento que conhecemos a distribuição dos pontos em um plano bidimensional, torna-se possível mensurar todas as variáveis e índices de forma mais precisa, atribuindo características diferentes para indivíduos, mesmo que se localizem na mesma região administrativa. Corrige-se assim o viés que está presente nos estudos que generalizam o município onde a indústria se localiza como território

de análise. Este procedimento exige a obtenção das coordenadas geográficas de cada unidade industrial na população a ser estudada, o que foi realizado pelo autor.

O comportamento estratégico das empresas, tendo em vista o abastecimento de suas unidades industriais com cana de açúcar é notado quando se verificam os motivos pelos quais algumas unidades encerraram suas atividades nas últimas safras. Foram realizadas aquisições horizontais ou acordos corporativos com o intuito declarado de estabelecer controle sobre as áreas de cana própria e contratos de fornecimento de outras empresas. Situações como a da Usina Santa Luiza (ver Figura 2.2), que foi adquirida por uma holding criada pelos grupos São Martinho e Raízen (Etanol Participações S.A.), que existiu por apenas 8 meses no ano de 2007, com o propósito específico de realizar tal aquisição. A relevância de se investigar a dependência espacial em nível das unidades produtivas (e não por critérios arbitrários como municípios ou microrregiões) se destaca ao se notar que unidades industriais pertencentes a ambos os grupos adquirentes acima citados se localizam a menos de 30 quilômetros da extinta usina Santa Luiza.

Figura 2.2 - Localização da Usina Santa Luzia e suas adquirentes (raios de 15 e 30 Km).
Fonte: Google Earth (2016).

O teste do monopolista hipotético (TMH) é o procedimento apropriado para delinear o mercado relevante. Isto é corroborado pelo fato de que este teste é usado por diversas agências de defesa da concorrência, entre as quais o CADE, o Departamento de Justiça dos EUA e a Comissão Europeia de Concorrência para definir conceitualmente o mercado relevante[5] e as

[5] Para mais detalhes, consulte CADE (2016), FTC (2010) e OJEU (2004).

ameaças do ponto de vista da concentração e poder de mercado. O TMH é um método sistemático usado para determinar a possibilidade de substituição entre produtos. Isso permite agrupar todas as possibilidades de substituição de demanda no menor espaço possível. Este teste também visa determinar se existe um nível suficiente de arbitragem ou substituição entre diferentes grupos de produtos ou áreas geográficas. Se assim for determinado, o grupo de produtos ou regiões estão dentro do mesmo mercado relevante (HALDRUP, 2003).

Empiricamente, no entanto, sua aplicação é bastante limitada. Problemas de ordem teórica e técnica impõem restrições ao seu uso. Consequentemente, uma ampla variedade de técnicas e procedimentos alternativos à abordagem direta têm sido descritos na literatura empírica para se delinear o mercado relevante , entre os quais se pode destacar Haldrup (2003); Geroski e Griffith (2004) e Farina *et al.* (2008).

No caso dos mercados de cana de açúcar, no entanto, algumas características relacionadas à avaliação do delineamento do mercado relevante são atenuadas. Em primeiro lugar, estamos lidando com uma cadeia de insumos em que a principal matéria-prima frequentemente apresenta integração vertical no elo entre fazendeiros e usinas. Portanto, não temos problemas em definir os agentes envolvidos em cada lado desse mercado: produtores que produzem cana e vendem para usinas. que utilizam este insumo quase que exclusivamente para a produção de açúcar e etanol.

Em nível do produto, por ser um insumo básico utilizado para produzir açúcar e etanol, a cana não tem substitutos, a menos que se considere alguns casos pontuais nos quais se utiliza o milho para a fabricação de etanol, o que é muito pouco representativo no cenário atual no Brasil. Reforçando: ainda que o açúcar possa ser obtido de outras fontes (como a beterraba açucareira, por exemplo) e o etanol possa ser produzido a partir do milho e outros produtos ricos em celulose, a produção de ambos no Brasil é baseada predominantemente na cana de açúcar. As usinas brasileiras são projetadas e construídas para processar primordialmente a cana de açúcar e as exceções são incipientes. Estas características limitam o mercado relevante a um único produto: a cana de açúcar. Assim, a principal preocupação na investigação aqui proposta está vinculada aos limites do mercado geográfico deste produto.

A inclusão de variáveis que representam a distribuição espacial de um conjunto de unidades industriais possui grande relevância na investigação sobre o comportamento estratégico das empresas. A preocupação com a obtenção de um nível mínimo de insumos é um aspecto central na produção agroindustrial. Nos casos em que uma fábrica entra em operação

num nível de atividade inferior ao ideal, são esperadas perdas de produtividade e aumento dos custos médios.

Quando se verificam limitações temporais no comércio de um insumo-chave, como é o caso do setor em análise, a existência de uma organização espacial com um conjunto de fábricas vizinhas operando sob controle de uma mesma empresa leva a um poder de monopsônio no mercado deste fator de produção, o que pode conferir lucros econômicos positivos para a referida empresa. No caso diametralmente oposto, quando um fornecedor do insumo possui um grande número de potenciais compradores para sua oferta, o mercado reunirá as condições para que se verifique um ambiente competitivo, no sentido de fazer desaparecer o efeito do poder de monopsônio.

Adicionalmente, é preciso considerar não apenas a distribuição espacial do controle das fábricas, mas também o nível de integração vertical observado na transação de obtenção do insumo. Conforme descrito em Bastos e Moraes (2014), o setor sucroenergético apresenta elevada heterogeneidade no que diz respeito às formas de governança observadas na obtenção da cana de açúcar. Portanto, cabe a elaboração da hipótese que um nível elevado de suprimento próprio de insumos (integração vertical) em uma unidade industrial (ou um conjunto delas) pode se configurar em vantagem competitiva perante competidores locais que tenham que buscar seus fatores em modelos contratuais ou negociação à vista, possivelmente enfrentando riscos de ociosidade e pagando um preço mais elevado.

Enfim, será avaliada se os clusters espaciais identificados podem ser tomados como potenciais determinantes de eventos de paralisação (falências e interrupção da atividade de processamento) de unidades produtoras. Mesmo sabendo que há possibilidade de que os clusters criem externalidades positivas - *spillover* - (que sustentem níveis de produtividade elevados mesmo para unidades de menor porte), considera-se que a entrada de competidores por matéria-prima, em alguma medida, possa ser apontada como um dos fatores que afetam negativamente o desempenho de empresas.

Neste sentido, a introdução de um mapeamento das coordenadas de localização das unidades industriais pode contribuir com a construção de variáveis relevantes para a análise das condições de demanda por cana de açúcar.

O estudo apresentado neste capítulo colabora com a literatura sobre o funcionamento de empresas e a oferta de açúcar, etanol e demais produtos do setor sucroenergético ao discutir a relação entre as condições operacionais do mercado dos insumos agrícolas e a viabilidade de operação das usinas frente às mudanças nas atividades das usinas vizinhas.

2.6. Metodologia e construção da Base de Dados

A construção do conjunto de dados aqui analisado partiu da coleta das informações de edições anuais do Anuário da Cana (2001-2016), publicação que apresenta informações sobre o nome, grupo empresarial controlador, quantidade de cana de açúcar processada e quantidades de produto de todas as usinas e destilarias do país. Por se tratar de publicação elaborada por uma empresa privada, a resposta das empresas participantes aos questionários propostos tem caráter meramente voluntário e não define uma estatística oficial do setor. Infelizmente, não se dispõem de informações públicas e acessíveis em nível das unidades de processamento.

Apesar de a construção da base de dados depender da contribuição voluntária das empresas, foi possível obter um número bastante elevado de informações no nível das usinas e destilarias. Eventualmente, por se tratarem de dados coletados em pesquisas de diversos anos, não foi possível obter dados para todas as unidades produtoras em todos os períodos. Além do obstáculo eventualmente encontrado de ausência de respostas por parte do entrevistado, houve inauguração de novas unidades que não existiam no começo do período de estudo, e a saída de diversos indivíduos da população, seja por falência ou mera paralisação das atividades.

Ao longo dos anos safra analizados, foram identificadas 475 (quatrocentas e setenta e cinco) indivíduos, dos quais 393 (trezentos e noventa e três) atenderam aos critérios exigidos para participação no estudo, que foram: (i) a informação sobre as coordenadas de localização exata do parque industrial, o que foi possível obter para a totalidade dos respondentes, (ii) disponibilidade de dados sobre o processamento de cana de açúcar no parque industrial em questão por, no mínimo, duas safras, de modo que fosse possível obter dados de variações porcentuais e (iii) presença de, no mínimo, um outro indivíduo na análise em um raio de 60 quilômetros, para efeito de construção da matriz de ponderação espacial.

Nas Figuras 2.3, 2.4 e 2.5 são apresentadas as localizações da unidadades produtoras de açúcar e etanol que operaram no período 2001 a 2016. A primeira mostra a distribuição espacial no território nacional, a segunda no Centro-Sul e a terceira no Norte-Nordeste.

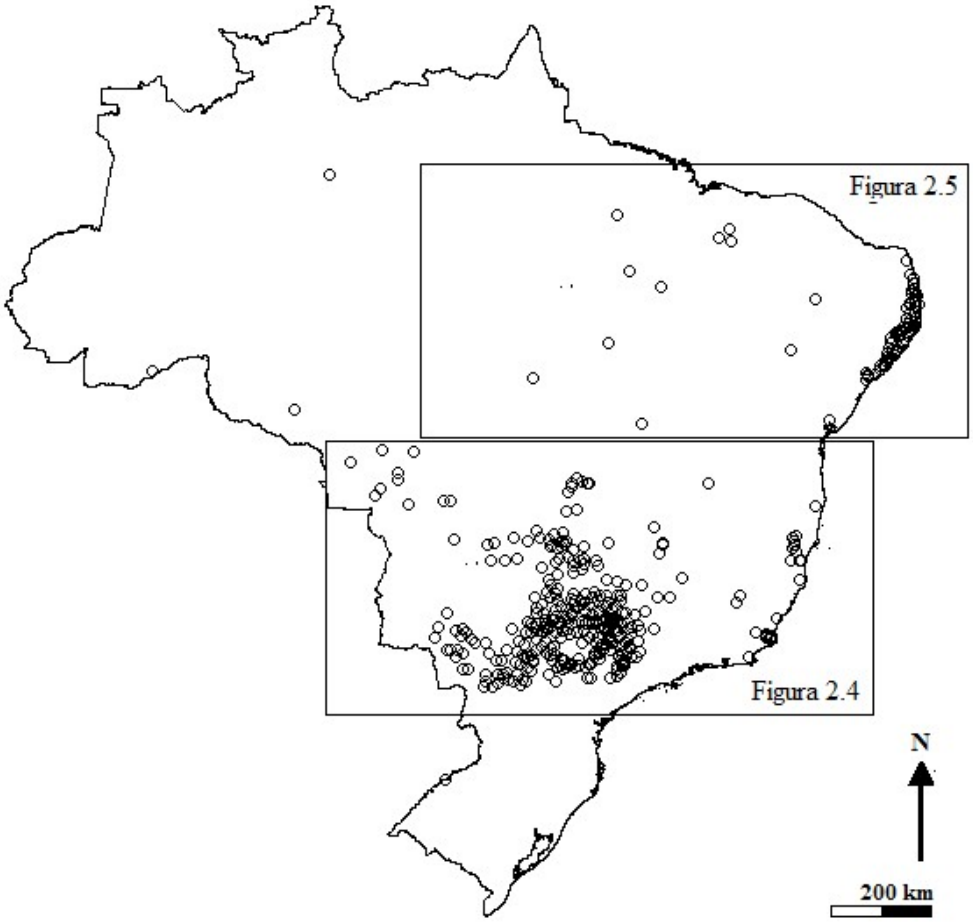

Figura 2.3 - Mapa das usinas e destilarias no Brasil. Fonte: dados compilados pelo autor a partir de Anuário da Cana (2001-2016)

Diversos estudos setoriais recentes na avaliação do setor sucroenergético brasileiro se apoiam na comparação de estatísticas ou resultados de análises derivadas da observação de características sobre o processo produtivo de açúcar e etanol. Uma das categorias frequentemente usadas para separação das unidades industriais em grupos de análise parte da definição de regiões com base nas fases de expansão do cultivo da cana de açúcar ao longo das últimas décadas.

O período de investigação aqui proposto abrange dados coletados em dezesseis safras anuais ocorridas entre 2001 e 2016, nos quais foi possível coletar dados sobre o processamento de cana de açúcar de aproximadamente 475 unidades pertencentes a mais de 180 grupos empresariais. Estes dados incluem informações sobre a localização individual de cada parque industrial (coordenadas de latitude e longitude) e quantidade de cana de açúcar processada por safra, em cada unidade, ao longo do tempo.

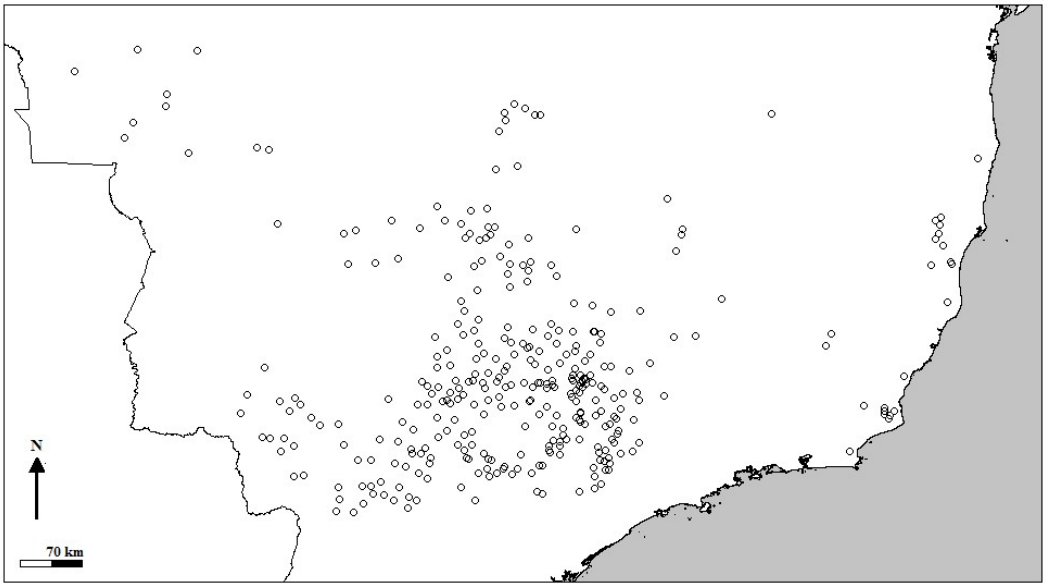

Figura 2.4 - Mapa das usinas e destilarias no Brasil - região Centro-Sul.
Fonte: dados compilados pelo autor a partir de Anuário da Cana (2001-2016)

A distribuição espacial das usinas da região Centro-Sul apresenta grande incidência de unidades no interior do estado de São Paulo, com um número mais elevado de observações nas mesorregiões localizadas nas porções norte e oeste, ou seja: Ribeirão Preto, Araraquara, Piracicaba, Bauru. São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente.

Também se encontram uma grande quantidade de usinas nas regiões norte do estado do Paraná, na parte oeste do estado de Minas Gerais (mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba) e também na parte sul dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. Também apresentam usinas e destilarias os estados de Mato Grosso, Rio de Janeiro e Espírito Santo, sendo incipiente o número em outros estados.

Na região Nordeste, já à primeira vista destacam-se dois padrões de localização espacial. O primeiro é formado por um grupo concentrado de unidades localizadas com grande proximidade entre si. Situadas entre os municípios de Aracaju e Natal, este território atravessa os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Esse agrupamento de unidades industriais que supera o número de cinquenta é caracterizado pela ocupação costeira do território. A distância até o Oceano Atlântico jamais supera 75 quilômetros, havendo exemplo de unidades localizadas a menos de 10 quilômetros da costa.

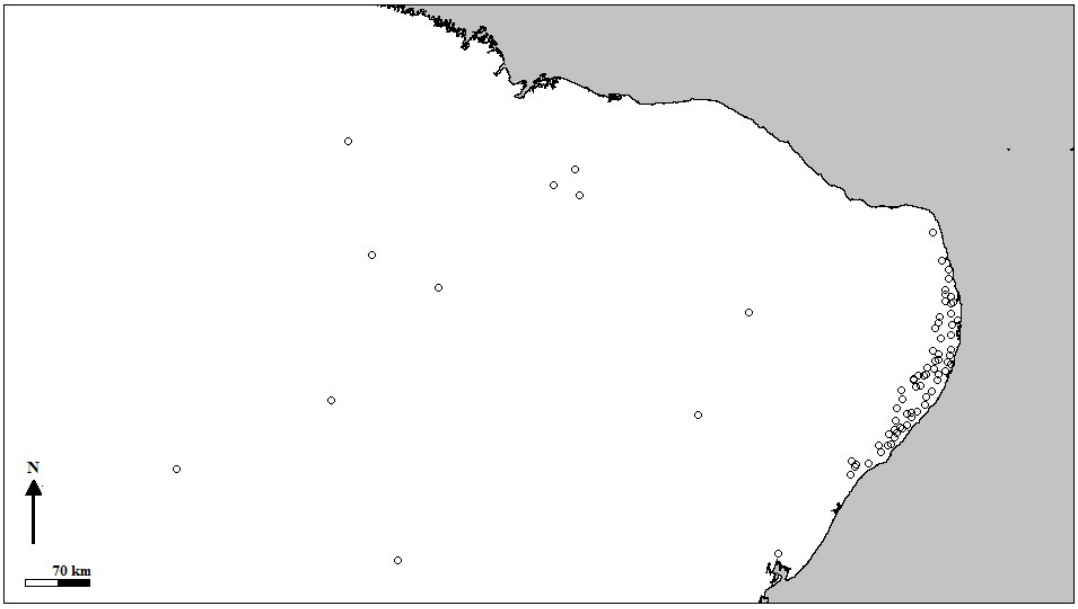

Figura 2.5 - Mapa das unidades industriais no Brasil - região Norte-nordeste.
Fonte: dados compilados pelo autor a partir de Anuário da Cana (2001-2016)

As demais unidades localizadas nas regiões Norte e Nordeste fogem ao padrão definido anteriormente. Situam-se em regiões afastadas do litoral e apresentam característica de isolamento, ou seja, grandes distâncias entre si e outras usinas, tornando improvável a identificação de padrões espaciais para estas unidades em razão da inexistência de vizinhanças.

A introdução de um mapeamento das coordenadas de localização dos parques industriais pode contribuir com a geração de variáveis relevantes sobre as condições de demanda no mercado de terras, a interação entre usinas e seus fornecedores, transporte e (particularmente no que interessa a este estudo) a identificação de situações de desempenho econômico ruim causado pela excessiva quantidade de competidores disputando o mesmo território.

Arbia *et al.* (2016) debatem as limitações da pesquisa com dados geográficos que são formatados através da imposição de territórios definidos de forma arbitrária. Esta formatação impede que sejam atendidos os pressupostos dos modelos teóricos de surgimento e desaparecimento de empresas, pois estes estão baseados no comportamento de agentes individuais e só podem ser testados em modelos regionais valendo-se da hipótese pouco provável de que as firmas sejam homogêneas na sua escala, configuração produtiva e que ocupem o espaço de modo uniforme.

O interesse pelo uso de dados em nível de empresas busca preencher a lacuna teórica causada pela definição *a priori* da ocupação do espaço. Quando possível, a utilização de dados

em nível das unidades industriais é a tentativa mais direta no caminho da resolução do problema MAUP na pesquisa de sobrevivência dos negócios. As ferramentas utilizadas nos estudos encontrados frequentemente se valem da técnica estatística denominada análise de sobrevivência.

Essencialmente, para que a pesquisa com dados espaciais apresente efeitos mensuráveis, é preciso transformar a informação obtida na forma de coordenadas em um mapa bidimensional em uma base de dados que possa ser interpretada pelos pacotes estatísticos utilizados regularmente. A manipulação dos dados de localidade é geralmente realizada através da obtenção de áreas demarcadas (polígonos) ou de um conjunto de pontos (definidos por sua latitude e longitude). É com este último tipo de dados que se está lidando nesta pesquisa.

Existem programas eletrônicos de código-aberto na internet que permitem manipular e organizar os dados espaciais, entre os quais se pode citar os softwares GeoDa e QGis. Uma aplicação nacional, desenvolvida no Ipea (IpeaGeo) foi testada, porém a interface ainda apresenta recursos bastante defasados em relação aos demais, motivo pelo qual foi preterida em favor do software GeoDa.

A geração da primeira estatística derivada das informações de geolocalização das unidades produtivas foi a criação da matriz de ponderação espacial. Tal procedimento, detalhadamente descrito em Almeida (2012, p. 74) consiste de se especificar "um determinado arranjo espacial das interações resultantes do fenômeno a ser estudado". Para o caso aqui analisado, no qual pontos bidimensionais representam unidades industriais, trata-se de explicitar até qual magnitude se deseja que os atributos de um dado ponto sejam contrastados com os demais. Esta medida pode ser estabelecida na forma de contiguidade ou na forma de uma matriz de proximidade geográfica.

A noção de ponderação espacial baseada na contiguidade parte da avaliação de que duas regiões compartilhem uma fronteira comum. Tomando a convenção das movimentações das peças no jogo de xadrez, diversos padrões de contiguidade são obtidos, tais como "rainha", "bispo" e "torre" para definir os vizinhos imediatos de cada região. No entanto, este tipo de ponderação não interessa ao estudo aqui realizado, pois os dados são apresentados na forma de pontos. O critério de proximidade a ser adotado neste estudo é do tipo distância geográfica, através do qual se definem como vizinhos os pontos que estejam dentro de um determinado raio estabelecido a partir do ponto de referência.

No contexto de análises de processos espaciais, este critério é denominado função K

de Ripley. A determinação de vizinhanças espaciais de acordo com o critério K de Ripley foi desenvolvida por Ripley (1981) e aperfeiçoada por Cressie (1991). Uma aplicação relacionada à mortalidade e sobrevivência pode ser encontrada em Reader (2000). Como a distância entre dois pontos é uma medida que não depende da referência, trata-se de uma matriz simétrica, ou seja:

$$d_{ij} = d_{ji} \qquad \text{para todo } i \neq j \tag{2.1}$$

A análise exploratória de dados espaciais (AEDA) é um ramo das técnicas denominadas "econometria espacial" que busca complementar as técnicas estatísticas clássicas incorporando os aspectos espaciais dos dados sob análise. Almeida (2012) explica que a econometria espacial tem como escopo "especificar, estimar, testar e prever modelos teóricos influenciados pelos efeitos espaciais".

Neste estudo, a AEDA é usada com o intuito de promover a descrição de características que só podem ser reveladas através da observação espacial. Busca-se uma compreensão da distribuição e da interação dos indivíduos no espaço para identificar a existência de regimes espaciais comuns (associação ou dependência espacial) e distinguir aqueles indivíduos cujo comportamento não recebe influência dos demais.

