



CONTRIBUIÇÃO DAS ECOINOVAÇÕES NA FORMAÇÃO DE CAPACIDADES DINÂMICAS: EVIDÊNCIAS DO SEGMENTO SUCROENERGÉTICO DE SÃO PAULO

 Marco Antonio Sampaio de Jesus¹  Edison Fernandes Polo²  Leonel Cezar Rodrigues³

¹ Doutor, Universidade de São Paulo – Programa de Pós-doutorado em Administração – USP/FEA. São Paulo, São Paulo – Brasil. prof.marco.sampaio@gmail.com

² Doutor, Universidade de São Paulo – Programa de Pós-doutorado em Administração – USP/FEA. São Paulo, São Paulo – Brasil. polo@usp.br

³ Doutor, Universidade de Araraquara – UNIARA. Araraquara, São Paulo – Brasil. lrodrigues@uniara.edu.br

Resumo

Objetivo: Caracterizar as capacidades dinâmicas de quatro empresas selecionadas do segmento sucroenergético, que incorporam ecoinovações em seus negócios.

Metodologia: Pesquisa empírica de natureza qualitativa e abordagem explicativa, envolvendo o método de estudo de caso múltiplo, com a devida triangulação dos dados.

Originalidade: Na literatura se observam poucos estudos envolvendo o redesenho de parques industriais para parques ecoindustriais, redesenho que oportuniza a presença da ecoinovação e o desenvolvimento de capacidades dinâmicas. Esse fenômeno caracteriza negócios ambientalmente orientados em seus processos produtivos, seja em sua tecnologia de base, nas matérias-primas, na energia de produção, na estrutura da organização e na estrutura institucional do ecossistema industrial.

Principais resultados: A análise cruzada dos dados e informações coletados mostrou a presença de capacidades dinâmicas voltadas para a sustentabilidade de seus negócios, com base nos fundamentos da origem energética.

Contribuições teóricas: Usando a abordagem de Tondolo e Bitencourt (2014), pôde-se explicar o tipo de implicação das ecoinovações sobre as capacidades dinâmicas e sobre os negócios. O cenário da influência das ecoinovações descritas sobre o comportamento competitivo das empresas estudadas mostra conexão direta com as capacidades dinâmicas, aponta para a existência de um caminho lógico e permite estabelecer importantes considerações em relação a: (a) perceber as ecoinovações como oportunidades estratégicas; (b) encontrar a modificação processual ou tecnológica que resolvasse seus problemas ambientais; (c) desenvolver capacidades dinâmicas reais e latentes. Conclui-se que a solução sistêmica envolveu o uso orientado das capacidades que caracterizam o ambiente dinâmico dessas empresas.

Contribuições gerenciais: Conhecer a trajetória das inovações ambientais introduzidas no segmento sucroenergético, com a inclusão de biotecnologias desenvolvidas no país ou adaptadas para a nossa realidade, auxilia na configuração de ambientes propícios para o surgimento de soluções ecoinovadoras que atendem a agenda dos ODS da ONU. As capacidades dinâmicas identificadas alcançam as três principais categorias de produtos – açúcar, etanol e energia – e permitem um realinhamento estratégico suportado por um novo core business: energia limpa.

Palavras-Chave: Inovações Sustentáveis. Ecoinovação. Capacidades Dinâmicas. Indústria Sucroenergética.

CONTRIBUTION OF ECO-INNOVATIONS TO DYNAMIC CAPABILITY BUILDING: EVIDENCE FROM THE SUGAR-ENERGY SECTOR IN SÃO PAULO

Abstract

Objective: To characterize the dynamic capabilities of four selected companies in the sugar-energy sector, which incorporate eco-innovations in their businesses.

Methodology: Empirical research of a qualitative nature and explanatory approach, involving the multiple case study method, with the proper triangulation of data.

Originality: There are few studies in the literature involving the redesign of industrial parks into eco-industrial parks that provide opportunities for the presence of eco-innovation and the development of dynamic capabilities. This phenomenon characterizes businesses that are environmentally oriented in their production processes, whether in their base technology, raw materials, energy production, organizational structure or in the institutional structure of the industrial ecosystem.

Main results: The cross analysis of the data and information collected indicated the presence of dynamic capabilities dedicated to the sustainability of their businesses, based on fundamentals related to energy.

Theoretical contributions: The approach of Tondolo and Bitencourt (2014) was used to explain the type of repercussion of eco-innovations on dynamic capabilities and on business. The influence of eco-innovations described on the competitive behavior of the companies

studied shows a direct connection with dynamic capabilities, points to the existence of a logical path and allows establishing important considerations in relation to (a) the perception of eco-innovations as a strategic opportunity, (b) finding the procedural or technological change that would solve their environmental problems, (c) developing real and latent dynamic capabilities. The conclusion is the fact that the systemic solution involved the guided use of capabilities, that characterize the dynamic environment of these companies.

Managerial contributions: Knowing the trajectory of environmental innovations introduced in the sugar-energy segment, with the inclusion of biotechnologies developed in the country or adapted to our reality, helps to configure environments favorable to the emergence of eco-innovative solutions that meet the UN's SDG agenda. The identified dynamic capabilities span the three main product categories – sugar, ethanol, and energy – and allowed for a strategic realignment supported by a new core business: clean energy.

Keywords: Sustainable innovations. Eco-innovation. Dynamic capabilities. Sugar-energy industry.

CONTRIBUCIÓN DE LAS ECOINNOVACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES DINÁMICAS: PRUEBAS DEL SEGMENTO AZÚCAR-ENERGÉTICO EN SÃO PAULO

Objetivo: Caracterizar las capacidades dinámicas de cuatro empresas seleccionadas del segmento Segmento Azúcar-energético, que incorporan ecoinnovaciones en sus negocios.

Metodología: La investigación es empírica de carácter cualitativo y enfoque explicativo, involucra el método de estudio de casos múltiples, con la adecuada triangulación de datos.

Originalidad: En la literatura existen pocos estudios que involucren el rediseño de parques industriales para eco-parques industriales que brinden oportunidades para la presencia de la eco-innovación y el desarrollo de capacidades dinámicas. Este fenómeno caracteriza a los parques industriales que se orientan ambientalmente en sus procesos productivos, ya sea en su tecnología de base, materias primas, energía de producción, estructura organizacional y la estructura institucional del ecosistema industrial.

Principales resultados: El análisis cruzado de los datos y la información recolectada indicó la presencia de capacidades dinámicas orientadas a la sustentabilidad de sus negocios, con base en los fundamentos de origen energético.

Aportes teóricos: Utilizando el enfoque de Tondolo y Bitencourt (2014) fue posible explicar el tipo de implicación de las ecoinnovaciones en las capacidades dinámicas y en los negocios. El escenario de influencia de las ecoinnovaciones descrito sobre el comportamiento competitivo de las empresas estudiadas muestra una conexión directa con las capacidades dinámicas, apunta a la existencia de un camino lógico y permite establecer consideraciones importantes en relación a: (a) percepción de las eco-innovaciones como oportunidad estratégica, (b) encontrar el cambio procedimental o tecnológico que resolvería sus problemas ambientales, (c) desarrollar capacidades dinámicas reales y latentes. Se concluyó que la solución implicó el uso guiado de las capacidades que caracterizan al entorno dinámico de estas empresas.

Aportes gerenciales: Conocer la trayectoria de las innovaciones ambientales introducidas en el segmento azúcar-energético, con la inclusión de biotecnologías desarrolladas en el país o adaptadas a nuestra realidad, ayuda en la configuración de ambientes favorables para el surgimiento de soluciones eco-innovadoras que cumplan con la agenda de los ODS de la ONU. Las capacidades dinámicas identificadas abarcan las tres categorías principales de productos: azúcar, etanol y energía, y permitieron una realineación estratégica respaldada por un nuevo negocio principal: la energía limpia.