A partir da ideia de Tobler (1970), de que os fenômenos geográficos são mais relacionados quanto menor for a distância entre eles, a premissa considerada no conceito de dependência espacial é que as escolhas econômicas dos agentes são determinadas pelas decisões tomadas por outros agentes. Quanto maior a proximidade geográfica entre estes agentes, maior é a chance de que as escolhas interfiram nas oportunidades dos outros, mutuamente. Ou seja, a metodologia aqui proposta destina-se a avaliar, ao longo do tempo, os impactos da interação de agentes que se situam geograficamente próximos.

Conforme apresentado anteriormente, cada indivíduo aqui tratado é uma usina ou destilaria de cana de açúcar localizada no território brasileiro, da qual se tem a informação de sua geolocalização por coordenadas e nível de atividade em safras recentes.

Em um cenário de redução da produtividade agrícola combinado com a restrição da mobilidade geográfica, a quantidade ofertada do insumo dentro do raio viável de demanda para cada estabelecimento se torna menor. Este processo acentua a situação de ociosidade industrial. Na perspectiva da operação de firmas multiplantas, podem surgir incentivos para a desativação

de uma ou mais fábricas, de forma a manter as outras unidades industriais com nível adequado de suprimento de insumos.

No entanto, caso a estrutura de mercado regional se apresente com baixo nível de concentração horizontal (diversas empresas disputando a oferta de insumo), o resultado aponta para o fato de que as unidades menos eficientes podem passar a sofrer com problemas de abastecimento que inviabilizem sua operação lucrativa.

A configuração da estrutura de mercado entre os compradores define, portanto, a possibilidade de que determinados estabelecimentos tenham sua atividade interrompida com o objetivo de redução da ociosidade nas unidades que operam ou ainda a situação de interrupção devido à incapacidade de sustentar a escala de processamento em um nível que permita a adequada eficiência de custos.

A análise aqui apresentada trata da concentração espacial das atividades industriais das empresas no processamento de um insumo essencial cuja oferta é geograficamente limitada. Sempre deve ser levado em conta que a quantidade de insumo processada por uma dada unidade industrial é impactada pelas condições do mercado regional, particularmente: (1) à escala de processamento das empresas competidoras, (2) à concentração de mercado entre os demandantes do insumo e (3) à presença de competidores com acesso a financiamento por capital estrangeiro.

O insumo essencial (cana-de-açúcar) possui a característica de uma matéria-prima a ser diretamente transformada no produto final e cuja transação entre o ofertante do insumo e o processador possui restrições geográficas à distância de transporte. Obter insumos cuja oferta está localizada a uma distância muito elevada é economicamente inviável devido aos custos de transporte. Por este motivo, o mercado relevante para obtenção do insumo é aqui tratado como a área formada por um círculo cujo raio é calculado a partir da localização de uma unidade industrial demandante. Naturalmente, outras unidades industriais poderão estar localizadas dentro do círculo de raio determinado e são individualmente classificadas como competidoras ou não de acordo com a empresa controladora desta unidade ser (ou não) a mesma da unidade de referência.

A evidência indica que a distância física entre o local de plantio e a usina deve ser pequena para que a operação seja lucrativa e para que não ocorram perdas na qualidade da cana de açúcar. No entanto, não se pode afirmar que exista uma distância exata para determinar a inviabilidade econômica do transporte de cana de açúcar para uma dada usina. Na prática, essa

distância é determinada por parâmetros como a geografia da região, qualidade das rodovias e estradas secundárias e o tipo de veículos utilizados.

Waack e Neves (1998), por exemplo, sugerem que o custo para transportar cana de açúcar para usinas localizadas fora de um raio de 50 km definitivamente inviabilizaria o processamento. Caixeta Filho e Martins (2001) indicam, no entanto, que este raio seria de fato cerca de 30 km. Marquesini, Sanches e Souza (2006), com base em um estudo de caso realizado em 17 unidades de colheita da fábrica de São Domingos em Catanduva (SP), encontraram um raio médio de 42,7 km da fábrica. O maior raio se estendeu por 53,4 km, suportando a posição de que distâncias fora desse raio tornariam a logística economicamente inviável.

Françoso et al. (2017) dados coletados no projeto "Levantamento dos custos de produção de cana de açúcar de fornecedores" (PECEGE, 2015) e concluem que a distância média de transporte da cana se situa em aproximadamente 25 Km, com os custos médios de colheita, transbordo e transporte (por quilômetro) se elevando de forma mais expressiva a partir desta distância.

Portanto, com base nas evidências encontradas, o presente estudo estipula o mercado relevante tendo um raio de 60 km (equivalente a duas vezes o raio máximo ideal para uma usina obter cana). Caso duas usinas se localizem a uma distância menor que este valor, elas são tratadas como vizinhas concorrentes no mercado de cana de açúcar local. Estabelecemos a hipótese de que as usinas demandam cana de açúcar produzida pelas próprias usinas ou por produtores independentes localizados dentro da área delimitada. Da mesma forma, está hipoteticamente definido que os fornecedores apenas atendem compradores localizados dentro do mesmo raio.

2.6.1 Índice Herfindahl-Hirschman espacial

O índice de concentração de mercado HHI é calculado, então, a partir das parcelas de mercados de cada empresa competidora no espaço do mercado de obtenção do insumo por cada unidade industrial. As parcelas de mercado de cada empresa são obtidas pelo somatório da quantidade de insumo processada pelas unidades industriais das empresas atuantes no mercado relevante (Figura 2.6).

Uma circunferência com raio de comprimento r é determinada a partir da localização da unidade $i_0 = (x_0, y_0)$. Dentro desta circunferência estão contidos os elementos (outras unidades) cuja distância até a unidade i é menor que o raio da circunferência determinada $(d \leq r)$.

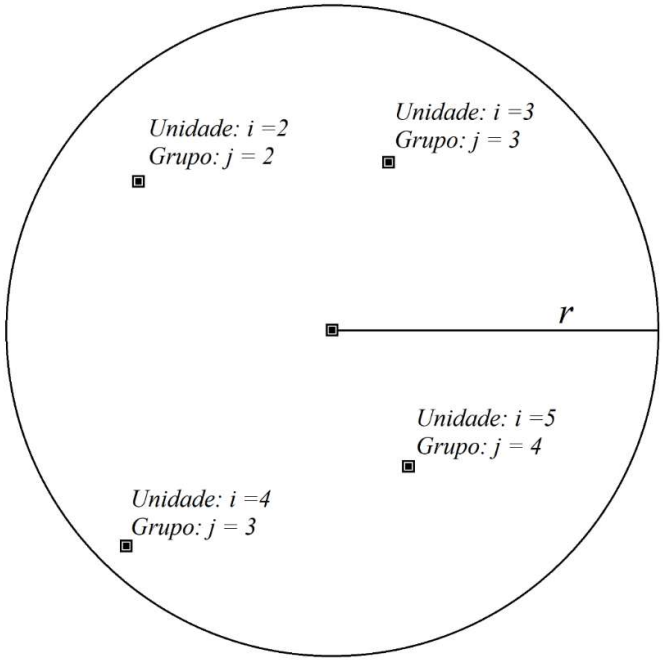

Figura 2.6 - Representação das unidades observadas no raio de uma usina hipotética (n = 5 e G = 4).

Dentro da circunferência de raio r estão localizadas as seguintes unidades:

$$i = \{i_o, i_1, \dots, i_w\} \tag{2.2}$$

As unidades localizadas dentro da circunferência são controladas pelas empresas:

$$j = g(i) = \{0, 1, \dots, G\} \tag{2.3}$$

Quantidade de insumo processada pelas unidades de uma empresa ($j = G^*$) no mercado i corresponde ao somatório da atividade de cada uma das unidades (Q_i):

$$Q_{ji} = \sum_{i=0}^{n} Q_i \cdot I(j = G^*) \tag{2.4}$$

Onde $I(\cdot)$ representa uma função identificadora que assume valor $I(\cdot) = 1$ para todas as unidades pertencentes à referida empresa ($j = G^*$) e assume o valor $I(\cdot) = 0$ para as unidades das demais empresas. O somatório da quantidade de insumo processada por todos os grupos

atuantes no mercado i é definido pela soma de todos os termos de Q_j para cada uma das empresas atuantes (elementos do conjunto $j = \{0, 1, \dots, G\}$.

$$Q_i = \sum_{j=0}^{G} Q_{ji} \tag{2.5}$$

Parcela do mercado do insumo processada pelo grupo $j = G^*$ no mercado i:

$$s_{ji} = \frac{Q_{ji}}{Q_i} \tag{2.6}$$

Índice de concentração no mercado i é expresso pelo termo H_i. Este índice possui um valor para cada unidade, calculado a partir da atividade observada no seu mercado relevante, determinado pelo raio r e as empresas atuantes dentro deste território:

$$H_i = \sum_{j=0}^{G} {s_{ji}}^2 \tag{2.7}$$

O índice de concentração de mercado representa as condições da competição local observada entre os demandantes dos insumos que possam ser transportados para cada uma das unidades existentes no raio viável de transporte. O índice apresenta apenas valores não-negativos contidos no intervalo abaixo.

$$0 \leq H_i \leq 1 \tag{2.8}$$

2.6.2 Taxa Padronizada de Mortalidade

Esta estatística, para o qual será atribuída a sigla SMR, do termo em inglês *Standardized Mortality Rate* é um índice que representa a proporção relativa de um evento de interesse (particularmente neste estudo, a falência ou a interrupção de atividade industrial) dentro da área de vizinhança relativamente à ocorrência relativa deste evento em toda a população sob análise.

Partindo da contagem de número de eventos N_i em uma região definida e o total de indivíduos P_i presentes nesta mesma região, a seguinte razão define a ocorrência relativa de casos:

$$R_i = \frac{N_i}{P_i} = \frac{Número\ de\ Eventos\ na\ Região\ i}{Indivíduos\ na\ Região\ i} \tag{2.9}$$

Caso a área de estudo fosse definida incluindo todos os indivíduos da população, o índice geral de ocorrência do evento estaria definido como:

$$R = \frac{\sum N_i}{\sum P_i} = \frac{Total\ de\ Eventos}{População\ Total} \tag{2.10}$$

Caso a distribuição espacial de ocorrência dos eventos em toda a população fosse uniforme, se poderia esperar que o número de eventos registrados em cada área fosse dado pela multiplicação da taxa de ocorrência média R pelo número de indivíduos sujeitos ao evento nesta área P_i.

$$E_i = R \cdot P_i \tag{2.11}$$

A Taxa Padronizada de Mortalidade é então definida como a razão entre a ocorrência de registros do evento na região i relativamente ao valor esperado da ocorrências na média da população.

$$SMR_i = \frac{R_i}{R} = \frac{N_i/P_i}{E_i/P_i} = \frac{N_i}{E_i} = \frac{Número\ de\ Eventos\ na\ Região\ i}{Expectativa\ de\ Eventos\ na\ Região\ i} \tag{2.12}$$

Caso o índice SMR_i se situe entre zero (valor mínimo) e a unidade, está caracterizada a situação em que a mortalidade registrada na referida região é menor do que a expectativa para

esta região, definida pela média. Valores acima de um inteiro indicam uma ocorrência relativa de eventos acima do esperado.

A aplicação do conceito da Taxa Padronizada de Mortalidade é realizada em uma ampla gama de áreas onde se deseja analisar a frequência da ocorrência de fatalidades no espaço. Este método é bastante utilizado na pesquisa epidemiológica espacial[6], mas existem diversas publicações com aplicações à teoria econômica e ciências sociais, como Erdogan (2009) e Falagas et. al (2009)

O resultado esperado da interação desta variável com a concentração de mercado HHI espacial é a observação de uma coincidência de ocorrência de eventos de mortalidade da indústria (SMR alto) em regiões onde o processo de concentração de mercado tenha se intensificado, ou seja, o índice HHI tenha apresentado aumento mais expressivo no periodo de análise.

2.7. Resultados

A retração da atividade setorial na segunda metade do período de estudo foi uma tendência comum entre as regiões Centro-sul e Nordeste. É possível constatar que, na década de 2000, a expansão no processamento de cana de açúcar foi ampla e territorialmente generalizada (Figuras 2.7, 2.8 e 2.11). Exceções, ou seja, a redução do processamento ainda na década de 2000 foram registradas apenas no estado do Rio de Janeiro (de forma intensa) e em pequenas áreas de borda nos estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, onde a possibilidade de existência de efeitos fronteira (*edge effect*) devem ser lembrada para atenuar esse resultado.

Ao se comparar as Figura 2.7 e 2.8, referentes ao processamento na região Centro-sul, se nota que, após 2009 se inicia um processo de retração mais intenso nas regiões tradicionais do interior paulista, abrangendo as áreas nos arredores das cidades de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Araçatuba.

Uma segunda região que enfrentou redução do processamento total de cana-de-açúcar é observada mais ao sudoeste, na região de Ourinhos. Esta região se diferencia da anterior pelo intenso processo de mortalidade registrado, conforme a visualização da Figura 2.10.

[6] Elliott e Wartenberg (1994)

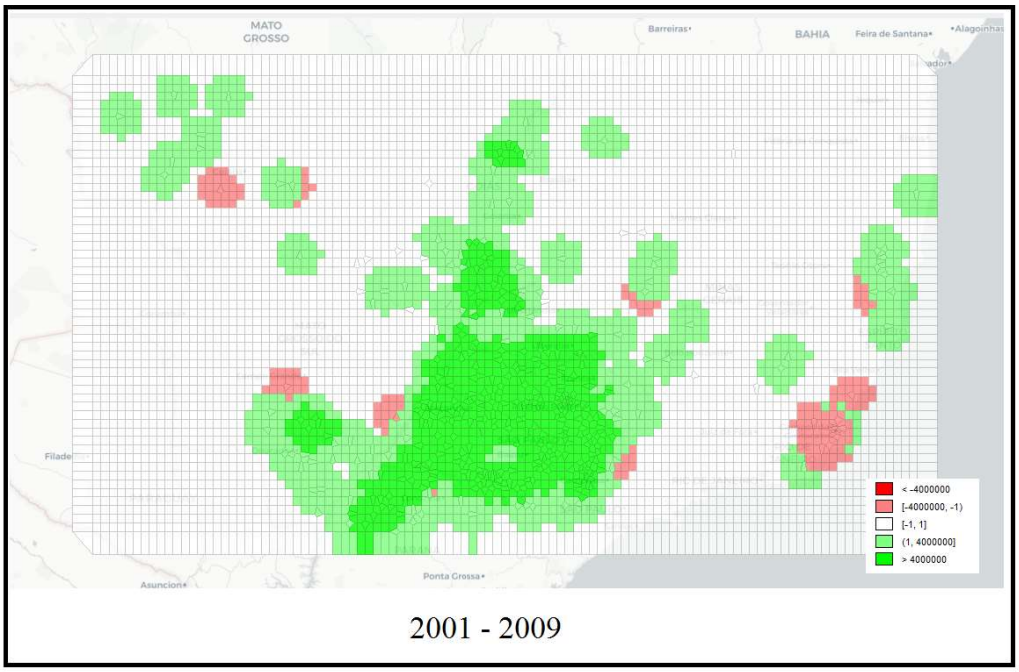

Figura 2.7 - Variação do processamento de cana de açúcar acumulado no raio de 60 Km entre 2001 e 2009 – Região Centro-Sul. Fonte: dados da pesquisa.

Como esperado, as regiões ao sul dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul descrevem as regiões onde a expansão do processamento foi ampla tanto na década de 2000 como após 2010 (regiões em verde escuro na Figura 2.8). Estas regiões são caracterizadas por uma desconcentração da produção (redução do índice HH entre os períodos), coerente com o processo de inauguração de usinas e um número mais elevado de grupos demandando cana-de-açúcar. As taxas padronizadas de mortalidade também apresentam valores abaixo de 1,0 (um), o que indica que não foi registrado um processo intenso de falências ou interrupções (ainda que estas tenham ocorrido também nas áreas de expansão).

Uma evidência da importância da observação dos dados em um nível geográfico mais detalhado do que as fronteiras estaduais é apresentada pela situação do estado de Minas Gerais, onde a maior parte das usinas se localiza entre o norte paulista e o sul do estado de Goiás. As usinas desta região localizadas mais ao sul do Triângulo Mineiro (próximos à divisa de estado com São Paulo) apresentaram desempenho bastante inferior e taxas padronizadas de mortalidade mais altas do que aquelas usinas localizadas próximas à divisa de Goiás.

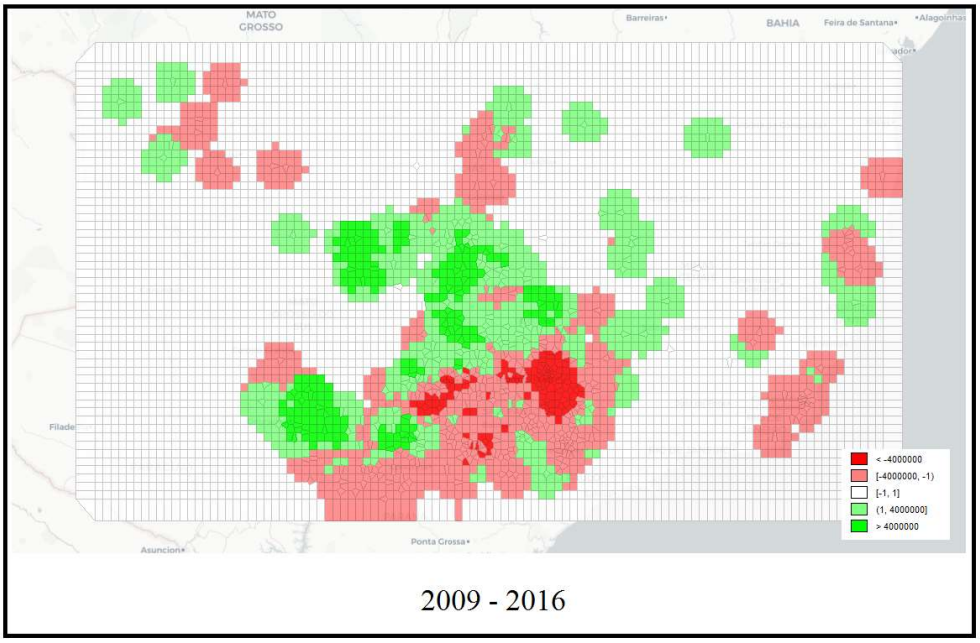

Figura 2.8- Variação da quantidade de cana de açúcar processada (ton.) em um raio de 60 Km entre 2009 e 2016 – região Centro-Sul. Fonte: dados da pesquisa.

As figuras 2.9 e 2.10, abaixo, apresentam os resultados calculados para os índices de concentração de mercado regional (HHI) e as taxas padronizadas de mortalidade (SMR) em um raio de 60 Km a partir da localização exata da área industrial de cada usina na região Centro-sul do Brasil.

A leitura dos mapas de concentração de mercado e mortalidade trazem indícios de que o processo de interrupção da atividade de usinas e destilarias de cana-de-açúcar no Centro-sul não obedeceu a um processo espacialmente uniforme. As regiões onde se verificaram taxas mais elevadas de mortalidade de usinas são também caracterizados pelo aumento na de concentração de mercado na etapa de obtenção do insumo agrícola.

Outro aspecto relevante é a associação da mortalidade com a atividade nas usinas vizinhas. A mortalidade de usinas mais intensa se mostrou espacialmente associada às áreas onde a redução da produção de cana-de-açúcar em um raio de 60 Km foi identificada como mais acentuada.

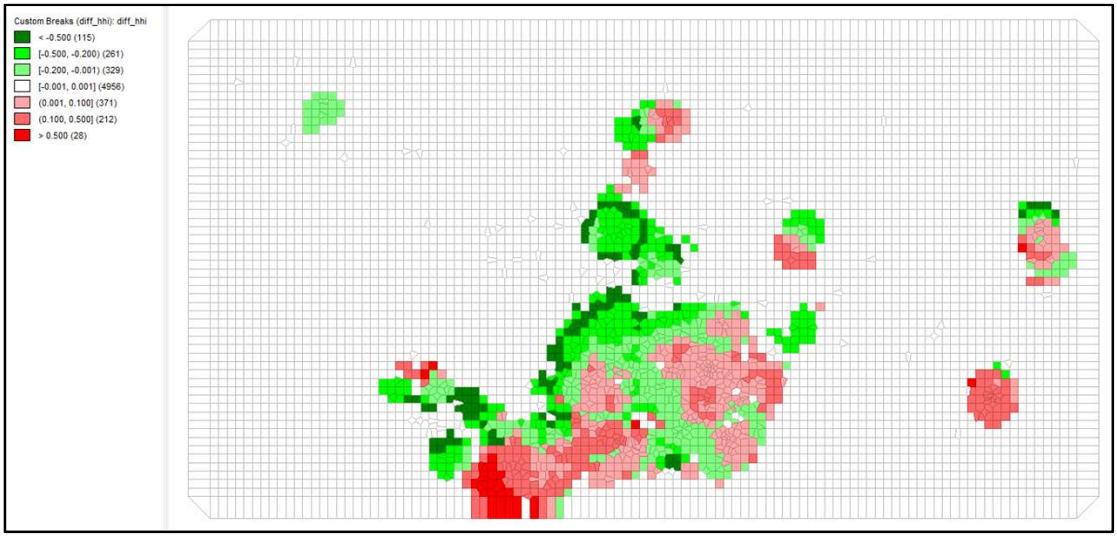

Figura 2.9 - Variação no índice HHI de Concentração Espacial no Processamento de Cana-de-açúcar: 2016 vs. 2001 – região Centro Sul. Fonte: dados da pesquisa.

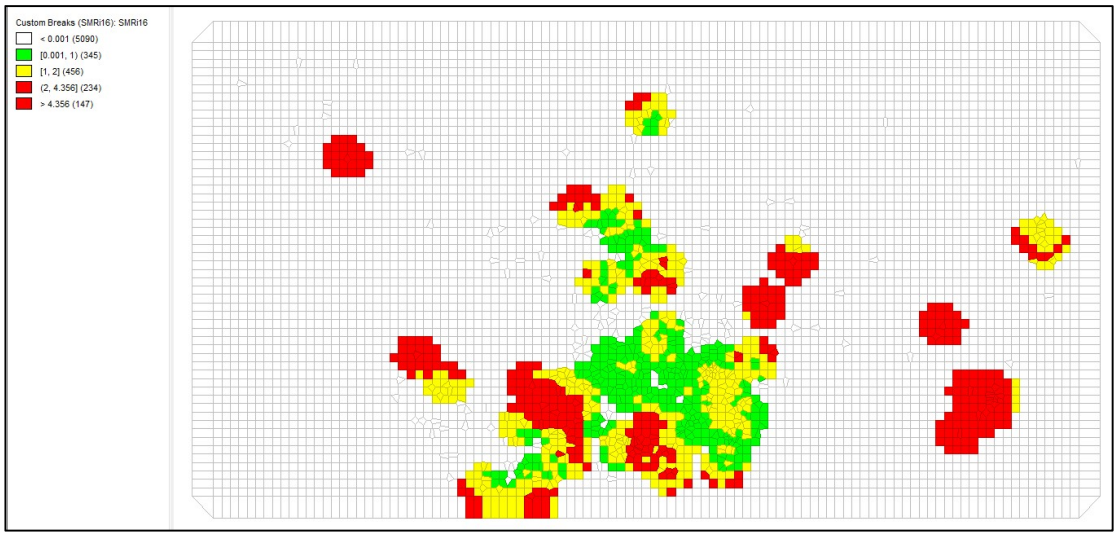

Figura 2.10 - Taxa Padronizada de Mortalidade (SMR) 2001 - 2016 na região Centro Sul. Fonte: dados da pesquisa.