Palabras clave: Innovaciones sostenibles. Ecoinnovación. Capacidades dinámicas. Industria azucarera.

Cite as / Como citar

American Psychological Association (APA)

Jesus, M. A. S., Polo, E. F., & Rodrigues, L. C. (2022). Contribuição das ecoinovações na formação de capacidades dinâmicas: evidências do segmento sucroenergético de São Paulo. *Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM)*, 21, 1-20, e20666. <https://doi.org/10.5585/riae.v21i1.20666>.

(ABNT – NBR 6023/2018)

JESUS, Marco Antonio Sampaio de; POLO, Edison Fernandes; RODRIGUES, Leonel Cezar. Contribuição das ecoinovações na formação de capacidades dinâmicas: evidências do segmento sucroenergético de São Paulo. *Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM)*, v. 21, p. 1-20. 2022. <https://doi.org/10.5585/riae.v21i1.20666>.

Introdução

A agenda dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) na Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 mobilizou as empresas a intensificarem esforços para reduzir o uso de recursos naturais, pois as externalidades negativas das suas atividades produtivas se refletem em sua capacidade de competir. A estratégia de oferecer produtos ambientalmente amigáveis é o caminho para aumentar a competitividade internacional. O Brasil, ainda incipiente em desenvolvimento sustentável, precisa superar os desafios da baixa integração no seu Sistema Nacional de Inovação para recuperar o atraso em comparação com países mais avançados em sustentabilidade (Abramovay, 2010). Mesmo assim, existem iniciativas recentes por parte de alguns segmentos produtivos brasileiros para atenderem aos ODS.

Em 2019 foi anunciada a construção da primeira usina do país para geração de energia a partir de biogás. Localizada no município de São José dos Pinhais, no estado do Paraná, a usina tem capacidade para produzir 2,8 MW, equivalente ao abastecimento de duas mil residências. Foi construída e é operada pela empresa CS Bioenergia e utiliza matéria-prima recolhida de estações de tratamento de esgoto e lixo orgânico produzidos por shoppings, restaurantes e supermercados da região (Época Negócios, 2019). Nessa mesma linha, o projeto da empresa Enel Green Power (EGP) já explora o segmento de energias renováveis no estado do Piauí. A EGP quer implantar um parque solar de grandes proporções na região nordeste, com previsão de investimento de R\$ 1 bilhão para geração de 1,3 GW de energia. No total o parque envolve 13 locais, 9 dos quais relativos ao contrato do leilão de energia aberto pelo Governo e 4 para comercialização direta pela empresa (Portal Energia, 2019). Mais recentemente, a Unipar Carbocloro S.A. e a AES Tietê Energia S.A. formalizaram uma *joint venture* para geração de energia eólica no complexo eólico de Tucano, na Bahia. O projeto deve gerar 155 MW de energia, equivalentes a 78 MW médios de energia assegurada (CVM, 2020).

Com relação ao segmento sucroenergético, o brasileiro tem demonstrado aderência com os ODS pela adoção de importantes ecoinovações, por exemplo: o reaproveitamento da palha e do bagaço da cana-de-açúcar, a recuperação da vinhaça, o controle biológico de pragas do canavial, a recuperação de solo da lavoura da cana, a produção de plástico biodegradável e a redução de consumo de água.

As noções de desenvolvimento sustentável popularizaram-se no ambiente empresarial devido à necessidade de as organizações responderem aos novos valores institucionalizados na sociedade pela popularização do conceito do *triple bottom line* (Cavalcanti, 2012). Os chamados formadores de opinião – como mídia, especialistas e movimentos ambientalistas – somados às regulamentações promovidas em políticas públicas e pelos ambientes institucionais nacionais e internacionais, aumentaram as pressões e induziram as organizações a adotarem formas de gestão e produção sustentáveis (Pinsky & Kruglianskas, 2017). As inovações nesta direção deixam de ser esporádicas e passam a ser permanentes, com implicações diretas nos modelos de negócio, caracterizando essas empresas como inovadoras sustentáveis (Barbieri *et al.*, 2010), o que permite colherem os resultados das estratégias de

sustentabilidade originados na introdução de diferentes inovações de forma sistemática. Inserem-se aqui as ecoinovações.

A identificação de efeitos de ecoinovações dão ideia do fenômeno, não necessariamente de seu conceito. Como fenômeno ainda recente, a ecoinovação parece ser mais um casuísmo com intenção de esnobismo noticioso do que, de fato, um fenômeno crítico para a sustentabilidade ambiental. Faltam estudos mais aprofundados para sustentar eventuais teorias ou funções, criando um virtuoso espaço para o debate científico. Uma das primeiras observações do conceito da ecoinovação aparece no livro de Fussler e James (1996). Em um artigo posterior, James (1997) definiu ecoinovação como novos produtos e processos que oferecem valor ao cliente e ao negócio, diminuindo significativamente os impactos ambientais.

A OECD (2009) afirma que o conceito de ecoinovação refere-se a inovações surgidas a partir de demandas por um novo contexto de desafios socioambientais, explorado por cientistas e empresários. Possuem duas dimensões agregadas que determinam a sustentabilidade dos negócios de empresas cuja produção gera descartes e resíduos que degradam o meio ambiente. Uma dimensão diz respeito às soluções técnicas que visam solucionar o problema ambiental causado pelos seus processos. Esta dimensão está ligada a distintos tipos de inovação nos processos de produção, podendo ser incrementais, radicais, modulares, arquiteturas ou disruptivas. Em termos pragmáticos referem-se ao redirecionamento ou substituição de tecnologias de base ou de processos produtivos por outros que não gerem descartes ou desperdícios (Nguten, Stuchey & Zils, 2014), fazendo surgir unidades ou parques industriais ambientalmente amigáveis. A outra dimensão compreende a receptividade da sociedade às soluções que a empresa usa para diminuir os impactos das suas atividades ao meio ambiente. Isso resulta diretamente em aumento da simpatia social à empresa e às marcas de seus produtos.

Massard, Jacquat e Zürcher (2014) estudaram 160 parques industriais ao longo de 27 países europeus e vizinhos e reconheceram a presença de ecossistemas industriais típicos. Os autores atribuem a expressão “ecologia industrial” para o fluxo de materiais, energia e de informação nesses parques, referindo-se ao “desenho de ecossistemas naturais para orientar o redesenho de sistemas industriais e oferecer oportunidades e soluções que oportunizam ecoinovações e transformam parques industriais em parques ecoindustriais” (p. 15) ambientalmente orientados nos processos produtivos, seja em sua tecnologia de base, nas matérias-primas, na energia de produção, na estrutura da organização e na estrutura institucional. Em outras palavras, a presença da ecoinovação como diretriz estratégica dos negócios das empresas de parques ecoindustriais é uma consequência da ecologia industrial cuja presença caracteriza o parque.

Entendemos que ecoinovação seja um fenômeno inerente às oportunidades de modificações da ecologia industrial resultando em mudanças em produtos, processos ou estrutura organizacional, que resultem no máximo aproveitamento de recursos e insumos com vistas à preservação ambiental e à sustentabilidade do negócio e que requerem novas formas de articulação entre as capacidades organizacionais. O valor da modificação está na preservação ambiental que se reflete na sustentabilidade

do negócio e é capturado na forma de resultados superiores, como consolidação da marca, expansão de mercado e aumento da rentabilidade.

Capacidades dinâmicas, nos termos sugeridos por Teece *et al.* (1997), modelam o negócio e induzem-no a se adaptar aos requisitos da ecoinovação, permitindo aumentar sua força competitiva.

Um dos segmentos industriais brasileiros que apresenta sinais de operação dentro da ecologia industrial é o sucroenergético, que vem se caracterizando pela similaridade processual das empresas componentes, natureza das ecoinovações com agentes de origem do próprio meio ambiente ecológico e diretrizes operacionais de sustentabilidade ambiental.

A revisão da literatura encontrou trabalhos que estudaram as inovações ambientais no segmento sucroenergético com objetivos distintos, como elaborar relato técnico do projeto águas residuais zero (Ferreira *et al.*, 2018), abordar as principais dificuldades enfrentadas em termos de inovação (Silva *et al.*, 2019), descrever as perspectivas futuras para o segmento e seus principais produtos – açúcar, etanol, energia elétrica e biogás (Hughes *et al.*, 2020), avaliar a evolução da eficiência produtiva das unidades produtivas (Da Silva & Marques, 2021) e apresentar o desenvolvimento tecnológico do segmento na região noroeste do estado de São Paulo (Piacente *et al.*, 2022).

Existe, portanto, uma lacuna de estudos que contribuam para o estado da arte sobre capacidades dinâmicas aplicadas ao segmento sucroenergético decorrentes do uso de ecoinovações. Por isso, o objetivo desta pesquisa é caracterizar as capacidades dinâmicas de quatro empresas selecionadas do segmento citado, no estado São Paulo, que incorporaram ecoinovações em seus negócios.

Mudanças climáticas, ecoinovações e capacidades dinâmicas

A Comissão de Brundtland, composta por representantes de 21 países, formulou em 1985 a primeira agenda global sobre o meio ambiente (Marcovitch, 2006). A partir de então, a preocupação com mudanças climáticas ganhou respaldo internacional, tendo a Convenção do Clima, no âmbito das Nações Unidas, como seu marco principal de esforços visando à estabilização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Marcovitch, 2006).

Dietz *et al.* (2016) estimam que 1,8% da economia global, cerca de US\$ 2,5 trilhões de ativos, tende a ser impactado pelas pressões para diminuição de emissões gasosas, chamada de risco carbono, porque ainda adotam modelos de negócios sem a devida atenção à sustentabilidade ambiental. Os autores argumentam que os preços da produção de bens e serviços podem ser significativamente majorados na medida em que os custos para manutenção do ambiente natural sejam incorporados aos preços praticados por essas empresas. Disso decorre a diminuição da competitividade e da viabilidade econômica de algumas atividades produtivas.

O monitoramento ambiental vem se intensificando. O relatório emitido pela equipe do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima aponta que as emissões antropogênicas de GEE têm

aumentado e seus efeitos se refletem na alteração dos padrões climáticos, sendo a principal causa do aumento da temperatura média global desde a metade do século XX (IPCC, 2013).

Féres, Reis e Speranza (2011) em sua pesquisa para avaliar os impactos das mudanças climáticas no setor agrícola brasileiro, usaram um modelo econométrico para avaliar de que modo as variações climáticas influenciam a lucratividade das atividades agrícolas. Os autores concluem que para o período 2070-2099 haverá impactos severos na lucratividade agrícola brasileira por conta das mudanças climáticas e estimam reduções da lucratividade em torno de 26%, com maiores impactos negativos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Isso dilataria o desequilíbrio social e econômico dessas regiões em comparação com o Sul e Sudeste. Assim, as necessárias medidas corretivas e de ajustes requerem a adoção de tecnologias mais limpas, que eliminem ou mitiguem as emissões de GEE e seus efeitos. Nas organizações é necessário o estímulo à inovação, em especial, à ecoinovação.

Inovação é a implementação de um produto/serviço novo ou significativamente melhorado, um processo, um novo método de marketing, um novo método organizacional em modelos de negócios, organização do trabalho ou nas relações externas (OECD, 2018). Acrescente-se que uma inovação, em termos econômicos, subentende a captura (retorno) do valor da modificação entregue ao mercado. Em natureza, inovações podem ser incrementais (melhorias graduais), radicais (melhorias que descontinuem a tecnologia dominante) (Dosi, 1992; Tidd, Bessant & Pavitt, 2008), disruptivas (melhorias no modelo de negócio) (Christensen, 2011) e estruturais (melhoria na arquitetura e no conteúdo) (Henderson & Clark, 1998).

Novas ideias ou modificações em comportamentos, produtos e processos, que contribuam para a redução da degradação ambiental visando metas ecológicas específicas, são conhecidas como ecoinovações e se alinham com a definição de tecnologia ambiental da *European Commission's Environmental Technologies Action Plan* (ETAP) para gestão da poluição, uso de água, recursos naturais, materiais e/ou energéticos, constituindo fonte de vantagem competitiva (Rennings, 2000; Kemp & Foxon, 2007).

Na tipologia de Arundel e Kemp (2009), ecoinovações são divididas em (a) Tecnologias ambientais: controle da poluição, gestão e tratamento de resíduos e efluentes, processos mais limpos, instrumentação e monitoramento ambiental, energia verde, consumo de água e controle de barulho e vibração; (b) Inovações organizacionais: métodos organizacionais e sistemas de gestão para lidar com problemas ambientais, substituição de insumos, mudanças nas plantas produtivas, sistema formal de gestão e auditoria ambiental; (c) Inovações em produtos e serviços com benefício ambiental: construções ecológicas, produtos e serviços menos intensivos de recursos naturais, consultoria ambiental, serviços de análise, de testes e de engenharia; (d) Mudanças em sistemas verdes: sistemas de produção e consumo ambientalmente amigáveis, agricultura biológica e sistemas baseados em energias renováveis. Outros autores acrescentam que ecoinovações oportunizam novos negócios, em especial, ligando-as ao conceito de sustentabilidade (Carrillo-Hermosilla, Del Rio & Konnola, 2010).

Ecoinovações resultam de modificações em processos, produtos, necessidades de recursos naturais ou reaproveitamento de resíduos industriais, de modo a minimizar o impacto sobre o meio ambiente (Hart, 1995; Porter & Van Der Linde, 1995). Para que ecoinovações possam surtir efeitos na capacidade competitiva é preciso que a empresa desenvolva capacidades internas para adaptar-se competitivamente ao seu meio de operação, isto é, precisa desenvolver suas capacidades dinâmicas.

Considerada como uma abordagem da visão baseada em recursos, o conceito de capacidades dinâmicas destaca a preocupação empresarial com seu meio competitivo e enfatiza a capacidade da empresa em aprender coletivamente para incorporar responsivamente novas competências. Teece *et al.* (1997, p.516) explicam as capacidades dinâmicas como “a habilidade da organização integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para atender ambientes que mudam rapidamente”. Significa que a empresa renova suas competências organizacionais, adaptando-as à dinâmica do ambiente competitivo. Não se trata de se remodelar por causa da complexidade do meio em que atua, mas de adaptar suas capacidades internas, inclusive seu modelo de negócio, para responder com eficiência às variações do meio em que opera.

A literatura sobre capacidades dinâmicas reforça a existência de três categorias de fatores que devem ser considerados: (a) Processos gerenciais e organizacionais, isto é, a habilidade de integrar eficientemente os recursos internos e externos para aumentar a capacidade competitiva, a eficiência e a rapidez de execução das tarefas e a reconfiguração de ativos produtivos diante das transformações do ambiente, estimulando processos de aprendizagem sociais coletivos e interorganizacionais; (b) Posição, que são as especificidades dos ativos que estabelecem vantagem competitiva em um determinado momento (podem ser tecnológicos, financeiros, de reputação, estruturais e institucionais); (c) Trajetórias, que é a direção do caminho que a empresa vem percorrendo, definida pelos investimentos, paradigmas tecnológicos e relacionamentos externos, que interferem no desempenho (Teece *et al.*, 1997; Cabral, 2010; Yang *et al.*, 2011; Teece, 2012; Kuo *et al.*, 2016).