A região de Ribeirão Preto se apresenta como exceção à regra, pois, apesar da situação de interrupção de atividade de um grande número de unidades de processamento, o mercado local ainda é relativamente bastante disperso. Verifica-se um nível elevado de concorrência, com diversos grupos como potenciais demandantes de cana-de-açúcar e baixa concentração de mercado quando comparado ao cenário nacional.

Tabela 2.1 - Regiões com com Taxa Padronizada de Mortalidade alta no Centro-sul

Regiões com SMR elevado:	
Ribeirão Preto	HHI baixo
Pontal do Paranapanema	HHI alto
Ourinhos	HHI alto
Campos dos Goytacazes	HHI alto

Fonte: dados da pesquisa.

Apesar de registrada uma elevação da concentração espacial, a região tradicional nos arredores de Ribeirão Preto segue apresentando um índice HH bastante inferior ao de outras regiões do interior paulista. Este fato sugere que o aumento da capacidade de processamento nas usinas da região inviabilizou a atividade econômica em unidades de menor porte, restando a estas a incorporação por grupos maiores (com vistas à ampliação das áreas de colheita destes), como sugerem os casos das usinas São Carlos em Jaboticabal, Santa Luiza em Motuca e, mais recentemente, da Usina Furlan em Santa Bárbara d'oeste.

Em contraste direto à situação da tradicional Ribeirão Preto, o cenário do oeste do Paraná se destaca. A concentração espacial da atividade aumentou de forma ainda mais intensa, com a parcela de mercado do grupo Santa Therezinha (Usaçúcar) se elevando por meio da inauguração de unidades tipo *greenfield* e, principalmente, pela aquisição de unidades concorrentes, sem que tenha ocorrido o processo de paralisação ou encerramento de atividades.

Entre as regiões em que se verificou expressiva redução da concentração espacial do processamento de cana-de-açúcar se destaca a região ao sul do estado de Goiás, particularmente entre as cidades de Itumbiara e Rio Verde. O grande número de novas usinas instaladas em um território onde já havia uma atividade canavieira relativamente consolidada abriu espaço para a pluralidade de grupos empresariais sem que fosse observada grande nível de mortalidade entre as empresas atuantes no começo do período de análise.

Tal fenômeno se reproduziu de forma bastante semelhante na parte sul do Triângulo Mineiro, onde uma forte redução dos índices de concentração. Este processo foi conduzido também pela forte ampliação do número de unidades processadoras na região e, mesmo com a presença de grandes grupos como Bunge e Delta Sucroenergia adquirindo unidades, não se verificou aumento de concentração econômica ou altas taxas de mortalidade. Espacialmente,

este processo de expansão competitiva parece alcançar regiões do noroeste paulista e a porção leste do Mato Grosso do Sul.

A interpretação dos resultados sugere que não se pode rejeitar a idéia de que o processo de competição por insumos em um cenário de restrição geográfica ao seu transporte esteve relacionado ao processo de falências de usinas e destilarias de cana-de-açúcar no Centro-sul.

Tabela 2.2 - Regiões com com Taxa Padronizada de Mortalidade baixa no Centro-sul

Regiões com SMR baixo:	
Norte do Paraná	HHI alto (aquisições Usaçúcar)
Mato Grosso do Sul / Goiás	HHI muito alto (*greenfields*)

Fonte: dados da pesquisa.

Na região Nordeste, a distribuição espacial da atividade das usinas é marcada pela redução do processamento durante a década de 2000 em uma área que se estende a partir da metade ao norte do estado de Alagoas e atinge toda a faixa litorânea do estado de Pernambuco, abrangendo o território com a maior presença de usinas na região Nordeste. Este processo de retração industrial, destacado na Figura 2.11, segue ocorrendo nas regiões mais ao norte, nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, porém em regiões com concentração espacial de unidades industriais bastante inferior.

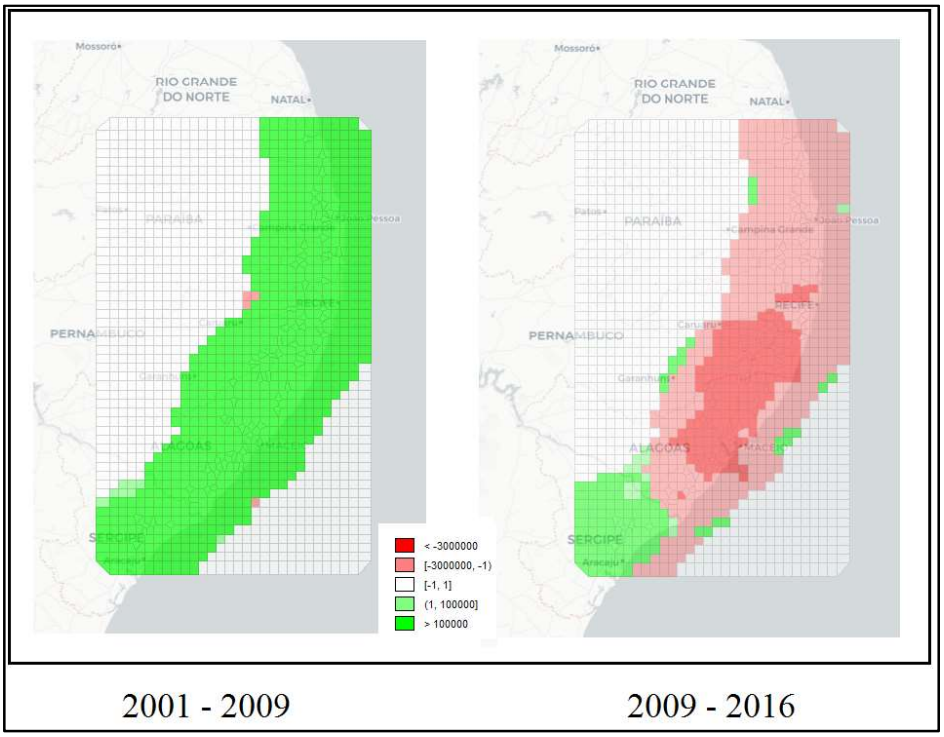

Figura 2.11 - Variação da quantidade de cana-de-açúcar processada (ton.) em um raio de 60 Km -região Nordeste. Fonte: dados da pesquisa.

Com respeito aos índices HHI de concentração espacial e as taxas padronizadas de mortalidade, a região Nordeste registra o mesmo fenômeno de associação espacial observado no Centro-sul. As regiões com taxas de mortalidade mais elevadas são coincidentes com as regiões onde o processamento de cana se tornou mais concentrado (um número menor de empresas processando a oferta de insumos nos raios de 60 Km avaliados. As figuras 2.12. e 2.13 a seguir apresentam a visualização deste fenômeno.

A observação da variação do índice HHI de concentração espacial do processamento apresenta a região mais ao sul (estado de Sergipe) como o grande destaque positivo. Foram registradas aberturas de usinas no período e, por consequência, é a única parte da região Nordeste onde se registrou desconcentração da atividade, apontada pelas áreas em verde no mapa da Figura 2.12.

Da mesma forma como já havia sido registrado no detalhamento de resultados da região Centro-sul, também se verifica a presença de uma situação de aumento da concentração do processamento de cana-de-açúcar nas regiões mais tradicionais do Nordeste. O destaque para esta dinâmica se registra na porção norte do estado de Alagoas e em toda a área litorânea do estado de Pernambuco. De forma geral, se observa um processo de taxas de mortalidade (SMR) mais elevadas exatamente nas localidados onde o aumento do índice HHI foi maior,

sugerindo que a competição por insumos possa ter levado à saída de empresas menores da atividade, ao passo que as usinas de maior porte tenham incorporado estas áreas agrícolas e fortalecido sua posição de único (ou principal) demandante nos mercados locais de cana-de-açúcar.

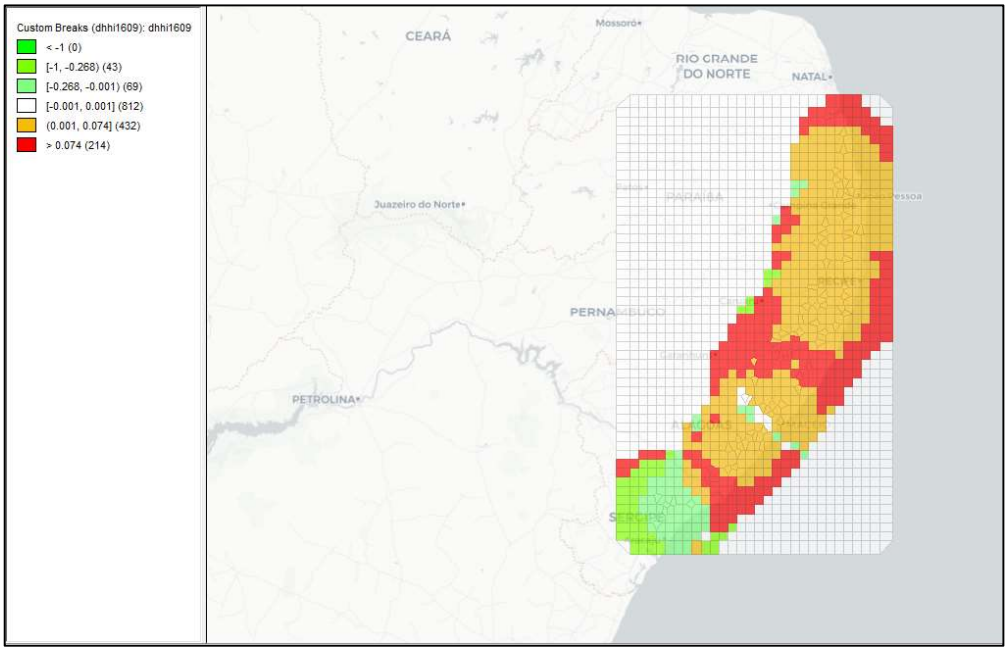

Figura 2.12 - Variação no índice HHI de Concentração Espacial no Processamento de Cana-de-açúcar: 2016 vs. 2009 – região Nordeste. Fonte: dados da pesquisa.

Avançando mais ao norte, volta a se observar uma tendência mista nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Ambos os locais apresentam uma tendência de sutil aumento da concentração espacial no processamento medida pelo índice HHI. No entanto, existe uma grande discrepância na comparação desta variável com a taxa de mortalidade das unidades industriais. Mais ao sul do estado da Paraíba, foram registrados um expressivo número de falências que contribuíram com uma taxa de mortalidade bastante elevada. No entando, mais ao norte da Paraíba e no estado do Rio Grande do Norte, este mesmo processo de sutil elevação da concentração do processamento de cana não esteve associado a falências ou interrupções de atividade.

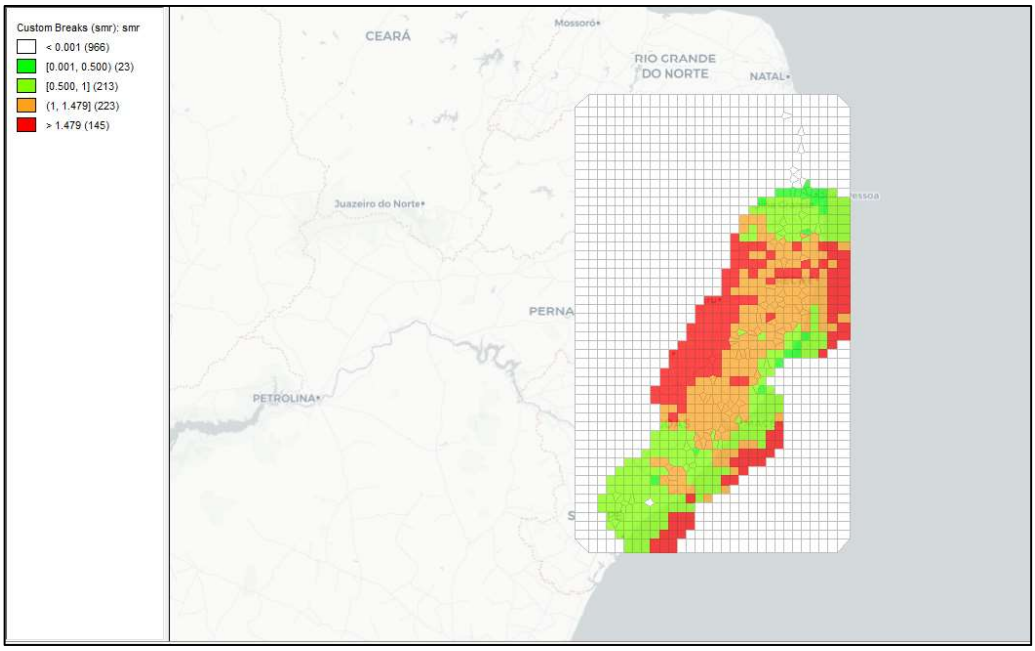

Figura 2.13 - Taxa Padronizada de Mortalidade (SMR) 2001 - 2016 na região Nordeste. Fonte: dados da pesquisa.

Assim como havia sido registrado no Centro-sul, a região Nordeste também apresenta as características de falência e interrupção das operações de usinas e destilarias como um fenômeno associado à redução do processamento de cana-de-açúcar não apenas na unidade de processamento de referência, mas em todo o raio de unidades em atividade em um raio de 60 Km. Outra tendência que se repetiu foi a observação de que o processo de parada das fábricas esteve associado ao aumento da concentração de mercado mensurada pelo índice Herfindahl-Hirschman espacial para o processamento da cana-de-açúcar.

2.8. Conclusão

No curso das últimas duas décadas, o Brasil vivenciou a transformação do setor sucroenergético por meio da retomada da utilização do etanol hidratado como combustível para veículos leves. A demanda por este produto ocorreu principalmente em função da disseminação de veículos com motores do tipo flex-fuel na frota brasileira. Diversas unidades de processamento de cana de açúcar foram inauguradas com vistas ao atendimento deste mercado consumidor.

Simultaneamente, cerca de 60 usinas e destilarias deixaram de operar no mesmo período, evidenciando um processo de concentração das atividades nas regiões mais tradicionais do estado de São Paulo. O objetivo principal deste capítulo foi avaliar se os eventos

de paralisação das atividades ou falências de usinas no setor sucroenergético do Brasil sofreram influência das condições operacionais dos competidores na vizinhança.

Por um lado, o processo de expansão territorial do processamento de cana de açúcar no Brasil nas últimas duas décadas foi marcado pelo grande número de novas unidades operando nos estados da região Centro-Oeste e também em regiões de expansão dos estados de Minas Gerais e São Paulo. As falências e interrupções de operação de parques industriais aconteceram, por sua vez, com uma característica de dispersão geográfica muito mais intensa.

Partindo de um conjunto de dados de processamento das unidades produtoras entre os anos de 2001 e 2016, entre os quais se incluem as coordenadas geográficas das unidades industriais, foi feita uma avaliação espacial dos índices de concentração de mercado (Herfindahl-Hirschman) e da taxa de mortalidade padronizada (Standardized Mortality Rate) que o mercado de cana de açúcar deve ser considerado em análises que tratam de identificar as causas de interrupção das atividades das usinas está relacionado às condições regionais dos mercados de cana de açúcar. Foi verificada uma intensidade mais elevada de interrupções de atividade econômica em localizadas em regiões onde o desempenho operacional das demais usinas em um raio de 60 Km também foi abaixo da média de desempenho da região Centro-Sul.

Os resultados deste estudo não permitem concluir que a expansão da atividade canavieira e o aumento do número de concorrentes demandando a cana de açúcar no raio geográfico de colheita viável tenha sido um fator que contribuiu isoladamente para as falências e interrupções. No entanto, ainda é preciso avançar neste debate por meio da execução de uma análise econométrica que comprove que o impacto do aumento da concentração de mercado na interrupção de atividades operacionais em um modelo que controle outras características das empresas que competem no mesmo território.

O presente capítulo contribui com a literatura de análise setorial dos produtos derivados da cana de açúcar e com a geração de estatísticas detalhadas, principalmente entre os estudos de dados espaciais. A base de dados aqui tratada é colocada à disposição para elaboração de estudos que complementem o esforço aqui empreendido, sugerindo-se a sua complementação com o uso de dados que não foram possíveis de serem coletados e analisados neste capítulo, particularmente com relação à contribuição da data de inauguração dos parques industriais existentes antes da data de início da análise aqui realizada.

Referências

ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial**. Campinas–SP. Alínea, 2012.

ANUÁRIO DA CANA. São Paulo: ProCana Brasil, 2001-2016. Anual.

ARBIA, G.; ESPA, GIUSEPPE, G.; GIULIANI, D.; MICCIOLO, R. **A spatial analysis of health and pharmaceutical firm survival**. Journal of Applied Statistics, DOI: 10.1080/02664763.2016.1214249. 2016.

BASTOS, A.C.; MORAES, M.A.F.D. **Perfil dos Fornecedores de Cana de açúcar na Região Centro-Sul do Brasil**. Informações Econômicas. São Paulo, v. 44, n. 2, mar./abr. 2014.

BRAINARD, S.L. An Empirical Assessment Of The Proximity-Concentration Trade-Off Between Multinational Sales And Trade. **American Economic Review**, 1997, vol. 87, n. 4. Set. 1997. p. 520-544.

BRASIL. **Lei nº 11.101, de 09 de fevereiro de 2005**. Regula a recuperação judicial, a extrajudicial e a falência do empresário e da sociedade empresária. Diário Oficial da União, Brasília, 09 fev. 2005.

_____. (2018). Ministério da Justiça. Conselho Administrativo de Defesa Econômica - **Parecer nº 198/2018/CGAA5/SGA1/SG**. Disponível em: <https://sei.cade.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?DZ2uWeaYicbuRZEFhBt-n3BfPLlu9u7akQAh8mpB9yOq4qRpHct2Vymw829WOSN1xKU3MMJRsO2sjVrxAbLPyu8Hb71YJ7VoXM-mCuL2LTc0Gr68ycTU0biSOEJMOfxW>. Acesso em: 27 nov. 2018

CADE – **Guia de análise de Atos de Concentração Horizontal**. 59 p., 2016. Disponível em: <http://www.cade.gov.br/acesso-a-informacao/publicacoes-institucionais/guias_do_Cade/guia-para-analise-de-atos-de-concentracao-horizontal.pdf>. Acessado em: 21 ago. 2016.

CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

CHURCH, J.; WARE, R. **Industrial Organization: A strategic Approach**. San Francisco: McGraw-Hill, 2000. 926p.

CRESSIE, N.A.C. **Statistics for Spatial Data**, Wiley, New York. 1991.

DIAS, L.A.R. **Financiamento na Recuperação Judicial e na Falência**. São Paulo: Quartier Latin. 368 p. (2014).

ELLIOTT, P., WARTENBERG, D. Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges. **Environmental Health Perspectives**, vol. 112, n. 9, jun. 2004. p. 998–1006.

ERDOGAN, S. Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. **Journal of Safety Research**, vol. 40, n. 5, oct. 2009, p. 341-351.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **United States Bankruptcy Code**. Title 11. Disponível em: <http://uscode.house.gov/browse/prelim@title11/chapter1&edition=prelim>. Acesso em: 13 dez. 2018.

FALAGAS, M. E.; VOULOUMANOU, E. K., MAVROS, M. N., KARAGEORGOPOULOS, D. E. Economic crises and mortality: a review of the literature. **The International Journal of Clinical Practice**. vol. 63, n. 8, ago. 2009, p. 1128-1135.

FARINA, E. M. M. Q.; NUNES, R.; FARINA, T. M. Comportamento dos preços e identificação do mercado relevante: o caso CVRD. In: MATTOS, C. (Org.). **A resolução Antitruste no Brasil** II. São Paulo: Singular, 2008. p. 95-118.

FTC – Federal Trade Commission. **Horizontal Merger Guidelines**. U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission. Washington, DC, 2010. Available at: <http://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>. Accessed on: Feb. 05th 2016.

GEHLKE, C. E.; BIEHL, K. Certain effects of grouping upon the size of the correlation coefficient in census tract material. **Journal of the American Statistical Association**. vol. 29 n. 185A: p. 169–170. doi:10.2307/2277827. Mar. 1934.

GEROSKI, P.; GRIFFITH, R. **Identifying anti-trust markets**. The Institute for Fiscal Studies Working Paper. N. WP03/01. Jan. de 2003. Available at: <http://eprints.ucl.ac.uk/2944/1/2944.pdf>. Accessed on: Feb. 05th 2016.

GILIO, L., MORAES, M.A.F.D. **Sugarcane industry's socioeconomic impact in São Paulo, Brazil: A spatial dynamic panel approach**. Energy Economics, vol. 58, p. 27-37. Ago. 2016.

HALDRUP, N. **Empirical analysis of price data in the delineation of the relevant geographical market in competition analysis**. Economics Working Papers. Set. de

2003. Disponível em: <ftp://ftp.econ.au.dk/afn/wp/03/wp03_09.pdf>. Acessado em:: 05 fev. 2016.

MARQUESINI, A. G.; SANCHES, R. B.; SOUZA, J. W. M. **Modelo matemático para otimizar a roteirização mensal das frentes de colheita de cana de açúcar em usinas sucroalcooleiras**. In: Anais... XII SIMPEP – Bauru/SP, Nov. 2006.

OERLEMANS, L.; MEEUS, M. (2005) Do Organizational and Spatial Proximity Impact on Firm Performance? **Regional Studies**, vol. 39, n. 1, p. 89-104, DOI: 10.1080/0034340052000320896

OJEU – Official Journal of the European Union. **On the control of concentrations between undertakings (the EC Merger Regulation)**. Council Regulation (EC) No 139/2004. 2004. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0139&from=EN>. Acessado em: 05 fev. 2016.

PEROBELLI, F.S.; ALMEIDA, E.S.; ALVIM, M.I.S.; FERREIRA, P.G.C.A. 2005. **Análise espacial da produtividade do setor agrícola brasileiro: 1991-2003**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Ribeirão Preto. Anais..., Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER).

PINHEIRO, M.A; PARRÉ, J.L. **Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na produtividade da cana de açúcar no Paraná**. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Anais... Londrina-PR. Jul. 2007.

PORTER, M.E.; PORTER, M.P. Location, Clusters, and the 'New' Microeconomics of Competition. **Business Economics**, vol. 33, no. 1, 1998, p. 7–13.

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ECONOMIA E GESTÃO DE EMPRESAS (PECEGE). 2015. **Custo de produção de cana de açúcar, açúcar, etanol e bioeletricidade no Brasil: fechamento da safra 2014/15 e acompanhamento da safra 2015/16**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. 2015. 73p. Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA].