A dinâmica do mercado é fundamental para o entendimento da implicação dos fatores determinantes das capacidades dinâmicas da empresa. Por exemplo, em mercados de baixo ou moderado dinamismo, o conceito se traduz em rotinas detalhadas, analíticas, de processos estáveis e de resultados previsíveis. Em mercados com alto dinamismo isso é menos padronizado, mais experimental, com processos flexíveis e com consequentes resultados imprevisíveis (Eisenhardt & Martin, 2000).

Ambrosini e Bowman (2009, p.35) apontam um avanço nas capacidades dinâmicas como a possibilidade de “replicar um processo ou sistema que está operando em uma respectiva unidade de negócios ou ampliar o valor do recurso ao utilizá-lo em um novo domínio, como a aplicação de uma tecnologia em um novo conjunto de negócios”.

Tondolo e Bitencourt (2014, p.140) procuraram nos antecedentes (trajetória) os processos e as implicações das capacidades dinâmicas para o negócio e apresentam uma tipologia em que os processos “permitem que as empresas explorem as oportunidades oferecidas pelo ambiente externo [...] envolvendo as capacidades absorptiva, inovativa e adaptativa”.

Assim, gerar inovações que respeitam ou favorecem o meio ambiente contribuem para ampliar a capacidade de continuidade dos negócios e dos ecossistemas a que elas se aplicam (Barbieri, 1997). As conclusões de Barbieri são reforçadas pelos resultados de uma pesquisa da Princeton University (USA) que apontam para a necessidade de as empresas adotarem novos modelos de processos produtivos e de práticas de consumo de recursos, estratégicos para seus negócios, contribuindo para a redução e mitigação dos GEE (Socolow *et al.*, 2004).

Segmento sucroenergético

Na segunda metade do século XVI a lavoura de cana-de-açúcar se expandiu no Brasil, em especial no Nordeste brasileiro. No século XVII, com o crescimento da produção de açúcar de Cuba e das Antilhas, chegou ao Pará e Amazonas, mas, majoritariamente, para produção de cachaça. Assim, o açúcar, tecnologicamente modificado, ganhava maior valor financeiro e criou uma trajetória de reinvenção para o segmento sucroenergético. Na época colonial o açúcar foi o principal produto de exportação do Brasil, chamado “ouro branco brasileiro”, devido à importância que tinha no cenário econômico português. Já no século XIX os estados de São Paulo e Rio de Janeiro se tornaram grandes centros de produção. Em particular a partir da primeira crise do petróleo (1973), a cana-de-açúcar passou a ser consumida em larga escala para a produção de álcool anidro, usado como combustível. Se, por um lado, esse alto consumo aumentou significativamente a receita do segmento sucroalcooleiro, por outro, provocou sérios problemas ambientais (Canabrava, 2005).

Ao longo do tempo e principalmente a partir do ProÁlcool (década de 1970), os volumes de produção do segmento cresceram significativamente, exigindo frequentes expansões nas áreas utilizadas para o cultivo da cana-de-açúcar. Isso provocou reações negativas por parte da sociedade e de ambientalistas que passaram a questionar as práticas ineficazes para tratamento dos resíduos de produção e os descartes inadequados, forçando o segmento a buscar soluções tecnológicas mais amigáveis ao meio ambiente.

As condições climáticas e as tecnologias de plantio, colheita e produção, fizeram com que o Brasil se consolidasse, em 2017, como o maior produtor e exportador mundial de açúcar, detendo 20% da produção (aproximadamente 35 milhões de toneladas) e 40% das exportações (aproximadamente 26 milhões de toneladas), seguido pela Índia, União Europeia e Tailândia (respectivamente, 26, 18 e 11 milhões de toneladas). A cadeia produtiva da cana, considerando os segmentos de insumos, atividades primárias da produção agrícola, indústria e serviços de transporte e comércio, alcançou R\$ 113,27 bilhões em 2015 (aproximadamente 1,9% do PIB brasileiro) (CEPEA/ESALQ/USP, 2017).

Mais recentemente, fatores do macroambiente econômico, como a desregulamentação do segmento, diminuição da competitividade de preço decorrente da queda na cotação internacional do petróleo e a escassez e encarecimento do crédito, trouxeram dificuldades para muitas empresas do segmento, em especial, aquelas que possuíam uma gestão pouco profissionalizada. Este contexto levou

a uma readequação estrutural e fez surgir grandes conglomerados empresariais após uma série de aquisições de negócios menores de plantio e produção de açúcar e álcool.

Em um recente evento promovido pela Globo Rural (2021) que reuniu os especialistas Gonçalo Pereira, professor e coordenador do laboratório de genômica e bioenergia da Unicamp, Marcelo Morandi, chefe-geral da Embrapa Meio Ambiente e Bertholdino Teixeira Junior, conselheiro da União Nacional da Bioenergia, para debaterem sobre os avanços do segmento sucroenergético rumo à sustentabilidade, ficou evidenciado que um dos desafios é comunicar para a sociedade e para os investidores o que o segmento faz, contribuindo para atrair investimentos em práticas sustentáveis e melhorar o entendimento sobre desenvolvimento sustentável no agronegócio.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa analisa a percepção dos sujeitos sociais, com base em suas experiências e responsabilidades decisórias, a respeito das relações entre ecoinovações e capacidades dinâmicas, em um número limitado de empresas selecionadas do segmento sucroenergético do estado de São Paulo. É uma pesquisa empírica em processo, de natureza qualitativa e de abordagem explicativa. Natureza qualitativa porque o fenômeno capacidades dinâmicas das ecoinovações é examinado na perspectiva dos pesquisadores; Abordagem explicativa porque o fenômeno é explicado com base na teoria vigente dos fundamentos das capacidades dinâmicas.

O método utilizado foi o de estudo de multicaso (Yin, 2015). Segundo o autor, pesquisas que buscam respostas a “como” e “por que” caracterizam a adequação do método de estudo de caso. Essa é a situação em perspectiva nesta pesquisa, uma vez que caracteriza como as capacidades dinâmicas das empresas estudadas foram adequadas para responder de forma competitiva aos requisitos do meio ambiente, dada a natureza degradadora dos processos tradicionais de produção de álcool.

Para tanto, as recomendações de Eisenhardt (1989) foram seguidas, visando gerar teoria de achados de estudos de caso: (a) estruturação do processo de construção do estudo; (b) uso de múltiplas fontes na coleta dos dados e sua integração aos constructos teóricos; (c) seleção de 4 a dez casos; (d) análise intracaso, para acrescentar aspectos não previstos inicialmente na pesquisa e intercasos, buscando encontrar similaridades, ou possíveis padrões gerenciais entre os casos estudados. A extrapolação de conteúdos teóricos a partir de um estudo multicaso, na aferição de Eisenhardt (1989), pode ser realizada dependendo da técnica utilizada na coleta, análise e interpretação dos dados. Por isso, a análise de conteúdo descrita por Bardin (2011) foi aplicada à interpretação dos dados levantados.

Os dados primários obtidos das entrevistas, da observação e da análise de documentos das quatro empresas, coletados entre novembro de 2018 e maio de 2019, foram organizados em dois grupos: Ecoinovações Implantadas, de acordo com os conceitos de ecoinovação e de ecologia industrial e Capacidades Dinâmicas, considerando categorias de fatores e funções de categorias. Em seguida, foram compilados e comparados pela frequência (preponderância) e submetidos a uma análise textual

discursiva de conteúdo segundo Bardin (2011). A síntese da análise é apresentada no Quadro 1: Principais influências das capacidades dinâmicas oriundas de ecoinovações.

Sujeitos sociais da pesquisa

Com apoio do consultor em tecnologias do segmento sucroenergético da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), foram selecionadas inicialmente 10 empresas incumbentes do segmento para a pesquisa, considerando terem adotado inovações ambientais, possuírem o maior portfólio de produtos e elevados volumes de moagem de cana. Após os contatos e convites para participar da pesquisa, apenas 4 delas demonstraram interesse e disponibilidade para responder à entrevista e permitir o uso de seus dados: Bioserv S/A, Copersucar S/A, Grupo São Martinho S/A e Grupo USJ.

Os entrevistados eram responsáveis diretos pelas questões que envolvem o meio ambiente e/ou colaboradores que atuavam em funções com capacidade de decisão sobre tecnologias, processos, qualidade, pesquisa e desenvolvimento e responsabilidade socioambientais.

Apresentação e discussão dos resultados

As quatro empresas adotam tecnologias de campo e industriais de produção de álcool muito similares, com alguma variação em função da cadeia de suprimentos e da logística. Todas as selecionadas adotam práticas universais de *compliance*. Estrategicamente, também adotam a ênfase produtiva – no balanceamento entre açúcar e álcool – guiada pelo preço internacional do açúcar: favorabilidade de preço ao açúcar induz maior produção deste; do contrário, maior produção de etanol.

Conhecer as ecoinovações e as decisões estratégicas nas empresas pesquisadas possibilitou a análise dos seus comportamentos no segmento sucroenergético. As quatro selecionadas são empresas de capital aberto, com propósitos explícitos de respeito ao meio ambiente. Suas ações são negociadas no segmento Novo Mercado da Bolsa Balcão Brasil (B3), de empresas que adotam políticas de governança e transparência de informações acima do exigido pela legislação. Essa transparência permite maior diálogo com os investidores e *stakeholders*. Os relatórios de sustentabilidade apresentam uma seção específica onde as ações decorrentes da política de sustentabilidade estão explicitadas segundo os padrões do *Global Reporting Initiative* (GRI).

Histórico resumido das empresas

Bioserv S/A

A Bioserv, criada em 2009, é uma empresa do conglomerado holandês Louis Dreyfus Company (1851). É a segunda maior processadora de cana-de-açúcar no mundo. Emprega mais de 13 mil pessoas na produção de açúcar, etanol, ração animal, levedura, melaço em pó e energia. A empresa participa de ações de suporte à sustentabilidade, destacando-se o Programa Prisma, voltado para redução de consumo

de água, diminuição de efluentes, de resíduos sólidos e de poluentes atmosféricos, bem como de riscos com produtos químicos.

Copersucar S/A

Estabelecida em 1959, a Copersucar é uma cooperativa de usinas associadas. É a maior comercializadora brasileira de açúcar e etanol, responsável por 6,9% e 3,7% de todo o álcool e açúcar, respectivamente, consumido no mundo. A Copersucar entende seu *core business* como sendo “energia”, explícito na política de sustentabilidade: energia para a vida, energia para o crescimento e energia para o movimento. Em 1969 fundou o Centro de Tecnologia Canavieira, o maior centro de biotecnologia de cana-de-açúcar do mundo. Possui importantes certificações internacionais: Bonsucro, que envolve padrões de sustentabilidade para produtores de cana-de-açúcar; EPA e CARB (Environmental Protection Agency e California Air Resources Board), que permitem comercializar etanol nos USA; ISCC (International Sustainability and Carbon Certification), que permite a comercialização de etanol na Europa.

Grupo São Martinho S/A

Estabelecida em 1910, a empresa possui hoje um modelo de negócio verticalizado (do campo à agroindústria) e emprega mais de 12 mil pessoas em quatro unidades nos estados de São Paulo e Goiás. Recentemente o grupo consolidou o controle de 100% da Usina Boa Vista, após sete anos de *joint venture* com a Petrobrás Biocombustíveis. Essa unidade conta com modernas instalações e opera integralmente na geração de bioenergia. Com capacidade instalada para moagem de 24 milhões de toneladas/ano de cana-de-açúcar, a São Martinho comercializa energia elétrica no mercado de contratação regulada e no livre, gerando 913 GWH no mercado livre.

Grupo USJ

O grupo teve início em 1944 e emprega hoje cerca de 10,5 mil pessoas. Sua unidade SJC Bioenergia, uma *joint venture* com a multinacional Cargill, processa álcool a partir de um mix de milho, sorgo e cana-de-açúcar. Comercializa açúcar, etanol e energia elétrica. O grupo é certificado em padrões de garantia de qualidade: FSSC 22000, sistema de gestão da segurança de alimentos; ISO 9001:2015; SMETA, que se refere ao comércio ético; Bonsucro, que envolve padrões de sustentabilidade para produtores de cana de açúcar; Etanol Mais Verde, abrangendo melhores práticas de sustentabilidade na produção sucroenergética; CARB (California Air Resources Board), para comercialização de etanol no mercado californiano.

Ecoinovações caracterizantes do segmento sucroenergético

Seis ecoinovações são os elementos mais caracterizantes das empresas do segmento sucroenergético. As ecoinovações observadas e sistematicamente descritas pelas quatro empresas pesquisadas como fundamento da orientação de seus negócios não foram desenvolvidas e incorporadas simultaneamente, mas fazem parte do comportamento das empresas e do perfil dos negócios. Muitas incorporaram ou adaptaram agentes existentes no próprio ecossistema ecológico para cumprirem o papel central da ecoinovação – no sentido da solução de um problema ambiental - em harmonia com a ecologia industrial discutida por Massard, Jacquat e Zürcher (2014). Na sequência são apresentadas as seis ecoinovações.

Reaproveitamento da palha e do bagaço da cana-de-açúcar. A palha e o bagaço são rejeitos de produção utilizados na cogeração de energia térmica e elétrica para consumo próprio, sendo o excedente comercializado via mercado. O bagaço é também usado na ração animal, na matéria prima da indústria moveleira, na indústria química fertilizante e na produção do etanol de segunda geração. Na cogeração de energia por bagaço e palha, os custos de implantação representam, em média, 50% dos custos de uma central hidrelétrica. Ambientalmente, a cogeração de energia também é uma solução de grande valor econômico para os resíduos da cana (Ramos & Nachiluk, 2017).

Recuperação da vinhaça. Subproduto da fermentação do etanol, é rico em minerais e matéria orgânica. É mortal para rios e lençóis freáticos, pelo consumo de oxigênio da água. Quando inativado, porém, é matéria rica em minerais e proteína bruta. Pode ser usada na fertirrigação das lavouras canavieiras em substituição a insumos minerais e químicos. Dessa forma, seu uso aumenta a fertilidade do solo devido à sua influência no crescimento da atividade microbiana, agindo diretamente nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, diminuindo a demanda por água e reduzindo custos de produção (Da Silva, Griebeler & Borges, 2007).