READER, S. Using survival analysis to study spatial point patterns in geographical epidemiology. **Social Science & Medicine**, vol. 50, n. 7-8, abr. 2000, p. 985-1000.

RIPLEY, B. D. **Spatial Statistics**. Wiley, New York. 1981.

SALGADO JUNIOR, A.P.; CARLUCCI, F.V.; BONACIM, C.A.G.; NOVID, J.C.; PACAGNELLA JUNIOR, A.C. Investment Potential for New Sugarcane Plants in Brazil Based on Assessment of Operational Efficiency. **International Food and Agribusiness Management Review**. vol. 17, n. 2. 2014

TOBLER, Waldo R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic Geography**, v. 46, n. sup1, p. 234-240, 1970.

VIDIGAL, V. G.; GOMES, M. F. M.; ROCHA-VIDIGAL, C. B.; SILVEIRA, G. F. Análise espacial da produtividade da canade- açúcar em Minas Gerais, 1990 a 2007. **Revista de Economia e Administração**, v. 10, n. 2, p. 241-261, 2011.

WAACK, R. S.; NEVES, M. F. Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana de açúcar. In: FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. (Org.) **Competitividade no Agribusiness Brasileiro**, vol. V. Pensa/FIA/FEA/USP: São Paulo, Jul. 1998.

3. ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA DE USINAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO DO BRASIL: 2001 A 2016

Resumo

O setor sucroenergético do Brasil encarou uma década de expansão da produção, seguida por um período de retração das atividades. Neste período, 65 usinas e destilarias deixaram de operar por motivo de falência das empresas ou decisões operacionais dos grupos controladores. Este capítulo apresenta uma investigação sobre a continuidade da atividade econômica de processamento industrial de cana de açúcar com o objetivo de identificar os principais determinantes dos eventos de paralisação das atividades das usinas e destilarias entre 2001 e 2016. Ferramentas metodológicas da análise de sobrevivência são empregadas com o objetivo de identificar determinantes dos eventos de descontinuidades das operações das usinas com relação a variáveis que descrevem a interação espacial entre as fábricas, características regionais da oferta de cana de açúcar e o controle acionário das empresas. Os resultados obtidos indicam que a expansão do processamento de cana de açúcar no raio geográfico de colheita viável não foi um fator que contribuiu para a interrupção das atividades em função do aumento do número de concorrentes demandando este insumo no mesmo mercado. A interrupção de atividades foi um evento menos frequente nas unidades industriais cuja empresa controladora conta com investidores estrangeiros na estrutura de capital e nos casos em que uma parcela mais alta dos insumos é obtida por meio de uma estrutura verticalmente integrada.

Palavras-chave: Cana de açúcar; Análise de sobrevivência; Organização industrial; Falência.

Abstract

Brazil's sugar and ethanol industry faced a decade of expansion of production, followed by a period of retraction. During this period, 65 mills and distilleries ceased to operate due to corporate bankruptcy or strategy by the controlling groups. This chapter presents an investigation about the operational continuity of sugarcane factories with the objective of identifying the main determinants of the stoppage between 2001 and 2016. Survival analysis mehods are employed with the objective of identifying determinants of the events of discontinuity regarding variables that describe the spatial interaction between the mills, regional characteristics of the sugarcane supply and the corporate control of the companies. Results indicate that the expansion of sugarcane processing in the geographical radius of viable harvesting was not a factor that contributed to the interruption of activities due to the increase in the number of competitors demanding this input in the same market. The discontinuation of activities was a less frequent event in the industrial units whose owner has foreign investors in its capital structure and in cases where a higher share of the input is obtained through a vertically integrated structure.

Keywords: Sugarcane; Survival analysis; Industrial organization; Bankruptcy.

3.1. Introdução

A década de 2000 foi marcada pela forte expansão da atividade de processamento de cana de açúcar, dada pela elevação do consumo interno de etanol. Neste período, um grande

número de usinas e destilarias foram inauguradas, ampliando o território de atuação do setor sucroenergético no Brasil. A década seguinte, por sua vez, tem sido caracterizada pelo esgotamento deste processo de expansão horizontal e pela interrupção das atividades de um grande número de parques industriais, por motivo de falência das empresas ou decisões operacionais dos grupos controladores.

O impacto das políticas públicas no âmbito do financiamento da produção canavieira é limitado frente a outras culturas, devido às características dos ativos biológicos (cerca de seis safras anuais são obtidas após um plantio único), tornando a expansão da área plantada e aumentos de produtividade agrícola dependentes de planejamento empresarial de médio-prazo. Em um cenário econômico recente de redução da produção industrial e grandes dificuldades também no setor petroleiro, o papel da biomassa de cana de açúcar na matriz energética nas próximas décadas será definido, em grande medida, pelo ritmo da retomada dos investimentos em capital industrial e nas indústrias de base relacionadas ao setor sucroenergético.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a produção total de cana de açúcar no ano safra de 2017 foi de 758 milhões de toneladas, tendo sido obtida em uma área colhida de aproximadamente 10,2 milhões de hectares. A cana de açúcar destina-se principalmente à fabricação de açúcar e etanol, mas existem um grande número de subprodutos, entre os quais se incluem a energia elétrica (para consumo próprio das unidades industriais e para venda no mercado de energia elétrica) gerada a partir da queima do bagaço que resta após a moagem da cana de açúcar e a produção de outros bens finais como bebidas alcoólicas, produção de alimentos e uma série de produtos que ainda não atingiram a escala comercial, como o etanol celulósico, o bioquerosene e bioplásticos.

É importante notar que o estado atual da tecnologia permite a obtenção de açúcar e etanol a partir de uma mesma moagem de cana de açúcar. No entanto, devido às limitações na obtenção de financiamento, ou por condições locais de comercialização, uma minoria das empresas dedica-se apenas à produção de um produto. Durante a safra canavieira do ano 2012, existiam 387 unidades industriais em atividade no Brasil (às quais se somavam 70 unidades em condições de operar, porém em estado ocioso). Deste conjunto, cerca de 70% possuíam configuração produtiva mista, ou seja, maquinário operante com capacidade de produzir açúcar e etanol combustível a partir da mesma matéria prima. Aproximadamente 25% das unidades produziam apenas etanol (geralmente denominadas destilarias exclusivas) e apenas 5% das unidades tinham apenas açúcar como resultado da produção (CONAB, 2010).

A cadeia produtiva do setor sucroenergético no Brasil é extensa e envolve diversas atividades econômicas interligadas. Há diversos ativos específicos (que tornam a negociação

dos recursos e bens bastante dedicada), relacionados à fabricação de mudas e insumos agrícolas, os serviços de cultivo e colheita da cana de açúcar, seu processamento e a logística de distribuição nos mercados domésticos e internacional. Os principais produtos finais são o açúcar, o etanol e, com relevância menor – mas crescente – a geração de eletricidade.

Outro aspecto de grande importância na organização industrial do setor de produção de açúcar e etanol no Brasil é a formação típica dos maiores grupos industriais em conjuntos de usinas com uma localização geograficamente concentrada. Devido aos grandes custos fixos incorridos e às limitações tecnológicas (perecibilidade do insumo essencial), há incentivos para que uma mesma empresa tente localizar o maior número de unidades em áreas próximas.

Os principais motivos para esta decisão estão ligados à redução de custos de contratação, aproveitamento de ativos e mão-de-obra com manutenção técnica e à possibilidade de exercer poder de monopsônio sobre os fornecedores de cana de açúcar. Foi verificada, em anos recentes, o aumento da adoção de estratégias de arrendamento de canaviais por unidades industriais (do mesmo grupo empresarial e até mesmo de grupos diferentes), tendo em vista a redução de capacidade ociosa e redução de custos fixos em anos de baixa produtividade agrícola.

Pedroso Júnior (2008) identificou seis arranjos institucionais distintos vigentes na transação de obtenção de cana de açúcar por usinas da região Centro-Sul do Brasil, identificados em estudos de caso: negociação à vista, fornecimento com os serviços de colheita, carregamento e transporte (CCT) por conta do fornecedor, fornecimento com os serviços de CCT por conta da usina, parceria agrícola, arrendamento e produção em área própria da usina (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Arranjos de governança observados na transação de plantio-processamento

1. Negociação à vista
2. Contrato de fornecimento com os serviços de Colheita, Carregamento e Transporte (CCT) por conta do fornecedor
3. Contrato de fornecimento com os serviços de CCT por conta da usina
4. Parceria agrícola
5. Arrendamento
6. Produção em área própria da usina

Fonte: Pedroso Júnior (2008)

Porém, ainda que o Brasil mantenha seu destaque internacional no processamento de cana de açúcar, é fato notório a redução do número de unidades industriais processadoras em atividade nas últimas safras. Este processo está associado ao grande número de falências e

solicitações de Recuperação Judicial, nos termos da Lei 11.101/2005, por empresas processadoras de cana de açúcar. Contabilizou-se pelo menos 85 (oitenta e cinco) pedidos de Recuperação Judicial de empresas do setor[7] entre os anos de 2005 e 2016, ao passo que a União da Indústria Canavieira (Unica), principal representante das unidades produtoras, identificou mais de 30 (trinta) usinas e destilarias falidas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil[8].

Na legislação federal brasileira, a mudança de maior interesse para a análise é a chamada Lei de Recuperação de Empresas (LRE) de 2005, que atualizou a doutrina anteriormente vigente, que datava do ano 1945. A interpretação de vários autores, incluindo Dias (2014), é que a legislação anterior estava excessivamente centrada nos interesses dos credores e constituía um obstáculo às negociações que permitissem a manutenção das atividades de uma empresa que ainda fosse capaz de se recuperar de uma crise transitória. Sob a norma antiga, o poder do juiz de direito quase sempre indicava a falência e liquidação como a única solução para o empresário pagar a dívida em atraso, mesmo quando o comportamento do credor era identificado como oportunista ou desonesto.

A intenção da reforma sancionada pela LRE de 2005 é promover a conciliação e organização dos interesses dos credores, a fim de maximizar o valor de uma empresa que está com dívidas em atraso. A empresa devedora tem a oportunidade de solicitar a um tribunal que este promova uma proteção da sua receita e dos seus ativos das ações dos credores por um determinado período. Por meio de um documento formal conhecido como Plano de Recuperação Judicial, o tribunal competente designa um agente interventor com poder de negociação perante os credores e, ao mesmo tempo, a empresa em recuperação recebe um prazo para constituir caixa e retomar o pagamento das suas dívidas em atraso. O objetivo declarado é que a intermediação judicial favoreça o alcance de acordos que não surgiriam por meio de negociação direta entre os acionistas e os credores envolvidos.

Sob uma análise institucionalista, essa mudança poderia ser tratada como o problema de reduzir os incentivos ao comportamento oportunista e gerenciar os contratos de forma a reduzir os custos de transação. O leitor interessado apenas na mudança regulatória deve considerar que a nova legislação brasileira mudou o ambiente de investimento em empresas brasileiras para algo mais semelhante aos tratados no Capítulo 11 do Código de Falências dos Estados Unidos. Para a pesquisa aqui realizada, a nova lei brasileira é uma grande oportunidade para avaliação de setores e análise de sobrevivência de empresas. Contrariamente à legislação

[7] Novacana (2016)
[8] Valor Econômico (2017)

anterior, o pesquisador agora tem uma identificação mais clara das situações de crise econômica sem que a empresa seja imediatamente liquidada, tendo suas operações encerradas e deixando de ser uma unidade passível de investigação científica.

No Nordeste, o outro importante centro regional canavieiro (onde o cultivo se estende principalmente do norte da Bahia até o Rio Grande do Norte), a perspectiva geral é igualmente pessimista. As perspectivas de expansão da produção na região Nordeste do Brasil são limitadas, uma vez que obstáculos como a topografia, geralmente mais acidentada do que a das demais regiões brasileiras dificulta a introdução das técnicas mais modernas de operações agrícolas mecanizada (MAIA, OLIVEIRA; 1999). Em boa parte, os produtores agrícolas de menor escala dependem de subsídio governamental ao plantio, regulado atualmente pela Lei Federal nº 12.865/2013. Estima-se que cerca de 18 mil produtores de cana de açúcar recebem esta subvenção, com um custo anual de aproximada mente R$ 120 milhões (BRASIL, 2013).

Considerando que a agroindústria canavieira do Brasil tem verificado um grande número de unidades industriais paralisadas, falidas ou atravessando processos judiciais de recuperação, este capítulo apresenta uma investigação sobre as condições de continuidade da atividade econômica de processamento industrial de cana de açúcar. Ferramentas metodológicas da análise de sobrevivência são empregadas com o objetivo de identificar determinantes dos eventos de descontinuidades das operações das usinas e destilarias no Brasil, compreendendo as situações de paralisação das atividades e falência das usinas e destilarias do Brasil.

A cana de açúcar é um dos produtos cujo plantio e processamento formatou um dos mais antigos sistemas agrícolas e industriais no Brasil. Sua grande importância para a economia nacional se traduz no fato de que o Brasil é o maior produtor mundial deste produto agrícola. Segundo a União da Indústria de Cana de açúcar (UNICA), cerca de 76% das lavouras canavieiras foram utilizadas como insumo para a produção de açúcar e etanol (UNICA, 2016).

A característica de que a mesma planta da cana de açúcar possa ser cortada na colheita e volte a brotar por uma sequência de anos sucessivos, aumenta a necessidade de planejamento para instalação desta cultura frente a outras alternativas de plantio. Além disso, uma vez que o seu processamento envolve várias atividades, uma variedade de formas contratuais pode ser estabelecida entre as unidades de processamento e os fornecedores deste insumo. Basicamente, dois modelos gerais são observados: (i) culturas verticalmente integradas cultivadas em terras próprias das usinas ou arrendadas, e (ii) agricultores independentes, que podem ou não ser regulados por um contrato formal de fornecimento, ainda que habitualmente o sejam.

Em que se pese a grande parcela do processamento de cana de açúcar se dar a partir da colheita realizada em áreas cujo plantio é de iniciativa da própria unidade de processamento, não se pode descartar a relevância no contexto operacional do conjunto de fornecedores independentes, cuja oferta corresponde a um mínimo de um terço da oferta de cana de açúcar para processamento industrial. A importância deste grupo é reconhecida na existência dos Conselhos dos Produtores de Cana de açúcar, Açúcar e Etanol (Consecana), organizados em nível das unidades da federação, e que atuam com a finalidade de conjugar os esforços dos agentes e promover a determinação de preços mínimos em um contexto de acordos setoriais entre as entidades de representação dos plantadores e processadores.

3.2. Objetivos

O objetivo principal deste estudo é identificar quais são os principais determinantes dos eventos de paralisação e falência das empresas brasileiras processadoras de cana de açúcar no período entre 2001 e 2016, conjugando ferramentas da análise de sobrevivência e variáveis construídas com auxílio da econometria espacial.

Especificamente pretende-se: (i) analisar se as condições de financiamento com capital estrangeiro prolongaram a capacidade de operação das usinas e destilarias em relaçao às empresas que não contaram com tal fonte de recustos, (ii) avaliar se a atuação com um índice de integração vertical favoreceu as usinas em relação à situação de dependência de fornecedores e (iii) investigar se o processo de aumento da concentração espacial nos mercados regionais de cana de açúcar esteve associado a uma probabilidade mais alta de falência ou interrupção das atividades em uma dada fábrica.

3.3. Referencial Teórico

Desde a década de 1980, uma série de artigos identificados com a linha de pesquisa da Nova Organização Industrial Empírica trataram do problema da existência de poder de mercado na atividade econômica, entre os quais se pode destacar Jovanovic (1982), Schroeter (1988) e Agarwal (1996). O exercício deste poder depende da capacidade de uma empresa tomar decisões que definam a quantidade de insumos, de produção e os preços destes bens no mercado (ou mercados) em que atua. A possibilidade de exercício do poder de mercado está relacionada da existência ou inexistência de concorrentes nos mercados em que cada empresa é participante.

A mensuração de poder de oligopsônio e seus impactos sobre o fechamento de

empresas competidoras é um processo extenso do ponto de vista da escolha de um modelo que depende fortemente da especificação de função de produção a ser usada. Muth e Wohlgenant (1999) discutem as mudanças causadas pelo abandono da tecnologia de proporção fixas como paradigma de estudo. A conclusão dos autores é que a necessidade de inclusão de funções de demanda por fatores não-especializados (no caso da produção de açúcar e etanol, outros que não a cana de açúcar) e a frequente ausência de dados sobre estes fatores justificam que se mantenha a pesquisa centrada nos fatores essenciais. Aplicando um modelo próprio que dispensa a obtenção de dados a respeito das quantidade de fatores não-essenciais, os autores concluem pela não existência de evidências de exercício de poder de oligopsônio na indústria de empacotamento de carnes nos Estados Unidos entre 1967 e 1993.

A utilização de modelos de previsão de falência, por sua vez, possui expressiva tradição no setor de fiscalização da atividade bancária. A realização de estudos sobre previsão de falência remete a discussões teóricas anteriores à década de 1960. No entanto, a capacidade de processamento computacional se colocava como principal obstáculo a pesquisas de natureza prática. Um dos trabalhos seminais para a o desenvolvimento desta área é Beaver (1966), que utiliza um teste de classificação binária baseado em um conjunto de trinta índices de natureza operacional e financeira que poderiam ser bons previsores da probabilidade de falência. Posteriormente, Altman (1968) e Sinkey (1975) contribuíram com esta linha de pesquisa por meio de refinamentos estatísticos com a inclusão de regressões lineares, que permitiam testar a consistência e viés dos resultados obtidos.

O próximo passo no desenvolvimento de modelos teóricos foi dado por Cox (1972), com a introdução do conceito de risco proporcional[9], que diz respeito ao fato de os riscos de ocorrência do evento (falência ou interrupção) dos subgrupos permanecerem proporcionais ao longo do tempo.

No modelo, a probabilidade de sobrevivência de cada indivíduo ao longo do tempo envolve um efeito comum a todos os indivíduos sujeitos à mortalidade. A função de sobrevivência associada a todos os indivíduos é denominada *Baseline Hazard* e repesenta a média da mortalidade na população do estudo.

O modelo de regressão de riscos proporcionais (Cox, 1972) é, então, um método para se estimar o efeito de covariáveis no tempo, as quais tratam da ocorrência da mortalidade.

[9] O conceito de riscos proporcionais no modelo de Cox é explicado com maior detalhamento em Schoenfeld (1982) e Pešta (2018)

Obtem-se, com o seu uso, o impacto das características que definem os subconjuntos dos indivíduos no aumento ou redução da mortalidade no período de tempo analisado.

Nesta linha de pesquisa, se busca estimar a probabilidade de sobrevivência (não-falência) de uma instituição em um período de tempo determinado. Inicialmente, a literatura se baseou em estudos com um período único e, posteriormente, com a inclusão do aspecto temporal múltiplo. Um dos trabalhos notáveis desta fase seguinte é Shumway (2001), que utiliza os índices contábeis (calculados a partir de demonstrações financeiras) e variáreis econômicas e institucionais dos mercados regionais como previsores de estágios iniciais de fragilidade financeira de empresas privadas. Estes modelos de previsão com regressões em séries temporais foram denominados *early-warning models*.

Chava e Jarrow (2004) complementam os argumentos de Shumway (2001) a respeito dos ganhos de consistência e redução de viés obtidos com a utilização de séries temporais. Os autores também incluem tratamento de efeitos fixos e aleatórios nas regressões de dados em painel, permitindo calcular taxas de probabilidade de falências de empresas industriais por setor de atividade.

Uma abordagem alternativa é apresentada por Barr, Seiford e Siems (1994), que utilizam análise não-paramétrica de estimação de fronteiras estocásticas para estimar a qualidade gerencial de empresas. Argumenta-se que a utilização de modelos de resposta binária, como o probit gera resultados mais adequados que as demais metodologias, por permitir obter as probabilidades de falência para cada empresa, em cada período.

Uma aplicação desta metodologia à economia brasileira pode ser encontrada em Rocha (1999), que apresenta uma proposta de construção de mecanismos de antecipação de falências de instituições financeiras do Sistema Financeiro Nacional do Brasil, por meio da utilização de um modelo de risco proporcional baseado em Cox (1972) e Coxes e Oakes (1984). Os resultados obtidos são tidos como satisfatórios e sugerem a adoção de modelos de risco proporcional como base para o monitoramento de instituições financeiras no Brasil. As limitações indicadas abordam o fato de que apenas informações contábeis foram avaliadas na amostra de instituições financeiras, havendo a necessidade de que se conjuguem informações financeiras e operacionais para melhorar a qualidade dos previsores.

A configuração de um estudo de sobrevivência de indivíduos traz a necessidade do uso de métodos especificamente desenvolvidos para este objetivo. As razões para não se confiar apenas em modelos lineares incluem inicialmente o fato que os tempos de duração são sempre

positivos, por definição. Portanto, distribuições estatísticas que possam lidar exclusivamente com valores positivos são mais adequadas ao desafio.

Em segundo lugar, o modelo de regressão linear assume que os dados são gerados por um processo que resulta em uma distribuição normal, o que não é adequado para a estrutura de estudos de tempo até a ocorrência de eventos e dados com valores estritamente positivos. Uma distribuição comumente usada na análise de tempos de duração em modelos contínuos é a distribuição de Weibull e o modelo correspondente é chamado de modelo de Weibull, que não é a ferramente de análise aqui utilizada por se tratar de uma escala de tempo discreta (determinada por anos safra). Historicamente, na análise de sobrevivência, a função de sobrevivência tem sido objeto de avaliação metodológica por si só. No entanto, o fato de a censura estar no centro do desafio metodológico quando se trata de dados de tempo para evento, por si só, justifica a discussão de métodos construídos especificamente para este fim.

Entre os desafios a se lidar no estudo de interrupção das atividades de empresas certamente se destaca a presença da censura de dados à direita, descrita como a situação em que se verifica a existência de indivíduos sobreviventes no período final de análise. A variável observável (quantidade de cana de açúcar processada por safra) é registrada anualmente até que uma tal unidade processadora deixe de operar. Consequentemente, todas as unidades que operaram no último ano do estudo (safra 2016) são descritas como censuradas, tendo elas operado no ano seguinte ou não. Se verifica também a presença de censura à esquerda, uma vez que a data de início do estudo apresenta um conjunto de indivíduos que já operavam anteriormente.

Apesar de existirem um número positivo de unidades que começaram a operar posteriormente ao período de início do estudo (após a safra 2001), sendo descritas assim como não-censuradas à esquerda, existiram lapsos temporais por algumas safras causados pela impossibilidade de coleta de dados para todos os locais em todos os anos. Para corrigir este problema de coleta, estipulou-se a data de interrupção das atividades para todos os eventos de interrupção por observação da efetiva falência ou mera inatividade nas fontes de dados dos anos seguintes, sendo ignoradas as situações de parada e retomada como eventos de censura.

A estratégia de identificação do evento de interesse (interrupção ou falência) foi formulada a partir de um registro binário de que cada indivíduo sob análise (usina) tem atribuído a si o valor 1 (um) no caso de ocorrência de censura à direita por interrupção da atividade ou o valor 0 (zero) no caso de o indivíduo ter-se mantido em atividade até o final do intervalo de

tempo do estudo. Simultaneamente e também para todos os indivíduos, a informação da última data de registro da atividade está disponível, desta vez em um formato de vetor de números inteiros (anos safra em operação até a interrupção definitiva).

3.4. Metodologia

Sugere-se a utilização da metodologia de previsão de falência baseada em Cox e Oakes (1984) para identificar se havia capacidade de previsão da falência (ou entrada em recuperação judicial) das empresas brasileiras do setor sucroenergético no período de 2001 a 2016, bem como desenvolver um sistema de antecipação do risco de paralisação das atividades agroindustriais nos próximos anos.

Esta investigação pode ser processada por meio dos modelos de risco proporcional de Cox e Oakes (1984), convertendo-se em metodologias de antecipação de falências. Espera-se que, com a complementariedade destas análises, seja possível obter boa capacidade de antecipação das falências registradas no setor agroindustrial da cana de açúcar nos anos recentes, baseadas em informações a respeito da atividade industrial e outros indicadores operacionais das unidades[10].

A rotina de estimação parte da formulação de uma função de sobrevivência S(t), que se baseia na função de distribuição cumulativa do tempo, F(t), do início do período de análise até a falência de uma empresa sob avaliação.

$$S(t) = \Pr[T > t] = 1 - F(t) \tag{3.1}$$

Consequentemente, a função densidade de probabilidade é a primeira derivada da função cumulativa, no tempo:

$$f(t) = F'(t) = -S'(t) \tag{3.2}$$

A averiguação da probabilidade de falência de uma empresa no período seguinte passa a ser feita por meio da construção de uma função de risco (*hazard function*):

[10] Sugere-se que pesquisas atuais possam ser complementadas pela conversão mais eficiente de dados contábeis e financeiros das empresas do setor sucroenergético em variáveis que possam ser utilizadas como parâmetros adicionais dos testes aqui realizados.

$$h(t) = \lim_{dt \to 0} \frac{\Pr[t < T < (t + dt) | T > t]}{dt} = \frac{-S'(t)}{S(t)} \tag{3.3}$$

A obtenção do risco proporcional de cada empresa parte da obtenção de um valor médio para a função $h(u)$, por técnica não-paramétrica, que assume então o valor $h_0(t)$. A partir deste valor básico, se calcula a possibilidade de falência de cada empresa multiplicando o termo $h_0(t)$ por uma função que representa o desvio das variáveis qualitativas desta empresa frente à média do setor avaliado, portanto, incluindo também uma etapa de estimação paramétrica. Existem diversos estimadores na literatura desenvolvidos para obter os valores das funções $h(\cdot)$ e $S(\cdot)$, sendo o mais popular deles o estimador não-paramétrico Kaplan-Meier[11]. A função sobrevivência a ser analisada será obtida por meio de uma estimativa de máxima verossimilhança da hazard function. A apresentação da função $h(\cdot)$ para o caso do tempo ser medido de forma discreta assume a seguinte forma:

$$h(t) = \Pr[T = t | T \geq t] = \frac{\Pr(T = t)}{S(t-1)} \tag{3.4}$$

$$\Pr(falência\ em\ t_i | sobreviveu\ em\ t_{i-1}) = h_i \tag{3.5}$$

$$S(t_i) = 1 - F(t_i) = \prod_{j=1}^{i} (1 - h_j) \tag{3.6}$$

$$f(t_i) = h_i \prod_{j=1}^{i} (1 - h_j) \tag{3.7}$$

Definindo a função de máxima verossimilhança:

$$L = \prod_{t_i} \left[h_i^{d_i} (1 - h_i)^{n_i - d_i} \right] \tag{3.8}$$

Onde, n representa o número de empresas atuando e d representa o número de eventos (paralisação de atividades) na população ocorridos no período:

[11] Klein (1991) apresenta outros estimadores desta categoria, com destaque para a comparação entre o estimador Kaplan-Meier e a aborgadem alternativa de Nelson-Aalen.

$$\log(L) = l = \sum_{i=1}^{t} d_i log\,(h_i) + \sum_{i=1}^{t} (n_i - d_i) log\,(1 - h_i) \tag{3.9}$$

Diferenciando em relação a h :

$$\frac{\partial l}{\partial h_i} = \frac{d_i}{h_i} - \frac{(n_i - d_i)}{(1 - h_i)} \tag{3.10}$$

Chega-se ao valor estimado da *Hazard Function* para cada período:

$$\hat{h} = {}^{d_i}/_{n_i} \tag{3.11}$$

O estimador Kaplan-Meier para a função de sobrevivência descreve, portanto, a proporção dos indivíduos remanescentes na população descontando-se o valor da função de distribuição cumulativa do tempo. Em outras palavras, parte-se da condição de sobrevivência de cem por cento dos indivíduos no começo do estudo e o valor estimado $\hat{S}(t)$ representa a parcela destes que ainda permanecem ativos em cada período de tempo. Os resultados desta estatística estão apresentados na próxima seção (Tabela 3.2 e Figura 3.1).

$$\hat{S}(t) = 1 - \hat{F}(t) = \prod_{t_i \leq t} \left(1 - \frac{d_i}{n_i}\right) \tag{3.12}$$

Na análise de sobrevivência, é importante atentar que o uso da expressão "observação censurada" se aplica ao indivíduo que não esteve sujeito ao evento de interesse (mortalidade) até o final do período observado. Qualquer unidade que se mantém operante no período final ou que deixou de ser observada durante o estudo é uma unidade cujo atributo está censurado. O período de ocorrência do evento de interesse para esta unidade é algo cuja data está no futuro ou é indeterminado, ou seja, além da janela de observação do estudo.

Especificamente, na apresentação de Cox (1972), considera-se que a especificação do risco proporcional de uma empresa é dada por:

$$h(t|X,\beta) = h_0(t) \cdot \exp\,(X'\beta) \tag{3.13}$$

Portanto, a função de sobrevivência inicialmente apresentada por ser redefinida como:

$$S(t|X,\beta) = S_0(t)^{\exp\,(X'\beta)} = exp\left[-\int_0^t h_0(u)du\right]^{\exp\,(X'\beta)} \tag{3.14}$$

A construção da amostra a ser avaliada deve considerar a determinação do período a ser avaliado como aspecto central. Outra característica que deve ser considerada é a necessidade de ser incluir empresas que faliram e empresas que sobreviveram o período, de modo a se obter um resultado representativo, inclusive com as taxas de ocorrência dos erros do Tipo I e Tipo II, ou seja, respectivamente a previsão incorreta de falência de uma empresa sobrevivente e a não-notificação de falência de uma empresa falimentar.

Os dados utilizados dizem respeito à atuação de empresas processadoras de cana de açúcar. As fontes de dados foram tomadas inteiramente a partir dos dados coletados nas edições anuais do Anuário da Cana (vários). Sempre que possível, informações ausentes na fonte original, tais quais o fato de uma dada usina estar em operação ou não em um dado ano foram inseridades a partir de fontes complementares. As páginas oficiais das empresas na internet, agências de notícias e reportagens sobre o setor e até mesmo acórdãos de decisões judiciais foram acessados para confirmar a situação de interrupção da operação ou até mesmo a falência de uma usina ou destilaria.

A partir da base de dados, foram construídas quatro variáveis independentes para a estimação dos determinantes da sobrevivência das unidades industriais. Conforme destacado na equação (3.13), a função de sobrevivência é estimada de uma forma semiparamétrica e sem a presença de um coeficiente. A variável dependente representa a porcentagem de indivíduos sobreviventes em cada período de tempo a partir do ano inicial e apresenta, consequentemente, o valor um (100%) no período inicial. Conforme os casos de mortalidade são identificados no passar do tempo, a função de sobrevivência de base (*baseline hazard*) passa a exibir valores menores que um, de acordo com a tabela de Kaplan-Meier[12].

As variáveis independentes representam características operacionais que descrevem condições produtivas das usinas. A primeira das variáveis para a estimação (dqn1601)

[12] Estes resultados se encontram apresentados na Tabela 3.2.

corresponde à diferença nominal do processamento de cana de açúcar entre 2001 e 2016 em todas as usinas localizadas dentro de um raio de 60 Km da usina de referência. Esta variável é mensurada na unidade de milhões de toneladas e foi elaborada com o intuito de descrever o crescimento ou queda da atividade canavieira na região em análise, e pode contribuir para a identificação da interrupção das operações de usinas em mercados nos quais a cana de açúcar esteve em processo de substituição por outra(s) cultura(s) agrícola(s) ou pelo aprofundamento de uma situação de crise de grupos empresariais geograficamente concentrados.

A segunda variável (IV) computa a porcentagem de cana de açúcar obtida por meio de estratégias de governança verticalmente integradas na usina ou destilaria de referência. Por meio da análise de sobrevivência aqui proposta, pretende avaliar as condições da atuação de cada unidade industrial no mercado de cana de açúcar localizado no raio de colheita de cada usina determinado pela limitação técnica do transporte da cana. Desta forma, procura-se determinar se a presença de uma porcentagem mais elevada do processamento formada por estruturas verticalmente integradas (cana própria) esteve associada a uma maior sobrevivência das usinas em relação àquelas que possuem maior dependência de fornecedores independentes e formas contratuais (arrendamento, fornecimento).

A terceira variável independente incorpora ao modelo o fato de que uma série de empresas do setor sucroenergético contava desde o começo ou passou a contar com a presença de sócios ou grupos investidores baseados no exterior. Uma vez que não foi possível obter registros contábeis para um número considerável de empresas ao longo do período, decidiu-se pela formatação da variável categórica FK (representando o tempo para Foreign Capital), que assume o valor um nos casos de identificação da presença de algum grupo ou parceiro estrangeiro na estrutura de capital ao longo dos anos do estudo e zero nos casos de usinas controladas por empresas de capital brasileiro. A pesquisa para obtenção desta variável levou em conta as informações declaradas na fonte de dados principal (Anuário da Cana), assim como diversas consultas a publicações na imprensa, relatórios anuais de operação e sustentabilidade das empresas e até mesmo consulta a decisões judiciais onde estiveram listados e publicados os dados do controle acionário da empresa. Espera-se que a presença de investidores estrangeiros (FK = 1) tenha contribuído no aspecto operacional e redução do endividamento líquido, colaborando assim com a sobrevivência da unidade industrial em comparação àquelas que não contaram com tal categoria de investimento.

Por fim, a quarta variável (dhhi1609) a ser testada no modelo representa a variação nominal no índice de concentração de mercado medido pelo critério de Herfindahl-Hirschman (HHI) entre 2009 e 2016 no mercado de cana de açúcar definido pela operação de todas as

usinas no raio de 60 Km de referência. Conforme apresentado no capítulo anterior desta tese, a variável representa a estrutura de mercado na etapa de obtenção de insumos. O índice em questão apresenta um valor positivo para os casos de aumento da concentração no processamento de cana na região e tenderá a apresentar valor negativo nos casos em que o mercado tenha passado por um processo de desconcentração, particularmente no caso em que novas usinas tenham começado a operar no raio de referência e aumentado o número de potenciais compradores de cana de açúcar. Esta tendência significa, portanto, um afastamento em relação à situação de exercício de poder de monopsônio no mercado regional, e espera-se que valores negativos desta variável estejam relacionados à maior capacidade de sobrevivência, dada a incapacidade que algumas empresas venham a exercer poder de mercado que inviabilize a operação de competidores no raio viável.

Portanto, cada indivíduo tem associado a si mesmo um vetor de características definidos em termos das quatro variáveis independentes (categóricas e numéricas) e que assumem uma das posições na etapa paramétrica da estimação no vetor (X1: X4). Desta forma, reescrevendo a equação (3.13):

$$h(t|X,\beta) = h_0(t) \cdot \exp(X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4) \tag{3.15}$$

Qualquer subconjunto da população total determina a existência de uma única combinação dos valores das variáveis independentes. Desta forma, passa a ser possível gerar um resultado associado à função de sobrevivência de cada subconjunto. No caso das variáveis categóricas, cada um dos valores define a presença de um indivíduo no subconjunto associado a este valor. No caso de variáveis independentes com formato numérico, passa a ser necessária a definição de subconjuntos a partir dos percentis da distribuição contínua desta variável. Para facilitar a exibição gráfica, estarão apresentados os resultados associados aos percentis 25, 50 e 75.

A implementação do modelo de sobrevivência foi realizada por meio do software de código aberto RStudio, utilizando a linguagem R e os seguintes pacotes de métodos (packages): spatstat, spdep, surival, survminer, reshape2. O programa desenvolvido para a estimação dos parâmetros da função de sobrevivência foi desenvolvido a partir das rotinas propostas por Therneau e Grambsch (2000) (Apêndice B).

3.5. Resultados

São apresentados na Tabela 3.2 os resultados obtidos para a função de sobrevivência do conjunto de 420 unidades industriais ao longo das safras entre 2001 e 2016. A estimação do modelo de sobrevivência de riscos proporcionais de Cox determina como primeiro passo a obtenção da estatística de sobrevivência básica (*baseline hazard*), que desconta, ano após ano, a mortalidade observada no conjunto completo de indivíduos ao longo do tempo pelo critério de Kaplan-Meier, sem nenhum tipo de ajuste a partir das variáveis independentes.

Tabela 3.2 – Estimação não-paramétrica Kaplan-Meier da função de sobrevivência

Ano	Unid. em operação	Mortalidade	Sobrevivência $\hat{S}(t)$	Erro padrão	95% - IC	95% + IC
2001	350	3	0.991	0.00493	0.982	1.000
2006	347	2	0.986	0.00634	0.973	0.998
2008	345	2	0.98	0.00748	0.965	0.995
2009	343	9	0.954	0.01116	0.933	0.976
2010	334	8	0.931	0.01351	0.905	0.958
2011	326	7	0.911	0.01519	0.882	0.942
2012	319	5	0.897	0.01624	0.866	0.93
2013	314	15	0.854	0.01886	0.818	0.892
2014	299	8	0.831	0.02001	0.793	0.872
2015	290	6	0.814	0.02079	0.774	0.856

A Tabela 3.2 demonstra que, depois de quinze anos, cerca de 19% das unidades que operavam em 2001 e passaram a operar durante o período de estudo já não estavam em atividade ao final. É importante notar que existiam 350 unidades em atividade na primeira safra e que, durante o período avaliado 65 deixaram de operar. Os resultados da coluna "Sobrevivência" da Tabela 3.2, descrevem os valores estimados da função de sobrevivência $\hat{S}(t)$ e estão apresentados na Figura 3.1.

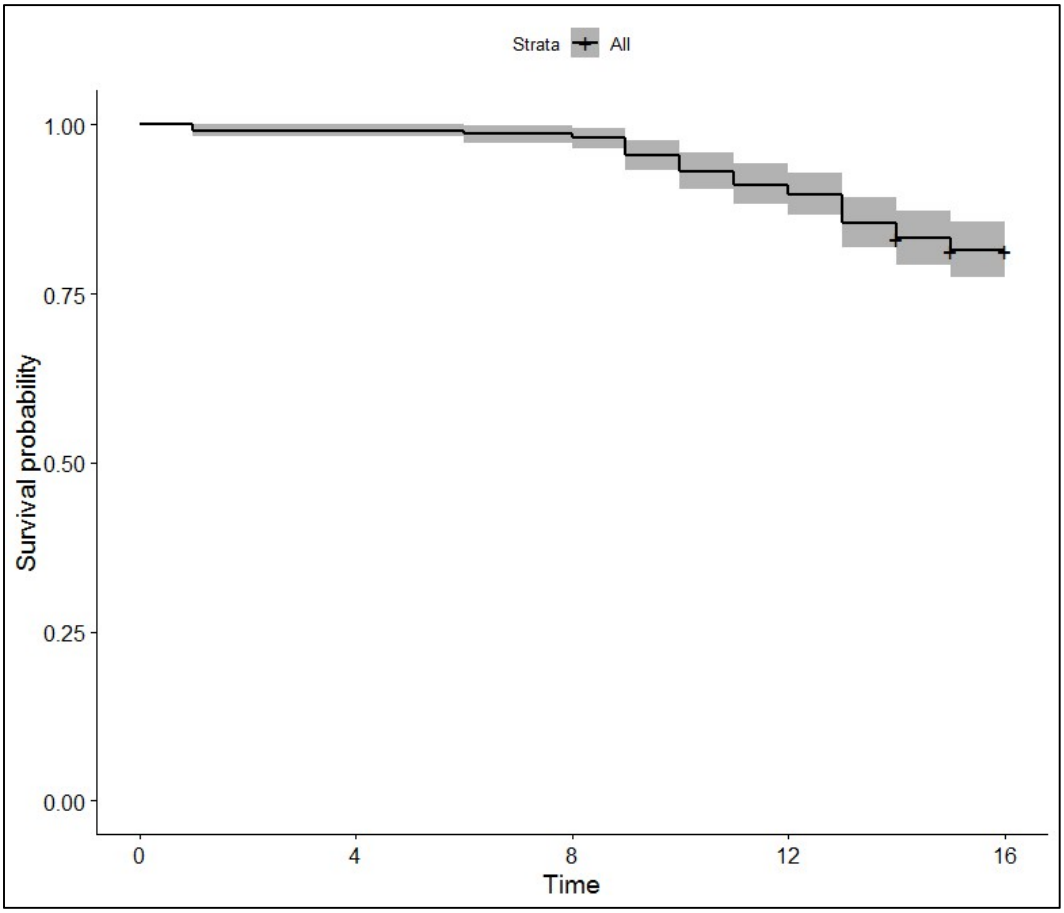

Figura 3.1 - Função de sobrevivência *Baseline Hazard (equação 3.12)*

Na Figura 3.2 apresenta-se o resultado da função de sobrevivência decomposta para dois grupos de usinas. A população foi dividida entre os grupos empresariais que as controlam terem recebido (FK=1) ou não recebido (FK=0) alguma forma de investimento de capital estrangeiro durante o período avaliado. O índice de sobrevivência de empresas é mais elevado para as empresas que receberam investimentos externos.

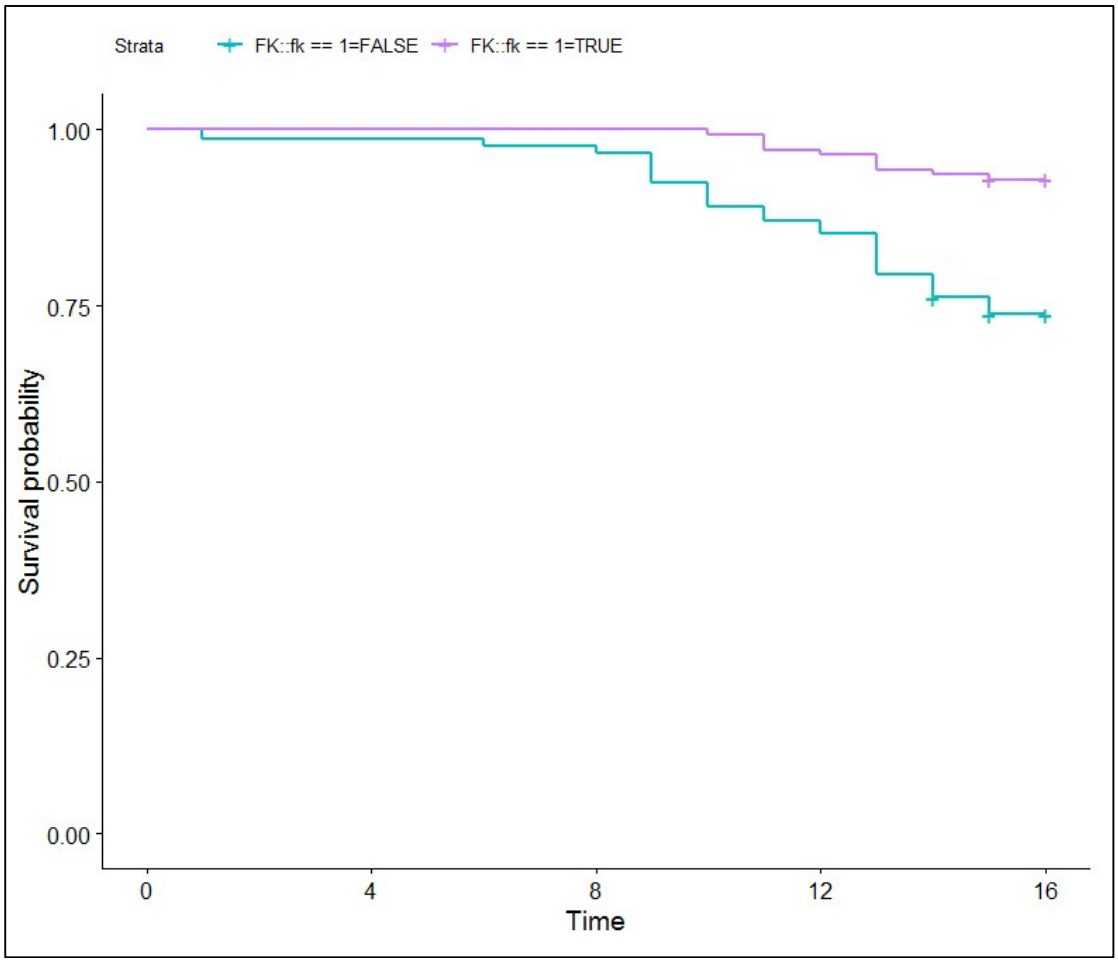

Figura 3.2 - Função de sobrevivência com (roxo, FK = 1) e sem investimento de capital estrangeiro (azul, FK = 0)

A partir dos resultados da função de sobrevivência para o conjunto total da população, estima-se a equação (3.12), para obter cada um dos parâmetros β_i e, observando sua estatística t, avaliar se o impacto desta variável foi suficiente para determinar que a distribuição deste atributo na população gerou um efeito significativo na mortalidade mensurada pela função de sobrevivência entre os grupos.

Foram estimadas cinco versões de modelos por meio da exclusão para obter os coeficientes de risco proporcional para cada variável e estas combinações são apresentadas na Tabela 3.3. Cada versão representa uma combinação possível entre as variáveis existentes, sendo que em todas elas está presente a variável FK devido ao grande efeito que ela apresenta, independente da presença das outras variáveis.

Tabela 3.3 – Variáveis incluídas em cada versão do modelo de análise de sobrevivência

	FK	dqn1601	IV	dhhi1609
Versão 1	✓	✓		✓
Versão 2	✓	✓	✓	
Versão 3	✓	✓		
Versão 4	✓		✓	
Versão 5	✓			✓

A Tabela 3.4 apresenta os resultados dos coeficientes calculados e desvio-padrão nas cinco versões do modelo estimadas, decompondo os efeitos das covariáveis sobre a função de sobrevivência *Baseline Hazard* e permitindo observar se cada variável impactou a sobrevivência do subconjunto (no caso de significância estatística do coeficiente) ou se não é possível afirmar que os grupos tiveram um padrão de sobrevivência distinto.