Controle biológico de broca da cana. A Broca (*Diatrea sacchralis*), comum na cana de açúcar, é a principal praga dessa lavoura. Na fase jovem se alimenta das folhas e na adulta penetra pelas partes mais moles do colmo até alcançar o miolo da cana, abrindo galerias e gerando o enfraquecimento e morte das gemas. Isso aumenta o tombamento pela força do vento e inibe o crescimento e enraizamento aéreo da planta. O antídoto biológico são as vespas das espécies *Trichogramma galloi* (parasitoide dos ovos da broca) e *Cotesia flavipes* (parasitoide de lagartas com mais de 1,5 cm.). Podem ser criadas em larga escala e não representam riscos à natureza ou ao homem (Bernardes, 2003; Poletti, 2012).

Recuperação do solo da lavoura de cana-de-açúcar. A queima preliminar à colheita da cana aumenta a emissão de CO₂ e mata microfauna e flora, necessárias à regeneração do solo. A colheita mecanizada elimina a queima e gera um grande volume de palha. A briquetagem mecânica da palha e uso do palhão (palha briquetada) permite controlar a erosão, umidade, temperatura, o teor de matéria orgânica, nutrientes e ervas daninhas, recuperando o solo e aumentando sua produtividade (Hassuani & Celente, 2019).

Produção de plástico biodegradável. Por meio de uma parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e com o Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP), o Centro de Tecnologia Canavieira da Copersucar conseguiu produzir o polihidroxibutirato (PHB). Este polímero se decompõe em cerca de 12 meses, um grande salto de ganho ecológico, se comparado aos 100 anos do polímero (plástico) derivado do petróleo. Além dos benefícios ambientais, os avanços na tecnologia de produção desse plástico biodegradável também trouxeram significativa redução de custos (Toledo, 2012).

Redução do consumo de água. A queima preliminar à colheita requer lavagem da cana antes da sua moagem para fermentação do mosto. Com a mecanização da colheita foi introduzido o processo de limpeza de cana a seco, via sopradores e peneiramentos, possibilitando a separação da palha antes da cana ir para o picador (moagem). Esse processo aumenta a capacidade de moagem e reduz o volume de torta no filtro, mas o principal benefício é a economia de água (Dunham, Bontempo & Fleck, 2011).

Discussões

Nesta etapa foram avaliadas as propostas de valor potencial com base nas capacidades de negócios atuais, nas necessidades dos clientes e no potencial de crescimento dos negócios. Usando a abordagem de Tondolo e Bitencourt (2014), é explicado o tipo de implicação das ecoinovações sobre as capacidades dinâmicas e sobre os negócios. O cenário da influência das seis ecoinovações descritas sobre o comportamento competitivo do grupo de empresas estudadas mostra conexão direta com as capacidades dinâmicas, aponta para a existência de um caminho lógico e permite estabelecer importantes considerações.

Primeiro, a percepção das ecoinovações como uma oportunidade. As empresas pesquisadas, diante da ameaça à continuidade de seus negócios caso a quebra da sustentabilidade ambiental não fosse interrompida, percebem que a solução não é apenas uma satisfação à demanda, mas uma oportunidade para seus negócios. O foco na sustentabilidade pode garantir a continuidade e perenidade dos negócios e manter os resultados expressivos.

Segundo, era preciso encontrar a modificação processual ou tecnológica que resolvesse os problemas ambientais. Extrapolando suas fronteiras individuais com pesquisa e desenvolvimento, as

empresas foram buscar soluções fora de suas paredes e as encontraram no contexto de um *cluster* ecoindustrial: o Centro Tecnológico Canavieiro. As modificações provaram resolver, gradualmente, os problemas ambientais. Mais que isso, como apontou-se anteriormente, as modificações precisariam garantir a captura do valor nelas embutido como retorno para a empresa. Esse valor foi captado na expansão econômica, na expansão de seu mercado cativo, principalmente para países com maiores exigências ambientais, e no incremento na aceitabilidade de suas marcas e imagem, explorando o fato de as ecoinovações serem inovações de natureza ecológica.

E terceiro, as soluções por via das ecoinovações só poderiam surtir os efeitos desejados se as empresas tivessem capacidades dinâmicas latentes ou reais, para usar a seu favor as inovações de que precisavam. De outro lado, poderiam também desenvolver tais capacidades e, na medida do desenvolvimento, alavancar seus negócios e cumprir com a função conceitual de capacidades dinâmicas (Teece *et al.*, 1997). Na avaliação dos entrevistados as capacidades estavam, de certa forma, latentes nas empresas, pois a pressão ambiental era tal que não haveria resistência interna às ecoinovações desde que comprovassem resolver os problemas prioritários à continuidade dos negócios.

Ainda que, eventualmente, não de todo consciente, a solução sistêmica, em seu conjunto, envolveu o uso orientado das capacidades que caracterizam o ambiente dinâmico das empresas estudadas. De um lado, a capacidade absorptiva permitiu identificar e captar as tecnologias, em um processo de inovação aberta, que poderiam ser úteis para a solução dos problemas. De outro, seria necessário à empresa entender a tecnologia para incorporá-la com sucesso. Isto é, as empresas precisariam de capacidade inovativa para compreender e lidar com as tecnologias a seu favor e para isso investiram em aprendizado organizacional para incorporarem adequadamente as ecoinovações.

Ainda, os novos compromissos ambientais, mesmo que resolvidos por via das tecnologias absorvidas e incorporadas, requerem de cada empresa padrões estruturais e competitivos para fazerem as modificações terem êxito. Assim, sua resposta às novas condições de competição exige delas capacidade adaptativa. A releitura de sua nova forma de competir, agora com base em uma plataforma tecnológica ecológica, necessariamente levaria a modificações em seu modelo de negócio. De empresas financeiramente bem-sucedidas por manterem processos produtivos convencionais e lineares, precisaram incorporar o respeito ao meio-ambiente como prioridade e reorientaram seus modelos de negócios e seu posicionamento mercadológico considerando essa prioridade.













Em relação à caracterização das capacidades dinâmicas para ecoinovações no segmento sucroenergético, o Quadro 1 apresenta o resultado da análise cruzada entre os casos estudados e os seguintes modelos obtidos na revisão da literatura: categorias de fatores, funções das categorias e capacidades dinâmicas necessárias.



Os processos gerenciais sofreram influência das ecoinovações por combinação das capacidades absorptiva, inovativa e adaptativa, com preponderância (maior influência) nessa ordem. Conforme Tondolo e Bitencourt (2014), a capacidade inovativa tem preponderância superior à adaptativa porque as soluções possuem cunho tecnológico e requerem compreensão prévia dos processos tecnológicos

mais facilmente incorporáveis. Neste momento, a presença das capacidades apresenta maior influência nos processos que envolvem a produção e menos nos processos administrativos. Na reconfiguração estrutural dos processos produtivos, foi a capacidade inovativa a de maior preponderância.

Quadro 1

Principais influências das capacidades dinâmicas oriundas de ecoinovações

Categories de Fatores	Funções das Categorias	Capacidades Dinâmicas Necessárias [Preponderância]
Baseado em Teece <i>et al.</i> (1997), Cabral (2010), Yang <i>et al.</i> (2011), Teece (2012) e Kuo (2016)		Baseado em Tondolo e Bitencourt (2014)
Processos gerenciais e produtivos	Identificar e captar soluções no ambiente externo	 Absortiva  Inovativa e Adaptativa
	Integrar e coordenar recursos para incorporação das soluções	 Absortiva e Inovativa  Adaptativa
	Proporcionar aprendizagem social e coletiva intraorganizacional	 Absortiva e Inovativa  Adaptativa
	Reconfigurar e transformar a estrutura dos processos produtivos adaptados às novas tecnologias.	 Inovativa e Adaptativa  Absortiva
Posicionamento	Explorar o grau de especificidade dos ativos da empresa (tecnológicos , reputacional e estrutural) que estabelecem vantagem competitiva em seu segmento de mercado.	 Inovativa  Adaptativa e Absortiva
Trajatórias Estratégicas	Redirecionar o caminho estratégico da empresa, influenciado especialmente pelos paradigmas tecnológicos que redefinem o posicionamento e as abordagens competitivas.	 Adaptativa e Inovativa  Absortiva

Legenda: Níveis de preponderância das capacidades: **Maior**  **Menor** 

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O posicionamento estratégico sofreu alteração significativa ao longo do tempo. A absorção das ecoinovações como fundamento de seus processos produtivos induziu as empresas a trazerem a dimensão ambiental como um componente de seu modelo de negócio. Uma nova linguagem e um novo diálogo se estabeleceram com clientes e comunidades, alterando suas percepções sobre as empresas e seus negócios. O fundamento do reposicionamento estratégico está em maior grau na capacidade inovativa (incorporar tecnologias para solução ecológica e fazê-las parte de seu reposicionamento) e na adaptativa em menor grau.