Tabela 3.4 - Coeficientes dos parâmetros e desvio-padrão estimados para a função de sobrevivência.

	n_i	d_i	FK	$dqn1601$	IV	$dhhi1609$
$Versão$ 1	350	65	-1.27341 ***	-0.05117 **		-0.46741
			(0.35009)	(0.02346)		(0.51557)
$Versão$ 2	265	36	-0.82353 **	-0.05032 *	-1.21885 **	
			(0.39135)	(0.0296)	(0.5685)	
$Versão$ 3	350	65	-1.30844 ***	-0.0502 **		
			(0.34785)	(0.02346)		
$Versão$ 4	265	36	-0.9396 **		-1.205 **	
			(0.3851)		(0.5830)	
$Versão$ 5	350	65	-1.3914 **			-0.4504
			(0.3455)			(0.5784)

*** Significativo a 1%, ** Significativo a 5%, * Significativo a 10%.

Observa-se que as variáveis que indicam o efeito da presença de investimento estrangeiro (FK) se mostra significativa ao nível de 5% em todos os modelos estimados pela combinação de variáveis. O mesmo se registra para a variável de presença de elevada integração

vertical (IV), que também demonstrou efeito significativo sobre a sobrevivência de empresas.

Entre as variáveis desenvolvidas com base nas estatísticas espaciais derivadas do Capítulo 2 desta tese, apenas a variável de expansão da quantidade processada nos mercados regionais de cana de açúcar (dqn1601) apresenta significância satisfatória, ao passo que a variável de mudança na concentração de mercado (dhhi_1609) não indicou capacidade de explicar mudanças na função de sobrevibência ao longo dos quatro grupos de percentis avaliados.

As Figuras 3.3 e 3.4 apresentam a decomposição da função de sobrevivência de acordo com as variáveis consideradas significantes, ou seja, FK, IV e dqn1601. Em todos os casos, é possível observar que a hipótese de risco proporcional foi atendida, uma vez que as curvas se mostram separadas e com os efeitos dos percentis 25, 50 e 75 corretamente organizados de acordo com o impacto esperado na função de sobrevivência.

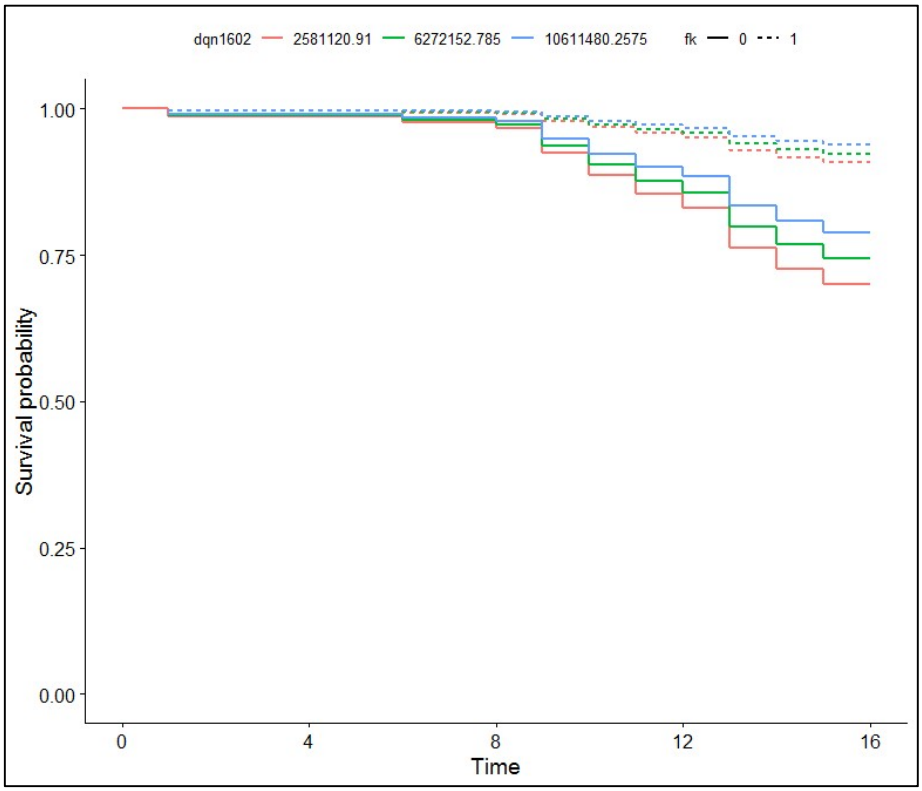

Figura 3.3 - Decomposição da função de sobrevivência nas variáveios dqn1601 e FK

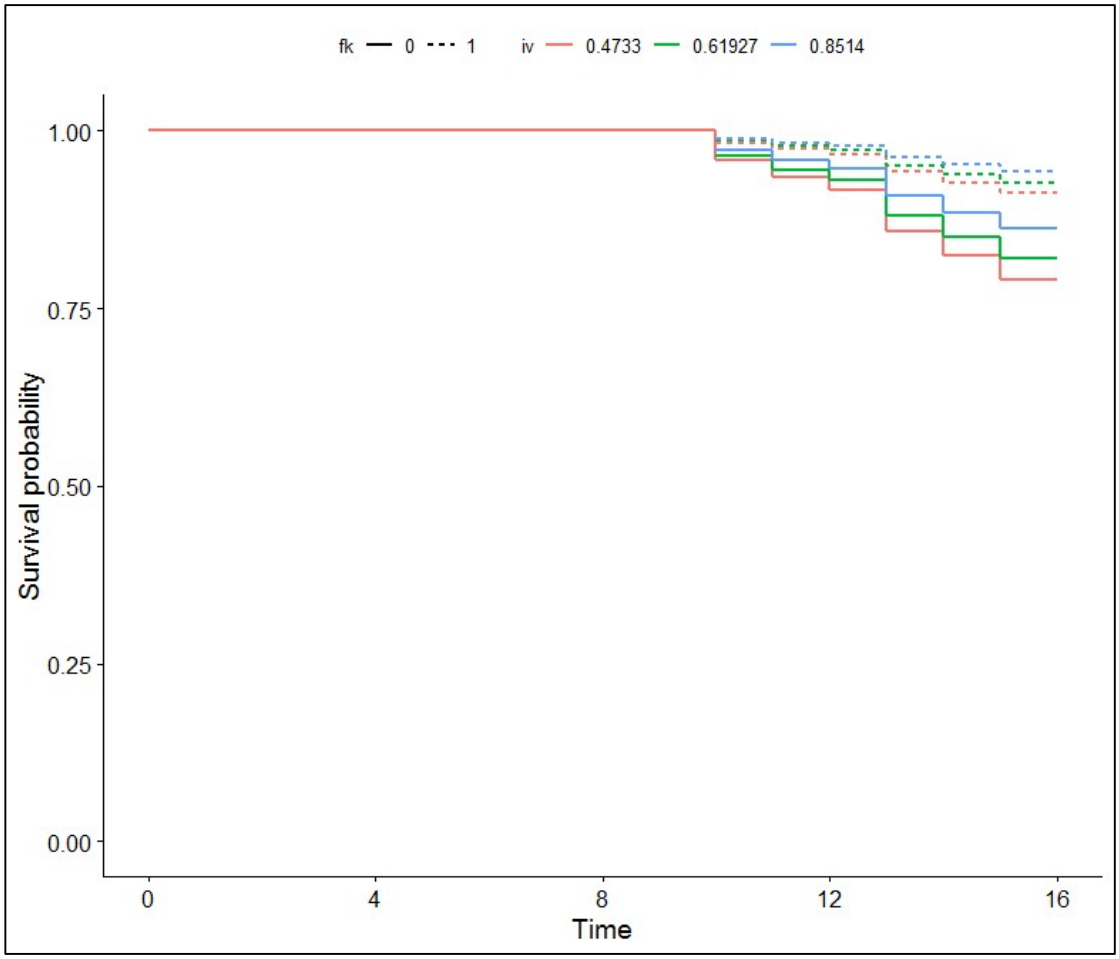

Figura 3.4 - Decomposição da função de sobrevivência nas variáveis FK e IV

Firma-se como resultado principal que, ainda que esteja inequivocamente registrado um processo de aumento da concentração do processamento da cana de açúcar em grandes empresas nas regiões mais importantes da agricultura canavieira do Brasil, não se pode afirmar que o processo de falências e interrupção de atividade das usinas registrado tenha estado diretamente vinculado ao processo de aumento da competição pelo recurso agrícola essencial. Em outras palavras, existe disponibilidade de cana de açúcar suficiente para que as empresas competidoras próximas operem sem restrição de oferta de insumos como fator causador de interrupções e falências, via de regra.

Assim, não se confirma que o crescimento das maiores empresas e o aumento da capacidade instalada de processamento tenham sido um determinante essencial para que as menores usinas e destilarias tenham sido impossibilitadas de obter cana de açúcar em quantidade suficiente para viabilizar a atividade econômica. Pelo contrário, observou-se que o

processo espacial indicou a maior concentração de unidades industriais com atividade interrompida exatamente nas vizinhanças em que todas as outras usinas registraram um crescimento da moagem abaixo da média do território nacional no período entre 2001 e 2016.

3.6. Conclusão

Ainda que a produção e o processamento de cana de açúcar tenham passado por um processo de expansão no Brasil nas últimas décadas, tal processo aconteceu com o simultâneo início e interrupção de atividade de um expressivo número de unidades industriais.

O atual capítulo tratou da caracterização das condições de continuidade da atividade econômica de processamento industrial de cana de açúcar no Brasil entre 2001 e 2016. A metodologia da análise de sobrevivência foi utilizada para identificar caraterísticas associadas aos eventos de interrupção das operações para cada usina ou destilaria. Este método permitiu também identificar se variáveis identifidadas como potenciais determinantes da sobrevivência das unidades produtoras foram de fato relevantes nesse contexto. Isso foi feito por meio de regressão semiparamétrica que indica a contribuição de cada variável na probabilidade de mortalidade de uma unidade industrial.

Os resultados indicam que a expansão do processamento de cana de açúcar no raio geográfico de colheita viável não foi um fator que determinou a interrupção das atividades. Dito de outra forma, o aumento do número de concorrentes demandando o mesmo insumo no mesmo mercado não gerou um efeito significativo na probabilidade de interrupção das atividades.

O efeito positivo encontrado entre a existência de uma estrutura operacional de obtenção de cana de açúcar formada por uma parcela elevada de integração vertical na transação campo-indústria sugere que a estratégia de abastecimento a partir de fazendas próprias da usina e localizadas em um raio de colheita próximo ao local de moagem colaboram com a capacidade da empresa seguir operando, mesmo que tenha um grande número de competidores no mesmo espaço geográfico.

Outra característica associada à sobrevivência operacional das usinas foi a identificação de investidores estrangeiros na estrutura de capital das empresas controladoras das unidades industriais. As empresas que possuem capital exclusivamente doméstico experimentaram taxas de mortalidade aproximadamente 15 pontos porcentuais mais elevadas que as empresas internacionalizadas, fortalecendo a tese de que o acesso facilitado a recursos

financeiros se coloca como um fator importante para a obtenção de uma posição competitiva no mercado sucroenergético.

O esforço empreendido no atual capítulo está longe de esgotar as possibilidades de tratamento do problema da falência e das mudanças de controle corporativo no setor sucroenergético do Brasil. Em que se pese o esforço para que as variáveis explicativas compusessem um conjunto suficiente de informações para caracterizar as diferenças operacionais e de mercado entre as empresas que obtiveram sucesso e fracasso, a análise aqui desempenhada ainda carece da contribuição que dados sobre a situação financeiras das empresas competidoras possam ter tido sobre as decisões de continuidade das operações das fábricas. O processo de comercialização dos produtos das usinas e destilarias também está insuficientemente tratado no atual estudo e pode ser incluído na agenda de pesquisa a ser elaborada.

Referências

AGARWAL, R. Technological activity and survival of firms. **Economics Letters**, vol. 52 (1996) p. 101-108

ALTMAN, E. I. Financial ratios, discriminant analysis and fite prediction of corporate bankruptcy. **Journal of Finance**, v. 23, n. 4, Sept. 1968.

ANUÁRIO DA CANA. São Paulo: ProCana Brasil, 2001-2016. Anual.

BARR, R.S.; SEIFORD, L.M.; SIEMS; T.F. Forecasting bank failure: a non-parametric frontier estimation approach. Recherches Économiques de Louvain / **Louvain Economic Review**, Lovaina - Bélgica, v. 60, n. 4, p. 417-429, 1994.

BEAVER, W. H. Financial ratios as predictors of failure. **Journal of Accounting Research**, vol. 71, n. 11. 1966.

BRASIL. Lei nº 11.101, de 09 de fevereiro de 2005. Regula a recuperação judicial, a extrajudicial e a falência do empresário e da sociedade empresária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 fev. 2005.

_____. Lei nº 12865, de 09 de outubro de 2013. Autoriza o pagamento de subvenção econômica aos produtores da safra 2011/2012 de cana de açúcar e de etanol que especifica e o financiamento da renovação e implantação de canaviais (...). **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 out. 2013.

CHAVA, S.; JARROW, R.A. Bankruptcy Prediction with Industry Effects. **Review of Finance**, Oxford, v. 8, n. 4, p. 537-569, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perfil do Setor do Açúcar e do Álcool no Brasil, Edição para a safra 2008-2009**. Brasília, Mai. 2010. 77 p. (CONAB, 2010).

COX, D. R. Regression models and life-tables. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B, p. 187-220, 1972.

COX, D.R., OAKES, D. **Analysis of survival data**. Londres: Chapman & Hall, 1984.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **United States Bankruptcy Code**. Title 11. Disponível em: <http://uscode.house.gov/browse/prelim@title11/chapter1&edition=prelim>. Acesso em: 13 dez. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal.** (IBGE, 2014). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 set. 2014.

JOVANOVIC, B. Selection and the Evolution of Industry. **Econometrica**, vol. 50, n. 3. Mai., 1982.

KLEIN (1991) Small Sample Moments of Some Estimators of the Variance of the Kaplan-Meier and Nelson-Aalen Estimators. **Scandinavian Journal of Statistics**, vol. 18, n. 4 (1991), p. 333-340.

MAIA, S.F.; OLIVEIRA; A.C.S. Análise da Produção da Cana de açúcar no Estado de Pernambuco: Uma Abordagem pelos Custos dos Recursos Domésticos (CRD). **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. Especial 468-482, dez. 1999.

MUTH, Mary K.; WOHLGENANT, Michael K. Measuring the degree of oligopsony power in the beef packing industry in the absence of marketing input quantity data. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, vol. 24, n. 2, p. 299-312, 1999.

NOVACANA. **O destino está praticamente selado para as 85 usinas em recuperação judicial no Brasil.** Jan. 2016. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/usinas/destino-selado-85-usinas-recuperacao-judicial-brasil-280116>. Acessado em: 18 fev. 2016.

PEDROSO JÚNIOR, R. **Arranjos institucionais na agricultura brasileira: um estudo sobre o uso de contratos no sistema agroindustrial sucroalcooleiro da região Centro-Sul.** 2008. 209 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PEŠTA, M. **Proportional Hazards - Class Notes.** Disponível em: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~pesta/NMFM404/ph.html>. Acesso em 28 jan. 2019.

ROCHA, R. **Previsão de falência bancária: um modelo de risco proporcional**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 137-152, abr. 1999.

SCHOENFELD. D. Partial Residuals for The Proportional Hazards Regression Model. **Biometrika**, vol. 69, n. 1, abr. 1982, p. 239-24.

SCHROETER, J.R. Estimating the Degree of Market Power in the Beef Packing Industry. **The Review of Economics and Statistics**, vol. 70, n. 1 (Feb., 1988), pp. 158-162

SHUMWAY, T. Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model. **The Journal of Business**, Chicago, v. 74, n. 1, p. 101-124, jan. 2001.

SINKEY, J. A multivariate statistical analysis of the characteristics of problem bank. **Journal of Finance**, v. 30, p. 21-36, Mar. 1975.

THERNEAU, TERRY M., GRAMBSCH, PATRICIA M. **Modeling Survival Data: Extending the Cox Model**. Statistics for Biology and Health Series. Springer-Verlag New York: New York. 2000. DOI: 10.1007/978-1-4757-3294-8.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA, 2016). **A sustentabilidade no setor sucroenergético brasileiro.** Disponível em: <http://www.unica.com.br/sustentabilidade/>. Acessado em: 13 out. 2016.

VALOR ECONÔMICO. **Cresce o número de falências entre usinas sucroalcooleiras.** 25 set. 2017. Disponível em: < https://www.valor.com.br/agro/5131622/cresce-o-numero-de-falencias-entre-usinas-sucroalcooleiras>. Acessado em: 12 fev. 2017.

APÊNDICE A

Base de dados (continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1001	-46.923993	-21.925960	0	9259359	13523046	14217183	0.707500	1	0.2780	0.2452	0.2780
1002	-47.309019	-21.886149	0	10200642	17405566	16785596	0.714200	1	0.2147	0.1688	0.2147
1003	-35.129868	-6.858697	0	5118962	6835622	6314629	0.592300	0	0.1508	0.1508	0.1647
1004	-46.246523	-21.386059	0	1083390	1807966	1404111	0.997200	1	0.6020	0.5025	0.6020
1005	-53.842039	-22.037200	0	798251	4749774	12048153	0.925400	1	0.4477	0.3424	0.4477
1006	-50.725428	-19.313327	0	2271159	6926244	10065345	NA	1	0.5776	0.7086	0.5776
1007	-49.416650	-22.677767	1	3768690	10423680	7775244	NA	0	0.2725	0.1577	0.2725
1008	-42.157179	-22.604026	1	86770	132799	0	0.520350	0	0.0000	1.0000	0.0000
1011	-44.983036	-19.252852	0	504387	795264	890000	0.982350	0	1.0000	1.0000	1.0000
1012	-35.022282	-6.989014	0	6155446	7921232	7415393	0.124700	0	0.1394	0.1394	0.1464
1014	-50.601841	-22.744902	0	12407914	21366183	17943771	0.807070	0	0.3380	0.2587	0.3380
1015	-47.970127	-21.038248	1	53709823	74175231	56290944	NA	0	0.1092	0.1093	0.1092
1016	-50.346217	-20.237513	0	3757168	9965208	16790533	0.868100	0	0.2375	0.2283	0.2375
1017	-39.946577	-18.456658	0	1859696	3136761	2265000	0.568370	0	0.4610	0.5105	0.4610
1019	-35.275480	-8.226726	0	8917167	15035252	11266347	0.664450	0	0.0999	0.0999	0.1308
1020	-51.298743	-20.086269	0	238949	5796378	5534991	0.944600	1	0.3533	0.5094	0.3533
1021	-56.720539	-16.053408	1	758978	81800	0	1.000000	0	0.0000	1.0000	0.0000
1022	-47.873987	-20.480704	0	26011914	44354136	42519952	0.693200	1	0.1100	0.1209	0.1100
1023	-51.456970	-21.589211	0	4737316	15894276	13319933	0.896130	0	0.1431	0.1077	0.1431
1024	-51.950667	-22.931927	0	6880443	15841787	15754519	NA	1	0.3572	0.2995	0.3572
1025	-51.409812	-22.874617	0	6063909	13085215	15662006	0.978100	1	0.3580	0.3494	0.3580
1026	-51.803574	-22.651244	0	6564602	15426444	23241593	NA	1	0.2197	0.2707	0.2197
1027	-51.259438	-21.865493	0	4789642	14347299	8487057	NA	1	0.1989	0.1108	0.1989
1028	-49.189660	-18.442092	0	2169240	6071684	9168430	0.565650	0	0.2491	0.3944	0.2491
1029	-46.854517	-21.305477	0	2951389	5614153	3188954	0.000000	0	0.3644	0.2217	0.3644
1030	-51.766574	-22.124372	1	1147366	10095815	14302674	0.697830	0	0.2726	0.2446	0.2726
1032	-50.542483	-21.075959	0	10375457	24576811	22969710	NA	0	0.1445	0.1769	0.1445
1033	-50.232125	-21.103649	0	7668518	28781660	25028889	NA	0	0.1544	0.1425	0.1544
1034	-50.387613	-20.574848	0	4415524	12748959	14145261	NA	0	0.2952	0.3171	0.2952
1035	-50.411924	-20.907678	1	4789168	22533961	27690182	NA	0	0.1568	0.1917	0.1568
1036	-48.608901	-18.753835	0	0	0	1650000	0.467180	1	0.7429	0.0000	0.7429
1037	-51.028354	-22.150634	0	5005938	11679740	9424322	0.605030	0	0.2634	0.2107	0.2634
1039	-47.960859	-21.118353	0	53709823	74175231	56290944	NA	0	0.1092	0.1093	0.1092
1040	-48.117935	-21.174674	0	49400962	67786360	51699685	NA	0	0.0991	0.0933	0.0991
1041	-47.444915	-22.011379	0	13792375	21689884	20543664	NA	0	0.1696	0.1410	0.1696
1042	-50.349198	-23.097327	0	8243531	15159210	11192805	1.000000	0	0.2178	0.1490	0.2178
1043	-41.183501	-21.727349	1	4178233	3921380	1773414	NA	0	0.3496	0.2348	0.3496
1044	-57.216321	-15.034067	0	7555028	8654986	7141007	0.944600	0	0.5361	0.5786	0.5361
1045	-47.570322	-20.745812	0	25876273	38492530	30029276	0.594080	0	0.1523	0.1249	0.1523
1046	-49.540772	-21.601515	0	6271557	23977749	23362126	0.489630	0	0.1482	0.1615	0.1482
1047	-47.993561	-21.009402	0	53709823	74175231	56290944	NA	0	0.1092	0.1093	0.1092
1048	-40.372887	-18.508560	0	1859696	3136761	2265000	0.333330	0	0.4610	0.5105	0.4610
1049	-48.082567	-20.942681	0	52937865	73664344	64646947	NA	0	0.0969	0.1037	0.0969
1050	-49.478860	-22.987686	1	5124713	11940258	10183252	NA	0	0.2148	0.1363	0.2148
1051	-48.724279	-21.145141	1	29772799	46649792	41129145	NA	0	0.1108	0.0923	0.1108
1052	-46.182773	-17.059265	0	0	0	2492000	0.739800	1	1.0000	0.0000	1.0000
1053	-50.959590	-21.566526	0	11224888	23061180	19437222	0.564100	0	0.1516	0.1181	0.1516
1054	-45.563714	-20.077809	0	1088670	1896837	3394419	0.791950	1	0.5274	1.0000	0.5274
1055	-55.438446	-21.352688	0	908709	3096551	4170382	0.785400	1	0.5328	0.5008	0.5328
1056	-54.710854	-21.519352	0	1905518	6494883	11911405	0.710400	1	0.5044	0.7260	0.5044
1057	-54.505696	-21.732197	0	1905518	8425883	14643221	0.770650	1	0.5061	0.4990	0.5061
1058	-35.028485	-7.353369	0	8079192	12675320	11046638	0.604400	1	0.0900	0.0900	0.0981
1059	-35.209741	-6.230952	0	2803949	3598706	2401252	0.697550	1	0.4310	0.4310	0.5262
1060	-48.622913	-20.235814	0	8686678	30805954	32588669	0.497550	1	0.1560	0.1567	0.1560
1061	-47.260367	-22.162472	0	17005709	22696892	23126697	0.665500	1	0.1483	0.1367	0.1483
1062	-47.882996	-20.943734	1	47246200	64051828	53473430	0.439950	1	0.1193	0.1244	0.1193
1063	-48.200683	-20.782335	0	40982711	60757533	49366648	0.535600	1	0.1392	0.1432	0.1392
1064	-48.079345	-21.108369	0	51763987	70623600	52429344	0.608500	1	0.1204	0.1180	0.1204
1065	-48.174733	-21.280857	1	53127191	74348819	56412043	0.582500	1	0.1199	0.0815	0.1199
1066	-48.000647	-20.613407	0	41178635	63136840	54554075	0.612650	1	0.1196	0.1184	0.1196

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1067	-35.477280	-8.365634	1	9014610	15984756	10269490	NA	0	0.0736	0.0736	0.1127
1070	-35.033762	-8.238940	0	7141646	12430631	10410046	NA	0	0.1295	0.1295	0.1503
1071	-50.116367	-17.682522	0	5062973	10844527	13804059	0.898800	1	0.1639	0.1880	0.1639
1072	-49.361965	-18.515902	0	2932057	10101893	11772074	NA	1	0.2075	0.2258	0.2075
1073	-49.654814	-18.992016	0	1118197	4618256	4556799	NA	1	0.5270	0.5747	0.5270
1074	-51.029898	-21.490645	0	9814822	21370984	18190668	0.562570	0	0.1541	0.1201	0.1541
1075	-35.032157	-8.116623	1	6458594	11549158	9635320	NA	0	0.1363	0.1363	0.1621
1076	-48.819251	-20.082061	0	5313296	21770380	24278919	NA	1	0.1762	0.1888	0.1762
1077	-49.690866	-19.890477	0	2601162	9428639	12441573	NA	1	0.4904	0.7167	0.4904
1078	-47.424822	-19.544391	0	2605032	6865935	8478725	0.555000	1	0.4218	0.4219	0.4218
1079	-55.104089	-22.292838	0	0	2790512	6556537	NA	1	0.2744	0.5531	0.2744
1080	-49.759373	-20.114903	0	2667369	13475020	14599600	NA	1	0.3872	0.3922	0.3872
1081	-49.358861	-20.237535	0	5913557	21190176	24255511	NA	1	0.3069	0.3452	0.3069
1082	-50.438554	-19.951153	0	3014304	8348998	12679218	NA	1	0.4007	0.5261	0.4007
1084	-48.728452	-18.518362	0	1051043	1802758	4273000	0.845900	0	0.4876	0.8225	0.4876
1085	-35.282511	-8.343117	0	7955701	14172989	10269490	0.137750	0	0.0850	0.0850	0.1127
1086	-49.988936	-17.689860	0	4545622	11049513	13529559	0.468130	0	0.1862	0.2021	0.1862
1087	-35.735102	-9.441839	0	11868685	16731464	12752217	NA	0	0.1191	0.1191	0.1485
1088	-36.541755	-10.151921	0	10510117	12509409	10409618	NA	0	0.1307	0.1307	0.2199
1089	-36.085511	-9.776801	0	16402841	20680785	17341022	NA	1	0.0965	0.0965	0.1147
1090	-47.625573	-20.020710	0	7344689	15944175	16518875	0.310630	0	0.2507	0.2261	0.2507
1091	-47.770318	-19.974673	0	11838210	27520861	27555539	0.603630	0	0.2293	0.2168	0.2293
1092	-48.269355	-19.982574	0	12408275	33708311	33899947	0.634830	0	0.1462	0.1508	0.1462
1093	-51.779072	-21.276167	0	1834932	8908153	10993398	NA	0	0.1873	0.1527	0.1873
1094	-35.549288	-9.128945	0	11076316	16405140	10204826	0.568000	0	0.0893	0.0893	0.1729
1096	-50.120706	-21.479648	1	6140760	29655823	28186321	0.000000	0	0.1983	0.1977	0.1983
1097	-37.119880	-10.482865	0	1429747	2299899	2626789	0.819950	0	0.4815	0.4815	0.2802
1098	-50.330146	-17.320863	1	1986983	6985289	10004059	NA	0	0.1845	0.2187	0.1845
1099	-47.432364	-20.752196	0	11822992	18009489	15554827	0.000000	1	0.2785	0.1891	0.2785
1100	-48.024498	-21.003458	0	53709823	74175231	56290944	0.507750	0	0.1092	0.1093	0.1092
1101	-50.157604	-22.986211	1	10946078	19132952	15780647	NA	0	0.2366	0.1666	0.2366
1102	-35.718205	-8.669234	1	7931252	12161153	7270435	0.082750	0	0.0775	0.0775	0.1228
1103	-52.318644	-21.459405	1	1280085	692633	2500000	0.936200	0	1.0000	1.0000	1.0000
1104	-55.045639	-20.755080	1	1030006	822523	0	0.936200	0	0.0000	1.0000	0.0000
1105	-41.400692	-21.719861	0	4412481	3994331	1773414	0.936200	0	0.3496	0.2266	0.3496
1106	-36.764844	-10.538121	1	2972127	4235693	4455577	0.936200	0	0.2538	0.2538	0.1986
1107	-49.268267	-20.334180	1	5913557	19660478	22662862	0.938130	0	0.2927	0.3290	0.2927
1108	-47.137473	-14.862831	0	0	250650	250700	NA	0	1.0000	1.0000	1.0000
1109	-51.385487	-22.761330	1	3190475	9766690	12324207	NA	0	0.3067	0.2494	0.3067
1110	-49.483828	-16.346779	0	1605000	3470668	2780000	0.990900	0	0.5901	0.5174	0.5901
1111	-49.154082	-19.923866	0	3407723	16060850	18408634	0.432000	0	0.2970	0.3345	0.2970
1112	-52.601804	-18.468665	0	0	2008604	7717463	0.781530	0	0.4492	0.5264	0.4492
1113	-49.832681	-22.808679	1	6828065	12755262	9055057	NA	0	0.2493	0.1233	0.2493
1114	-50.372284	-19.066950	0	0	4421632	10904918	0.599670	0	0.2747	0.3254	0.2747
1115	-50.414474	-23.683065	0	1091995	1862402	563788	NA	0	0.6522	0.5000	0.6522
1116	-50.431798	-21.582829	0	8989666	25255534	22524777	0.707630	0	0.1893	0.1651	0.1893
1117	-50.217506	-21.804803	0	5482668	19572581	15896440	0.622100	0	0.3646	0.3040	0.3646
1118	-48.241525	-19.352637	0	0	1015565	5803402	0.354000	0	0.5382	1.0000	0.5382
1119	-41.275257	-21.825297	0	4261321	3921380	1773414	0.000000	0	0.3496	0.2348	0.3496
1120	-51.506026	-22.531675	0	2019281	8750451	11275411	NA	0	0.3578	0.2975	0.3578
1121	-50.789926	-22.473196	0	10316818	19336595	18540328	NA	0	0.3176	0.3012	0.3176
1122	-48.835975	-21.215010	0	21058567	38167528	33329636	1.000000	0	0.1050	0.1041	0.1050
1123	-49.614241	-20.209998	0	3407723	14109294	17199600	1.000000	0	0.3018	0.3598	0.3018
1124	-50.675989	-20.039593	0	3014304	9894916	14350532	1.000000	0	0.3264	0.3990	0.3264
1125	-48.184306	-20.280599	0	22020774	46354163	45785780	0.252300	0	0.1360	0.1471	0.1360
1126	-49.233379	-17.926864	0	1813860	4076606	7189356	0.874100	0	0.3415	0.5205	0.3415
1127	-49.791589	-22.983985	1	7830565	15526232	10646422	0.280200	1	0.2027	0.1151	0.2027
1128	-47.783002	-23.417489	1	5388378	9285042	9187404	0.518750	1	0.2637	0.2737	0.2637
1130	-52.487413	-23.269821	0	8183959	17485755	17019298	1.000000	0	0.4741	0.3375	0.4741
1131	-49.758790	-15.178663	0	514553	5476022	5002442	1.000000	0	0.4381	0.5007	0.4381

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1133	-51.691550	-23.687585	0	4923971	7940771	5073437	1.000000	0	0.3404	0.2239	0.3404
1134	-52.989412	-22.799612	0	574000	2864752	3754102	0.886400	0	0.3971	0.5348	0.3971
1135	-57.842767	-13.787315	0	1293477	1720340	2730157	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1136	-51.469753	-23.202520	1	6806861	8087139	7532449	0.721400	0	0.5152	0.4143	0.5152
1137	-36.289684	-10.122905	0	12757579	15267098	13469570	0.719825	0	0.1292	0.1292	0.1659
1138	-48.730888	-19.816341	0	1905573	14405704	17628683	0.276900	0	0.1809	0.2179	0.1809
1139	-50.784404	-19.812555	0	2271159	7305298	12130624	0.480430	0	0.4268	0.6607	0.4268
1140	-50.342281	-19.708379	0	3014304	8505298	13880624	0.471100	0	0.3418	0.5073	0.3418
1141	-50.660141	-19.522594	0	2271159	8058686	13580624	0.352970	0	0.3519	0.5517	0.3519
1142	-53.410966	-23.666690	0	3256711	8540069	7107183	0.930400	1	1.0000	0.4792	1.0000
1143	-35.276203	-7.551241	0	6857091	11149332	9054557	0.643900	0	0.1387	0.1387	0.1579
1144	-49.729236	-15.345711	0	514553	5476022	5002442	0.000000	0	0.4381	0.5007	0.4381
1145	-35.278641	-8.635897	0	8537484	15429371	9489967	0.784650	0	0.0713	0.0713	0.1134
1146	-50.844424	-21.050929	0	14098733	23852749	20122769	NA	1	0.2745	0.1977	0.2745
1147	-50.865473	-21.914298	0	9258348	19104072	13117695	NA	0	0.1456	0.1112	0.1456
1148	-50.103652	-23.159073	0	7078475	13497705	10646422	NA	0	0.2027	0.1329	0.2027
1149	-49.241374	-18.647135	0	2169240	7204576	9051156	1.000000	0	0.3196	0.3468	0.3196
1150	-40.188294	-17.836150	0	1857759	4416323	3239950	0.407680	0	0.2888	0.3712	0.2888
1151	-50.712259	-23.390031	0	2094495	4633372	2155153	0.573150	0	0.5899	0.4384	0.5899
1152	-48.711490	-22.057399	0	19654795	29697704	28762272	0.495500	0	0.2558	0.1966	0.2558
1153	-54.394028	-23.168021	0	1634123	2865674	2482268	0.901400	0	0.6992	0.6493	0.6992
1154	-51.074817	-17.547168	0	0	2121540	1930950	0.548980	0	0.5600	0.4035	0.5600
1155	-52.020315	-21.970749	1	0	3442287	5716722	NA	0	0.7347	0.3051	0.7347
1156	-50.148754	-17.278198	0	706815	4023289	7129559	1.000000	0	0.2813	0.3756	0.2813
1157	-49.137316	-21.192846	0	21060463	42605370	38042830	0.884000	0	0.1215	0.1130	0.1215
1158	-49.893529	-21.400556	0	5482668	32150974	31541333	0.726970	0	0.1677	0.1739	0.1677
1159	-48.094046	-21.777463	1	30257098	49676040	38526696	0.485900	0	0.2421	0.1221	0.2421
1160	-47.640816	-21.721408	1	18506003	34643193	23887983	0.473370	0	0.1484	0.1393	0.1484
1161	-51.673971	-21.589809	0	2305860	12840126	9700806	NA	0	0.2227	0.1354	0.2227
1163	-47.211608	-22.660133	0	24070386	28525017	24989069	0.619270	0	0.2300	0.2219	0.2300
1164	-52.258613	-17.535524	0	0	0	2811069	NA	1	1.0000	0.0000	1.0000
1165	-53.036301	-17.755214	0	0	0	6501467	0.726850	1	1.0000	0.0000	1.0000
1166	-51.008110	-18.792150	0	0	661206	3569501	0.785070	1	1.0000	0.5358	1.0000
1167	-53.213694	-18.483855	0	0	0	5209123	NA	1	0.5548	0.0000	0.5548
1168	-54.020193	-21.865954	0	0	6387697	15687398	0.607570	1	0.3846	0.3496	0.3846
1169	-54.251404	-21.589499	0	1905518	8425883	14643221	0.679330	1	0.5061	0.4990	0.5061
1170	-53.313955	-17.829838	0	0	0	6501467	0.691500	1	1.0000	0.0000	1.0000
1171	-52.524331	-22.349270	1	716990	3432647	6840699	0.792630	1	0.5833	0.5015	0.5833
1172	-52.103475	-22.400206	0	1882449	11009743	12617042	0.271100	1	0.2739	0.1896	0.2739
1173	-54.609799	-22.330729	0	0	3211661	7469428	NA	0	0.2264	0.4348	0.2264
1174	-47.360688	-21.844799	0	12182112	26931044	19902022	0.570780	0	0.1773	0.1956	0.1773
1175	-51.133519	-21.510803	1	9814822	22341739	19090668	NA	0	0.1421	0.1118	0.1421
1176	-47.479553	-22.759589	0	21115346	26646783	24653140	NA	0	0.2350	0.2472	0.2350
1177	-48.926496	-22.923012	0	9961147	16565944	15005110	NA	0	0.4002	0.3220	0.4002
1178	-49.098545	-15.215160	0	2052517	5654146	5513454	0.983770	0	0.7194	0.3720	0.7194
1179	-49.671996	-18.072040	0	762817	6632520	14415430	0.787550	0	0.1499	0.2453	0.1499
1180	-48.475781	-22.238672	0	27950493	40231594	38568879	0.445500	0	0.2493	0.2000	0.2493
1181	-48.212682	-20.418835	0	19522196	40154288	38552110	0.983630	0	0.1512	0.1610	0.1512
1182	-48.285511	-21.004849	0	55347609	75341340	62413054	0.337400	1	0.1207	0.1109	0.1207
1183	-49.105925	-20.687616	0	15971601	37027191	34255933	0.337400	1	0.2226	0.1898	0.2226
1184	-48.409541	-20.481932	0	23279789	43197285	42763704	0.337400	1	0.1833	0.1841	0.1833
1185	-48.537597	-20.662160	0	28282463	51415739	49411468	0.337400	1	0.2112	0.1875	0.2112
1186	-48.819208	-20.822223	0	22751858	42217306	40605525	0.337400	1	0.2564	0.2111	0.2564
1187	-49.542331	-20.489798	0	7082874	24413404	23574631	0.337400	1	0.2298	0.1943	0.2298
1188	-49.320632	-22.056295	1	314827	4459329	5332108	NA	1	0.5014	0.3387	0.5014
1189	-48.836935	-21.129000	0	23846179	43504642	39324760	0.442300	1	0.1449	0.1290	0.1449
1190	-46.809150	-22.411889	0	10054826	12201481	10732837	0.442300	1	0.2225	0.2107	0.2225
1191	-49.923961	-21.087848	0	4872910	27974646	24473296	0.442300	1	0.1518	0.1232	0.1518
1192	-50.124671	-20.875042	0	4841696	26133277	26867893	0.442300	1	0.1822	0.1828	0.1822
1193	-52.910472	-18.797966	0	0	1235285	9909123	NA	0	0.3783	1.0000	0.3783

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1194	-40.182824	-17.642179	0	1857759	4416323	3239950	0.000000	1	0.2888	0.3712	0.2888
1195	-40.114226	-18.087422	1	2669184	5700478	3923750	0.041400	1	0.3355	0.4164	0.3355
1196	-39.916646	-18.493989	0	1859696	3136761	2265000	0.601030	1	0.4610	0.5105	0.4610
1197	-40.276600	-17.940214	1	1857759	4416323	3239950	0.274650	1	0.2888	0.3712	0.2888
1198	-47.004263	-20.844605	1	5363398	10507491	8553781	0.183000	1	0.3040	0.2127	0.3040
1199	-54.200823	-23.132084	0	1634123	2865674	2482268	0.540130	1	0.6992	0.6493	0.6992
1200	-35.385732	-8.533108	0	9280058	16656371	9839329	0.500450	0	0.0663	0.0663	0.1068
1201	-36.974235	-10.509207	0	2102241	3009871	3130207	NA	0	0.3368	0.3368	0.2232
1202	-47.751279	-21.830709	0	17365690	32445102	22887983	0.658400	0	0.1597	0.1565	0.1597
1203	-49.009494	-21.800218	0	5248172	15748039	16156800	0.452350	0	0.1709	0.1489	0.1709
1204	-47.157783	-21.338150	0	7660402	10642886	7188954	0.624500	0	0.5361	0.3099	0.5361
1205	-35.090037	-8.393616	0	7955701	13745942	10050396	0.711500	0	0.0894	0.0894	0.1172
1206	-49.038277	-23.501101	1	570000	2949783	1050000	NA	0	1.0000	0.3466	1.0000
1207	-46.805677	-21.476174	0	4929286	8656293	7058692	NA	0	0.2583	0.1938	0.2583
1209	-57.193962	-14.754152	0	7555028	8654986	7141007	0.697480	0	0.5361	0.5786	0.5361
1211	-49.941216	-23.094713	0	7078475	13655261	10646422	0.446600	0	0.2027	0.1300	0.2027
1212	-54.950522	-15.976102	0	1700555	1769000	1335007	0.706700	0	1.0000	1.0000	1.0000
1213	-48.985417	-15.212166	0	2052517	3652085	5513454	1.000000	1	0.7194	0.5911	0.7194
1214	-49.304750	-15.081704	0	2567070	8292553	8295646	1.000000	1	0.4303	0.2742	0.4303
1215	-34.981869	-7.089862	0	6911079	9471702	8707365	0.387850	0	0.1140	0.1140	0.1282
1216	-42.689995	-20.300308	0	684312	948679	720000	0.803600	0	1.0000	1.0000	1.0000
1217	-42.558373	-20.029916	1	684312	948679	720000	0.959850	0	1.0000	1.0000	1.0000
1219	-36.227776	-9.983715	1	12757579	15267098	13469570	0.685600	0	0.1292	0.1292	0.1659
1220	-36.045041	-9.184508	1	10354240	14665325	11176853	0.681367	0	0.1058	0.1058	0.1615
1221	-35.960634	-9.480469	0	14324942	19288028	16153276	0.496267	0	0.1021	0.1021	0.1129
1222	-49.265238	-18.877533	1	2169240	7204576	8801156	0.977330	0	0.3372	0.3468	0.3372
1223	-49.685495	-18.702431	1	2169240	8783455	12755246	0.997730	0	0.2086	0.2656	0.2086
1224	-37.039313	-10.561125	0	1429747	2299899	2626789	0.767600	0	0.4815	0.4815	0.2802
1225	-53.299279	-22.461870	0	1372251	2355405	3730125	0.834000	0	0.3953	0.5055	0.3953
1226	-35.363984	-7.655873	0	6157944	9998830	7950538	0.422600	0	0.1635	0.1635	0.1942
1227	-40.010803	-19.340202	0	416343	528762	640000	0.964300	0	1.0000	1.0000	1.0000
1228	-48.189112	-17.730312	0	89936	500000	500000	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1229	-35.867850	-9.549292	0	13413973	18100300	14675452	0.703367	0	0.1116	0.1116	0.1266
1230	-56.527089	-13.811482	0	608111	984000	622494	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1231	-48.938211	-23.528996	0	570000	2949783	1050000	0.394450	0	1.0000	0.3466	1.0000
1233	-48.825495	-21.627261	0	14136980	28706479	25931118	0.781800	0	0.1229	0.1199	0.1229
1234	-52.428822	-23.567926	0	8849436	17589926	15577728	0.391250	0	0.4128	0.3047	0.4128
1235	-36.048766	-9.793873	1	16402841	20680785	17341022	0.733000	0	0.0965	0.0965	0.1147
1236	-35.132857	-6.946161	0	6506652	8516938	7706768	0.544200	0	0.1361	0.1361	0.1432
1237	-49.895911	-20.989599	0	4872910	27974646	24473296	0.451900	1	0.1518	0.1232	0.1518
1238	-47.765959	-21.485854	0	46699648	65395613	47755115	0.574500	1	0.1510	0.0865	0.1510
1239	-49.763109	-20.828054	0	1169317	22367375	22779918	0.297900	1	0.2062	0.1631	0.2062
1240	-48.656007	-21.186117	0	37522638	56130622	52336568	0.836600	0	0.1057	0.0852	0.1057
1241	-48.979101	-21.099576	0	20826279	39633228	35342830	0.565830	1	0.1279	0.1201	0.1279
1242	-50.210695	-20.455182	0	2908395	9129476	11041533	0.757450	1	0.4050	0.3196	0.4050
1243	-49.327411	-21.105058	0	16712156	41416330	36484529	0.724750	1	0.1036	0.1037	0.1036
1244	-49.951875	-20.582688	0	4077712	23665399	25021985	0.642050	1	0.1822	0.1591	0.1822
1245	-35.598144	-8.682369	0	8239272	12971800	8023394	NA	0	0.0800	0.0800	0.1330
1246	-48.088174	-21.964459	0	17317614	27250842	21965970	0.000000	0	0.2060	0.1305	0.2060
1247	-51.643657	-23.095004	0	7229115	11723272	10672654	0.905400	0	0.5778	0.3928	0.5778
1248	-47.566602	-21.240527	1	35197800	52532287	37054224	NA	0	0.1385	0.1056	0.1385
1249	-58.130486	-15.713928	0	612413	1560064	1740000	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1250	-57.951103	-15.397606	0	612413	1560064	1740000	0.501430	0	1.0000	1.0000	1.0000
1251	-49.718052	-20.749282	1	1639317	22938111	23389691	0.000000	0	0.1989	0.1575	0.1989
1252	-46.553112	-20.661739	0	909774	2623654	895000	NA	0	1.0000	0.6670	1.0000
1253	-35.265407	-7.419646	0	8751657	13552075	11616123	0.673725	0	0.1115	0.1115	0.1222
1254	-49.201583	-20.600334	0	10134360	23069962	22395084	NA	0	0.3046	0.2556	0.3046
1256	-40.953031	-20.954824	0	1014305	985699	285000	0.287450	0	1.0000	1.0000	1.0000
1257	-35.263788	-7.649633	1	6327091	10200409	7950538	NA	0	0.1575	0.1575	0.1942
1258	-55.228483	-15.924830	0	1700555	1769000	1335007	0.927250	0	1.0000	1.0000	1.0000