A partir do reposicionamento, a trajetória estratégica das empresas passou a ser influenciada pelas capacidades inovativa, como fundamento do reposicionamento, e adaptativa, como suporte à continuidade das alterações que passaram a determinar os modelos de negócio. De tradicionais

produtoras de açúcar e de álcool carburante com processos produtivos abusivos ao meio ambiente, precisavam apresentar respostas à sociedade e ao mercado, e as encontraram no *cluster* ecoindustrial que possui expertise em tecnologia canavieira autossustentável: o Centro Tecnológico Canavieiro. Mais recentemente, uma nova guinada estratégica reposicionou-as como produtoras de energia, explorando ecoinovações que permitem reciclar resíduos sólidos resultantes das suas atividades produtivas para geração e comercialização de energia térmica e elétrica.

Conclusões

A interação com o ambiente externo para encontrar soluções tecnológicas no segmento sucroenergético é alta e exigiu maior articulação com governos e centros de pesquisa e desenvolvimento para encontrar ganhos nas três vertentes do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômico. O segmento é tecnicamente qualificado, possuindo os menores custos de produção de álcool e açúcar do mundo, com potencial para aumentar sua capacidade de produção e reconhecimento internacional pelo seu alinhamento com as premissas da economia de baixo carbono.

A trajetória das inovações ambientais introduzidas no segmento, com a inclusão de biotecnologias desenvolvidas no país ou adaptadas para a nossa realidade, configuraram um ambiente propício para o surgimento de soluções ecoinovadoras que atendem a agenda dos ODS da ONU. As capacidades dinâmicas identificadas alcançam as três principais categorias de produtos – açúcar, etanol e energia – e permitiram um realinhamento estratégico suportado por um novo *core business*: energia limpa, representada pelo açúcar como energia para a vida, etanol para o transporte e elétrica para o desenvolvimento. Um claro reposicionamento de seus modelos de negócios e de suas estratégias competitivas, suportados pelas ecoinovações e pelas capacidades dinâmicas.

A leitura do Quadro 1 mostra que as capacidades dinâmicas das empresas pesquisadas têm determinado profundas alterações em seus processos administrativos e produtivos, em seus modelos de negócio e em seus posicionamentos estratégicos, mercê das ecoinovações adotadas. Adicionalmente, na visão dos entrevistados isso tem alterado a percepção do mercado e de agentes sociais acerca de suas marcas e imagem, saindo da incômoda posição de produtoras ambientalmente abusivas, para benéficas geradoras de energia limpa e útil.

As alterações nas trajetórias estratégicas demonstram o quanto as capacidades dinâmicas podem afetar o rumo e os fundamentos do negócio em uma empresa. A evidência empírica das quatro empresas estudadas demonstra que a capacidade de perceber, absorver, interpretar e alavancar negócios de acordo com novas premissas ecoinovadoras tem alterado o foco do negócio, as fontes de lucratividade, o controle estratégico e a natureza da capacidade competitiva. As capacidades dinâmicas, latentes ou devidamente desenvolvidas, permitiram às empresas alterarem seus posicionamentos e suas estratégias competitivas, desenhados com base nas ecoinovações incorporadas. Agora, as tecnologias de sustentação às ecoinovações, incorporadas por via de suas capacidades dinâmicas, assumiram prioridade

central tanto para as plataformas de aprendizagem e adaptações estruturais internas quanto para as estratégias competitivas.

Em termos de limitação, esta pesquisa, de natureza qualitativa, é restrita pelo fato de seus resultados não poderem ser diretamente generalizados. Contudo, as recomendações de Eisenhardt (1989) para se gerar teoria a partir de achados de estudos de caso foram cumpridas pela estruturação do processo de construção do estudo, pelo uso de múltiplas fontes na coleta dos dados e sua integração aos constructos teóricos, pela seleção de 4 empresas relevantes para o segmento e pela análise intra e intercasos, que encontrou similaridades e padrões gerenciais entre as empresas estudadas.

Por fim, recomenda-se a realização de estudos que tragam contribuições de outras abordagens ou naturezas metodológicas distintas, para o aperfeiçoamento de modelos com fundamentos em capacidades dinâmicas e ecoinovações, que possam ser generalizados para uso pelas organizações do agronegócio brasileiro.

Referências

- Abramovay, R. (2010). Desenvolvimento Sustentável: qual a estratégia para o Brasil? *Novos Estudos CEBRAP*, n.87, p. 97-113, Julho 2010.
- Ambrosini, V. & Bowman, C. (2009). What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? *International Journal of Management Reviews*, v.11, n.1, p. 29–49, 2009.
- Arundel, A. & Kemp, R. (2009). Measuring eco-innovation. UNU-MERIT Working Paper Series 017, United Nations University, *Maastricht Economic and social Research and Training Centre on Innovation and Technology*, 2009.
- Bsrbieri, J. C. (1997). Políticas Públicas Indutoras de Inovações Tecnológicas Ambientalmente Saudáveis nas Empresas. *Revista de Administração Pública*, São Paulo, v.31, n.2, p.135-152, mar/abr 1997.
- Barbieri, J. C. *et al.* (2010). Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. *Revista de Administração de Empresas*, v.50, n.2, abr/jun 2010.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições, 2011.
- Bernardes, J. (2019). Insetos de laboratório são usados no controle de pragas. *Agência USP de Notícias*, 2003. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/usp-insetos-de-laboratorio-sao-usados-no-controle-de-pragas/>
- Cabral, J. E. O. (2010). Firms' Dynamic Capabilities, Innovative Types and Sustainability: a theoretical framework. In *XVI INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT*. São Carlos, SP, Brazil, 12 to 15 October – 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880393/1/AT10121.pdf>
- Canabrava, A. P. (2005). *História econômica: estudos e pesquisas*. São Paulo: Unesp, 2005.

- Carrillo-Hermosilla, J.; Del Río, O. & Konnola, T. (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 18(10-11), 073-1083, 2010.
- Cavalcanti, C. (2012). Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológicoeconômica. *Estudos Avançados*, v.26, n.74, p.35-50, 2012.
- CEPEA/ESALQ/USP (Brasil) (2017). *Centro de Estudos em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo*. PIB do Agronegócio do Brasil, 2017. Disponível em: [PIB do Agronegócio Brasileiro - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP](#)
- Christensen, C. (2011). *Innovator's Dilemma*. New York: Harper Business, 2011.
- CVM (Brasil) (2020). *Fato Relevante*, protocolo nº 011592IPE030920200104407711-11, 2020. Disponível em: <https://www.rad.cvm.gov.br/ENET/frmExibirArquivoIPEExterno.aspx?ID=790983&flnk>
- Da Silva, H. J. T. & Marques, P. V. (2021). Heterogeneity in the productivity of sugar-energy mills in Brazil. *International Food & Agribusiness Management Review*, [s. l.], v.24, n.3, p.371–395. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=149790627&lang=pt-br&site=ehost-live>.
- Da Silva, M. A. S.; Griebeler, N. P. & Borges, L. C. (2007). Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, n.1, p.108–114, 2007.
- Dietz, S.; Bowen, A.; Dixon, C. & Gradwell, P. (2016). Climate value at risk of global financial assets. *Nature Climate Change, London School of Economics and Political Science Research*, 2016. Disponível em: http://eprints.lse.ac.uk/66226/1/Dietz_Climate%20Value%20at%20risk.pdf
- Dosi, G. (1992). Technological Paradigms and Technological Trajectories. *Research Policy*. 11, p.147-162, 1992.
- Dunham, F. B.; Bomtempo, J. V. & Fleck, D. L. (2011). A Estruturação do Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro como Base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v.10 (1), p. 35-72, 2011.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, v.14, n.4, p.532-550, 1989.
- Eisenhardt, K. M. & Martin, J. A. (2000). Dynamic Capabilities: What are They? *Strategic Management Journal*, v.21, p.1105-1121, 2000.
- ÉPOCA NEGÓCIOS (Brasil) (2019). *Brasil começará a produzir energia a partir de lixo e esgoto*, 2019. Disponível em: https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2019/03/brasil-comecara-produzir-energia-partir-de-lixo-e-esgoto.html?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=post
- Ferreira, B. S *et al.* (2018). Ecoinovação em uma Agroindústria Sucroenergética: a implantação do projeto de águas residuais zero. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.7, n.1 p.131-145, Jan./ Abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/10110/4803>

- Féres, J.; Reis, E. & Speranza, J. S. (2011). *Impacto das Mudanças Climáticas no Setor Agrícola Brasileiro*. In Motta, R. S. et al. Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: IPEA, 2011.
- Fussler, C. & James, P. (1996). *Driving Eco-Innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability*. London: Pitman, 1996.
- GLOBO RURAL (Brasil) (2021). Setor de cana avança na agenda ESG, mas desafio é comunicar ações. 2021. Disponível em:
<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2021/08/setor-de-cana-avanca-na-agenda-esg-mas-desafio-e-comunicar-aco.html>
- Hart, S. L. (1995). A Natural-Resource-Based View of the Firm. *The Academy of Management Review*, v.20, n.4, p.986-1014, 1995.
- Hassuani, S. & Celente, V. (2019). Contexto da palha de cana no Brasil. *Projeto SUCRE*, 2019. Disponível em: <https://lnbr.cnpem.br/category/sucre/>
- Henderson, R. M. & Clark, J. B. (1990). Architectural Innovation. *Administrative Science Quarterly*, n. 35, p. 9-30, 1990.
- Hughes, N. et al. (2020). Strength in diversity? Past dynamics and future drivers affecting demand for sugar, ethanol, biogas and bioelectricity from Brazil's sugarcane sector. *Biomass & Bioenergy*, [s. l.], v. 141, p. N.PAG. Disponível em:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=145696925&lang=pt-br&site=ehost-live>.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). Summary for Policy makers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers, A report of Working Group I of the IPCC, *Technical Summary and Frequently Asked Questions*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf
- James, P. (1997). The sustainability circle: a new tool for product development and design. *Journal of Sustainable Product Design*, 2, 52-57, 1997.
- Kemp, R. & Foxon, T. (2007). Typology of eco-innovation. *Final report MEI project about measuring ecoinnovation*, 2007. Disponível em: [Final report MEI project about measuring eco-innovation \(oecd.org\)](https://www.oecd.org/dataoecd/1/1/44692722.pdf)
- Kuo, J. W.; Ching, J. L.; Chih, C.C.; Yuanhsu, L. & Chuck, F.M.T. (2016). Exploring eco-innovation in dynamic organizational capability under incomplete information in the Taiwanese lighting industry. *International Journal of Production Economics*, V.181, Part B, p.419-440, November 2016.
- Marcovitch, J. (2006). Mudanças climáticas e multilateralismo. *Revista de Administração da USP*, n.72, São Paulo, dez. 2006.
- Massard, G.; Jacquat, O. & Zurcher, D. (2014). International survey on eco-innovation parks: learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation. *Federal office for the 16 environment and the ERA-NET ECO-INNOVERA*. Bern. Environmental studies n° 1402, 2014. Disponível em: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/education/publications-studies/publications/international-survey-on-eco-innovation-parks.html>

- Nguyen, H.; Stuchtey, M. & Zils, M. (2014). Remaking the industrial economy. *McKinsey Quarterly*, February, p. 1–17, 2014.
- OECD Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). Sustainable manufacturing and eco-innovation: towards a Green economy. Policy Brief. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/42957785.pdf>
- OECD Organization for Economic Co-operation and Development. (2018). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>
- Piacente, F. J. *et al.* (2022). Evolução da produção agrícola canavieira na região noroeste do estado de São Paulo: fases de expansão e crise no setor e seus impactos no uso da terra entre 2000 e 2013. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 1–16. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=foh&AN=151417147&lang=pt-br&site=ehost-live>
- Poletti, M. (2012). Inseto contra inseto. *Revista Pesquisa FAPESP*, 2012. Available at: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2012/05/11/inseto-contra-inseto/>
- PORTAL ENERGIA (Brasil) (2019). *Maior parque solar do mundo será construído no Piauí, Brasil*. 2019. Disponível em: [Maior parque solar do mundo será construído em Piauí no Brasil \(portal-energia.com\)](http://portal-energia.com)
- Porter, M. E. & Van Der Linde, C. (1995). Green and Competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, v.73, n.5, p.120-134, 1995.
- Pinsky, V. & Kruglianskas, I. (2017). Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. *Estudos Avançados* [online]. 2017, v. 31, n. 90, pp. 107-126. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>
- Ramos, R. C. & Nachiluk, K. (2017). Análise e Indicadores do Agronegócio. IEA Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, v.12, n.4, abril 2017. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-19-2017.pdf>
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, n.32, 319-332, 2000.
- Silva, D. F. S. *et al.* (2019). Innovation opportunities in the Brazilian sugar-energy sector. *Journal of Cleaner Production*. v.218, 1 May 2019, Pages 871-879.
- Socolow, R. (2004). *et al.* Solving the Climate Problem: technologies available to curb CO2 emissions. *Environment*, v.46, n.10, p.8-19, December, 2004.
- Teece, D. J. *et al.* (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, v.18, n.7, p.509-533, 1997.
- Teece, D. J. (2012). Dynamic Capabilities: Routines versus Entrepreneurial Action. *Journal of Management Studies*, p.1-8, 2012.
- Tidd, J.; Bessant, J. & Pavitt, K. (2008). *Gestão da Inovação*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

- Toledo, K. (2012). Plástico biodegradável de açúcar está pronto para escala industrial. *Agência FAPESP*, 2012. Disponível em: [Plástico biodegradável de açúcar está pronto para escala industrial | AGÊNCIA FAPESP](#)
- Tondolo, V. A. G. & Bitencourt, C. C. (2014). Compreendendo as Capacidades Dinâmicas a Partir de Seus Antecedentes, Processos e Resultados. *Brazilian Business Review*, p.124-147, set-out 2014.
- Yang, C. J. & Chen, J. L. (2011). Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method. *Journal of Cleaner Production*, 19(9), p.998–1006, 2011.
- Yin, R. K (2015). *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2015.