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1259	-41.287069	-21.902064	0	4261321	3921380	1773414	0.239870	0	0.3496	0.2348	0.3496
1260	-48.106345	-22.351237	0	21982138	30054134	28698138	0.703030	1	0.5073	0.4122	0.5073
1261	-50.112684	-22.767614	1	13129808	22219308	18703247	NA	0	0.2992	0.2209	0.2992
1262	-47.793880	-22.972147	0	16053894	21322080	19130096	0.266000	0	0.3510	0.3483	0.3510
1263	-47.653795	-20.216562	0	16860341	31382452	30327082	0.658280	1	0.1618	0.1592	0.1618
1264	-47.342206	-21.439659	0	14495022	27260758	16854725	0.517550	1	0.2074	0.1954	0.2074
1265	-51.468652	-21.165359	0	6504356	16397183	17858762	0.651230	1	0.2176	0.1877	0.2176
1266	-47.628439	-21.175929	0	36732466	54825903	39054224	0.648200	1	0.1325	0.1140	0.1325
1267	-35.057234	-6.611498	0	5954264	7954713	6851421	NA	0	0.1613	0.1613	0.1675
1268	-35.242913	-7.887199	0	7379786	13310231	10957851	0.773867	0	0.1072	0.1072	0.1235
1270	-36.348042	-10.160590	0	12116734	14295950	12491065	0.689100	0	0.1360	0.1360	0.1805
1271	-48.262274	-21.048916	0	48629166	64910118	54247356	0.040330	0	0.1201	0.1227	0.1201
1272	-46.768271	-19.522627	1	0	697050	0	0.644900	0	0.0000	1.0000	0.0000
1273	-35.666828	-8.897093	0	9427466	14116505	8902597	0.888450	0	0.0933	0.0933	0.2054
1274	-36.216788	-9.814530	0	16433937	20448810	17218050	0.712967	0	0.0953	0.0953	0.1152
1275	-35.545997	-8.641413	0	8932489	14993921	10061378	NA	0	0.0683	0.0683	0.1055
1276	-41.845535	-21.595452	1	2701060	1920272	0	0.220500	0	0.0000	0.5625	0.0000
1277	-50.217004	-22.664112	0	13129808	22219308	18703247	0.223400	0	0.2992	0.2209	0.2992
1278	-51.621227	-17.695938	0	0	0	2906528	0.509500	1	1.0000	0.0000	1.0000
1279	-54.692392	-22.614688	0	0	3211661	7469428	0.509500	1	0.2264	0.4348	0.2264
1280	-48.186277	-21.860259	0	24046411	35648842	30660286	0.509500	1	0.2114	0.1373	0.2114
1281	-48.533638	-22.476767	0	22634558	30609009	29425886	0.509500	1	0.2575	0.2352	0.2575
1282	-50.777930	-21.229376	0	13222543	28531543	23813307	0.509500	1	0.1425	0.1351	0.1425
1283	-47.451782	-22.874560	0	20678687	26327624	24230096	0.509500	1	0.2416	0.2522	0.2416
1284	-48.286053	-21.417218	0	50292561	73914912	57571149	0.509500	1	0.1217	0.0725	0.1217
1285	-47.682708	-22.632988	0	21822548	28529943	26405365	0.509500	1	0.2092	0.2200	0.2092
1286	-50.464848	-21.058290	0	10637621	31004029	28568540	0.509500	1	0.1317	0.1397	0.1317
1287	-48.687612	-22.369257	0	22634558	30609009	29425886	0.509500	1	0.2575	0.2352	0.2575
1288	-48.406253	-22.339081	0	26824677	36931465	34644186	0.509500	1	0.2961	0.2293	0.2961
1289	-51.257822	-20.769800	0	3663782	13128551	16863911	0.509500	1	0.1965	0.1638	0.1965
1290	-49.594259	-23.098779	0	6074659	12187224	8833263	0.509500	1	0.2613	0.1320	0.2613
1291	-47.797389	-19.988430	0	11838210	26178447	26035099	0.509500	1	0.2534	0.2370	0.2534
1292	-50.656841	-22.576218	0	11070224	19494425	17652406	0.525100	1	0.3466	0.2966	0.3466
1293	-51.214899	-21.196177	0	11169218	23692581	25819848	0.509500	1	0.1564	0.1390	0.1564
1294	-50.493249	-22.465908	0	11070224	19916623	17652406	0.723100	1	0.3466	0.2846	0.3466
1295	-47.532218	-23.007758	0	17425194	23250149	21230096	0.509500	1	0.2948	0.2998	0.2948
1296	-47.662563	-22.799629	0	21629197	27587974	25594331	0.509500	1	0.2194	0.2318	0.2194
1297	-47.457243	-23.023401	0	17425194	23128005	21230096	0.509500	1	0.2948	0.3029	0.2948
1298	-48.002825	-22.012942	0	16191798	24764230	19691277	0.509500	1	0.2236	0.1413	0.2236
1299	-48.115428	-21.911868	0	23389569	41134174	30251555	0.509500	1	0.2205	0.1518	0.2205
1300	-50.549792	-22.784760	0	10958357	19710417	16308881	0.559250	1	0.3991	0.2969	0.3991
1301	-50.949211	-21.324733	0	9567412	20398223	19894395	0.509500	1	0.1681	0.1649	0.1681
1302	-50.045004	-22.796088	1	11776078	20982952	16937498	0.147700	0	0.2614	0.1988	0.2614
1303	-51.865763	-23.604960	0	4938471	8542746	7715764	0.642800	1	0.2644	0.2131	0.2644
1304	-49.840460	-21.634410	0	4072602	22355216	20217564	0.597100	1	0.2457	0.2429	0.2457
1305	-50.206697	-21.219977	0	9528972	31881674	27854425	0.451670	1	0.1642	0.1605	0.1642
1306	-51.890390	-23.854670	0	4439823	7049631	5073437	0.813430	1	0.3404	0.2681	0.3404
1307	-45.873799	-17.843869	0	383644	1716083	2652000	0.412430	0	0.4662	0.6192	0.4662
1308	-49.205729	-20.303568	1	5913557	18051000	20987150	0.253450	0	0.2817	0.3159	0.2817
1309	-48.999661	-22.913941	0	9961147	16565944	15005110	0.853100	0	0.4002	0.3220	0.4002
1310	-51.364949	-21.340166	0	6481777	18402144	15367740	0.637230	1	0.1477	0.1184	0.1477
1311	-48.722262	-21.044342	0	25750673	43623925	40198335	0.545080	0	0.1662	0.1396	0.1662
1312	-49.741008	-21.209049	0	5241919	32906460	30115745	0.701270	0	0.1615	0.1534	0.1615
1313	-53.470856	-23.911999	1	2081036	5097092	4202582	0.256880	0	1.0000	0.3487	1.0000
1314	-52.208799	-23.693441	1	7245278	13314441	12271813	0.351530	0	0.2184	0.1946	0.2184
1315	-43.884498	-15.199819	0	0	0	670000	0.981350	0	1.0000	0.0000	1.0000
1316	-54.372332	-21.433041	1	1905518	6494883	11911405	0.431400	0	0.5044	0.7260	0.5044
1317	-35.016440	-8.426041	1	5825924	10850124	8273261	0.923150	0	0.1076	0.1076	0.1435
1318	-48.296026	-21.341151	0	52007859	76551983	59099038	NA	0	0.1128	0.0684	0.1128
1319	-51.247336	-20.534203	0	3347884	9493211	10414171	NA	0	0.2930	0.2658	0.2930

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1320	-50.959460	-20.727709	0	5629608	13092052	16315530	0.514200	1	0.2490	0.2082	0.2490
1322	-35.850877	-9.455716	0	14324942	19288028	16153276	0.823900	0	0.1021	0.1021	0.1129
1323	-39.333880	-16.181336	0	0	300000	270000	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1324	-48.079919	-21.752042	0	30257098	49676040	38526696	0.837800	1	0.2421	0.1221	0.2421
1325	-51.220915	-22.308938	1	6520069	13324248	12572820	NA	0	0.4865	0.2341	0.4865
1326	-48.614046	-21.817977	0	16630655	26453729	24821450	0.512480	0	0.2017	0.1352	0.2017
1327	-50.539782	-17.821536	0	4356158	10493766	13504059	0.910430	0	0.2815	0.2636	0.2815
1328	-53.427229	-21.998432	0	798251	2818774	6508361	0.888900	0	0.4306	0.5030	0.4306
1329	-49.206798	-21.508847	0	13271189	32355324	29804747	0.736480	0	0.1282	0.1387	0.1282
1330	-49.611854	-21.155077	0	7684421	32549582	31290545	0.938700	0	0.1273	0.1306	0.1273
1331	-47.407995	-22.336147	0	20487330	27371853	27220022	NA	0	0.1182	0.1192	0.1182
1332	-35.432892	-9.010651	0	9513237	15044946	10700520	0.531033	0	0.0918	0.0918	0.1706
1333	-40.140745	-17.456980	0	1173342	3563679	3239950	0.494300	0	0.2888	0.3376	0.2888
1334	-47.784532	-23.161062	0	13693803	19864874	18399817	0.552930	0	0.3687	0.3869	0.3687
1337	-47.641137	-23.331577	0	8769566	13956097	12154755	NA	0	0.3589	0.3458	0.3589
1338	-35.005098	-7.588226	0	7676322	12118308	10070033	NA	0	0.1217	0.1217	0.1378
1339	-53.090142	-23.938170	0	2328418	6501540	5188315	NA	1	1.0000	0.3964	1.0000
1340	-52.904525	-23.373994	0	7212819	15792892	15277780	1.000000	1	0.4392	0.3731	0.4392
1341	-53.434828	-23.386813	0	2624447	5586400	4678331	1.000000	1	1.0000	0.3565	1.0000
1342	-52.093567	-23.399004	0	11609981	19929706	19421273	1.000000	1	0.1812	0.1695	0.1812
1343	-52.182141	-22.877723	0	6729082	17102514	23272371	1.000000	1	0.2229	0.2793	0.2229
1344	-52.709479	-23.370913	0	6284526	13754363	13358912	1.000000	1	0.3990	0.3282	0.3990
1345	-52.649685	-23.543433	0	8194175	16957872	15137057	1.000000	1	0.4363	0.3264	0.4363
1346	-52.883269	-23.752533	0	5457528	12288113	12127218	1.000000	1	0.6592	0.3608	0.6592
1347	-52.716133	-22.787889	0	3981432	9707670	9205609	1.000000	1	0.4259	0.3163	0.4259
1348	-35.564024	-9.284592	0	8967716	12734793	9536000	0.753400	0	0.1318	0.1318	0.1966
1349	-49.016233	-21.095796	0	21296279	41037400	37142830	0.751570	0	0.1182	0.1132	0.1182
1350	-54.933647	-22.315817	0	0	3211661	7469428	0.596030	1	0.2264	0.4348	0.2264
1351	-35.010302	-7.130906	0	6911079	10872690	8998916	0.768667	0	0.1031	0.1031	0.1211
1352	-35.011160	-7.819726	0	6740091	11952143	9778054	0.778200	0	0.1263	0.1263	0.1472
1353	-49.186281	-21.486708	0	13271189	32355324	29804747	0.653830	0	0.1282	0.1387	0.1282
1354	-37.143529	-10.771452	0	1429747	2299899	2626789	0.629525	0	0.4815	0.4815	0.2802
1355	-49.769973	-22.940746	0	6828065	12755262	9055057	0.783100	0	0.2493	0.1233	0.2493
1356	-48.544113	-22.670222	0	20079456	27128887	28390086	0.715850	1	0.2609	0.2829	0.2609
1357	-48.119667	-21.322344	0	51405448	71511378	54426224	0.613500	1	0.1216	0.0778	0.1216
1358	-50.436929	-18.546967	0	0	6819360	12881845	0.685830	1	0.3071	0.4092	0.3071
1359	-47.529061	-22.586034	0	21444415	27560049	24782975	0.679700	1	0.2332	0.2330	0.2332
1360	-50.072463	-17.841730	0	5118975	12738536	15924059	0.654030	0	0.2087	0.2389	0.2087
1361	-47.547004	-22.065985	1	15068915	22212234	20763316	0.386150	0	0.1205	0.1057	0.1205
1362	-50.634875	-18.972124	1	0	3632816	12960469	NA	0	0.2567	0.3848	0.2567
1363	-41.406170	-21.653593	1	4329393	3994331	1773414	0.484800	0	0.3496	0.2266	0.3496
1365	-36.332872	-9.915187	0	12757579	15267098	13469570	0.411650	0	0.1292	0.1292	0.1659
1366	-51.242662	-17.223580	1	0	959540	630950	1.000000	0	1.0000	0.5058	1.0000
1367	-36.065930	-8.973028	0	6614024	8795839	4972892	0.767650	0	0.1183	0.1183	0.1903
1368	-52.107345	-18.383520	0	0	2008604	5974963	0.871350	0	0.6643	0.5264	0.6643
1369	-36.158404	-9.884282	0	17106431	21158782	17721468	0.639333	0	0.0953	0.0953	0.1141
1370	-50.258309	-18.429527	0	3075990	11506936	18551845	0.473300	1	0.2357	0.3287	0.2357
1371	-54.764471	-17.616505	0	1000363	1543794	1630000	1.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1372	-34.878272	-7.507265	0	8205657	12770843	10694033	0.594150	0	0.1218	0.1218	0.1367
1373	-35.760758	-8.911585	0	9303896	14436396	9216429	0.000000	0	0.0932	0.0932	0.2012
1374	-37.061882	-10.604957	0	1429747	2299899	2626789	0.855450	0	0.4815	0.4815	0.2802
1375	-49.168260	-23.089433	1	2336176	8550542	6259181	0.930600	0	0.2806	0.1653	0.2806
1376	-36.159255	-9.375924	1	12375259	16488667	12794504	0.614075	0	0.1108	0.1108	0.1110
1377	-36.500059	-10.291599	0	9108313	10934379	9140304	0.642200	0	0.1503	0.1503	0.2610
1378	-35.942939	-9.729138	0	15843877	19872374	16489236	0.570275	0	0.1029	0.1029	0.1242
1379	-50.484248	-22.165952	0	7056388	19448773	19529813	0.978670	0	0.1958	0.1973	0.1958
1380	-48.034791	-21.083954	0	51763987	70623600	52429344	0.233870	0	0.1204	0.1180	0.1204
1381	-51.586159	-21.087271	0	2841103	10094679	14484420	0.437630	0	0.2090	0.1975	0.2090
1382	-48.251429	-20.937702	0	50932656	69988830	60461180	0.164170	0	0.1133	0.1141	0.1133
1383	-55.579238	-21.779564	0	908709	3096551	4170382	0.763170	1	0.5328	0.5008	0.5328

(continua)

				Moagem em um raio 60 Km (dqn)					Herfindahl-Hirschmann		
id	Lon	Lat	di	2001	2009	2016	IV	FK	2001	2009	2016
1384	-48.481022	-22.104689	0	26871187	38428262	35195797	0.474080	1	0.2617	0.1894	0.2617
1385	-46.043915	-20.088148	0	1088670	1896837	3394419	0.826350	1	0.5274	1.0000	0.5274
1386	-35.129567	-8.579881	0	7345773	13651544	9199312	0.801050	0	0.0843	0.0843	0.1197
1387	-35.760758	-9.627021	1	12815906	17336672	13793828	0.632000	0	0.1094	0.1094	0.1163
1388	-47.357751	-22.426852	0	20828467	25565649	22939138	0.620730	1	0.1564	0.1511	0.1564
1389	-47.822839	-19.394392	0	0	2357979	7323842	NA	0	0.3810	0.5096	0.3810
1390	-51.827145	-22.558053	0	6058174	14501345	22192797	0.822500	1	0.2387	0.3022	0.2387
1391	-35.147287	-7.096217	0	6911079	10872690	8998916	0.409867	0	0.1031	0.1031	0.1211
1392	-35.315902	-8.764143	0	9345162	16674090	10061378	NA	0	0.0667	0.0667	0.1055
1393	-35.813711	-8.778380	1	7113490	10942866	5290939	NA	0	0.0838	0.0838	0.1603
1395	-50.793699	-21.458502	0	11584651	22042249	19790143	0.780500	1	0.1716	0.1574	0.1716
1396	-35.348233	-8.348702	0	8503187	14842533	10269490	0.714800	0	0.0795	0.0795	0.1127
1397	-48.565910	-19.958663	0	5149025	21711824	21763894	0.412080	0	0.2002	0.2092	0.2002
1398	-59.235200	-14.264671	0	0	530000	650744	0.000000	0	1.0000	1.0000	1.0000
1399	-50.495119	-17.331743	0	1986983	6985289	8304059	0.182100	0	0.2259	0.2187	0.2259
1401	-51.033143	-20.390636	0	3347884	9493211	12498365	0.773700	1	0.2312	0.2658	0.2312
1402	-50.317161	-17.967649	0	4356158	13632299	18496342	1.000000	0	0.2171	0.2311	0.2171
1403	-50.716239	-17.617381	0	4356158	7496666	9605450	0.666670	0	0.4426	0.4338	0.4426
1404	-49.865644	-18.338755	0	762817	11959674	15541357	1.000000	0	0.3028	0.1915	0.3028
1405	-49.946204	-16.414203	0	1605000	3470668	2780000	0.899670	0	0.5901	0.5174	0.5901
1406	-49.538254	-14.979829	1	1236610	5687243	5437982	0.748400	0	0.3917	0.3730	0.3917
1407	-49.885480	-15.581887	0	514553	3473961	3277192	0.851400	0	0.7435	0.6347	0.7435
1408	-35.515373	-8.502978	0	8867058	16023371	9179754	0.441333	0	0.0700	0.0700	0.1175
1409	-35.056117	-6.416905	0	3786588	5069791	4107926	0.832100	0	0.2594	0.2594	0.2667
1410	-47.569048	-22.818411	1	21629197	27587974	25594331	0.371200	0	0.2194	0.2318	0.2194
1411	-45.832538	-17.730507	0	383644	1716083	2652000	0.803370	0	0.4662	0.6192	0.4662
1412	-48.998293	-20.406893	0	8111335	23741207	26709115	0.279800	1	0.3410	0.3599	0.3410
1413	-54.409530	-22.480340	0	0	3211661	10076124	0.461250	0	0.2441	0.4348	0.2441
1414	-48.103004	-23.489421	0	1890599	4415338	4641191	0.710770	0	0.3647	0.2820	0.3647
1415	-50.169737	-17.908865	0	5118975	16500508	21916342	0.333330	1	0.1889	0.1944	0.1889
1416	-45.990770	-18.217970	0	455644	1716083	2652000	0.857830	0	0.4662	0.6192	0.4662
1420	-48.752599	-22.627954	0	19372254	25245727	26269862	NA	1	0.3000	0.3211	0.3000
1421	-50.653771	-22.249905	0	7417197	16341549	16036103	NA	1	0.2095	0.2014	0.2095
1422	-48.783537	-22.492765	0	21927356	30201593	30423662	NA	1	0.2324	0.2390	0.2324
1423	-49.651791	-18.505142	0	2932057	11234785	13521156	NA	1	0.2051	0.2100	0.2051
1424	-49.064735	-14.415880	0	0	31764	670000	NA	0	1.0000	1.0000	1.0000
1425	-50.635915	-17.923554	0	4356158	7066163	9274500	NA	0	0.4809	0.4886	0.4809
1426	-53.913808	-22.428700	0	0	1938922	8229229	NA	1	0.8027	0.6599	0.8027
1427	-41.260061	-21.528232	0	4047698	3921380	1773414	NA	0	0.3496	0.2348	0.3496
1428	-35.397834	-8.139402	1	9060503	15348802	12039812	NA	0	0.0977	0.0977	0.1193
1429	-48.542578	-22.384755	1	22634558	30609009	29425886	NA	0	0.2575	0.2352	0.2575
1430	-34.994998	-7.535072	1	7507175	11916729	10070033	NA	0	0.1256	0.1256	0.1378
1433	-41.398601	-21.806627	1	4412481	3994331	1773414	NA	0	0.3496	0.2266	0.3496
1434	-41.659495	-22.187592	1	2745377	2111538	1001000	NA	0	0.5017	0.3538	0.5017
1435	-47.714924	-22.518154	0	19652201	25942645	23393405	NA	0	0.2113	0.2089	0.2113
1438	-35.812844	-8.743306	1	8075850	12080772	6425449	NA	0	0.0776	0.0776	0.1399
1439	-47.270971	-22.224759	1	17246875	22819036	23126697	NA	0	0.1483	0.1353	0.1483
1441	-48.776257	-22.589982	1	19976628	26998311	27569862	NA	0	0.2746	0.2849	0.2746
1442	-51.617137	-22.648940	1	5399143	12677061	20478728	0.801500	1	0.2647	0.3680	0.2647
1448	-47.823105	-21.112853	1	54713794	75558184	58284171	NA	0	0.1030	0.1056	0.1030
1454	-46.094327	-18.504062	1	353146	1321083	1502000	NA	0	1.0000	1.0000	1.0000
1455	-50.228833	-18.774583	0	0	8384542	12881845	NA	0	0.3071	0.3055	0.3071
1456	-36.095077	-9.403684	0	13726875	18524400	15271652	NA	0	0.0999	0.0999	0.1042
1457	-35.979500	-9.901540	0	15939533	20035041	16894102	NA	0	0.0987	0.0987	0.1171
1458	-48.189841	-21.502207	1	48738820	71142092	57020771	NA	0	0.1288	0.0768	0.1288
1464	-41.494380	-22.116193	1	4261321	3921380	1001000	NA	0	0.5017	0.2348	0.5017
1465	-40.281947	-17.540665	0	1173342	3563679	3239950	NA	0	0.2888	0.3376	0.2888
1476	-47.553324	-22.635383	1	20191422	25271765	23053140	NA	0	0.2639	0.2714	0.2639
1480	-48.273009	-22.296268	0	22877328	31726618	30322746	NA	0	0.3271	0.2543	0.3271
1483	-52.349977	-24.097221	1	2736288	4474671	4140553	NA	0	0.5382	0.3417	0.5382

APÊNDICE B

Código do Programa R / RStudio

Apresenta o código desenvolvido no software R para a estimação dos parâmetros (equação 3.15) e elaboração das Figuras no Capítulo 3.

```
> install.packages("survival")
> install.packages("survminer")
> install.packages("reshape2")

> library(survival)
> library(survminer)
> library(reshape2)

> setwd("C:/Users/Face/Desktop/geo")
> surv <- read.table("surv.csv", sep=";", header = TRUE)

> surv$yrs <- as.integer(surv$yrs)
> surv$stop <- as.integer(surv$stop)
> surv$fk <- as.factor(surv$fk)
> surv$dhhi1609 <- as.numeric(surv$dhhi1609)
> surv$dqn1601 <- as.numeric(surv$dqn1601)
> surv$iv <- as.numeric(surv$iv)

> cxmod <- coxph(Surv(yrs, stop) ~ fk + dqn1601, data = surv)
> summary(cxmod)

> newdat <- expand.grid(fk = levels(surv$fk), capac = quantile(surv$dqn1601,
probs = c(0.25, 0.5, 0.75), na.rm = TRUE))

> rownames(newdat) <- letters[1:6]

> cxsf <- survfit(cxmod, data = surv, newdata = newdat, conf.type = "log")
> surv_cxmod0 <- surv_summary(cxsf)
> pid <- as.character(surv_cxmod0$strata)
> m_newdat <- newdat[pid, ]
> surv_cxmod <- cbind(surv_cxmod0, m_newdat)

> ggsurvplot_df(surv_cxmod, linetype = "fk", color = "dqn1601",
            legend.title = NULL, censor = FALSE)
```