

Planejamento Setorial e Regional: Um modelo de integração entre ferramentas de previsão aplicado ao transporte rodoviário de cargas

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2018.45.170-190>

Recebido em: 25/7/2017

Aceito em: 18/4/2018

Henrique Dias Blois¹, Eduardo Belisario Monteiro de Castro Finamore²

RESUMO:

Esta pesquisa visa a analisar o setor de transporte por meio de um modelo que integra Cenários Prospectivos a Dinâmicas de Sistemas na busca de prever alternativas futuras para o transporte rodoviário de cargas na Região do Corede Produção do Rio Grande do Sul/Brasil. Na primeira ferramenta de pesquisa foi adotado o método descrito por Marcial e Grumbach (2012), no qual peritos contribuem para a construção dos cenários. Após a geração dos cenários foi realizada a integração com a modelagem *hard* da Dinâmica de Sistemas que busca disponibilizar alternativas que possibilitem análise, descrição e simulação de tendências para os próximos cinco anos. Os resultados mostram um conjunto de cenários e ações ao apontar oportunidades e ameaças do ambiente externo, pontos fortes e fracos do ambiente interno, fundamentando decisões estratégicas e operacionais no presente. Também realiza previsões para o setor por meio de simulação, bem como discute a possibilidade da criação de uma agência de desenvolvimento regional, como um agente facilitador do modelo proposto. O modelo de integração proposto neste estudo mostrou-se útil porque reduziu o número de incertezas futuras, construídas pela redução de eventos com maior probabilidade de ocorrência. Essa característica é importante, pois focaliza o investidor naqueles eventos que podem de fato interferir na evolução do sistema analisado.

Palavras-chave: Cenários prospectivos. Dinâmica de Sistemas. Transporte rodoviário de cargas. Corede Produção.

SECTORIAL AND REGIONAL PLANNING: A MODEL OF INTEGRATION BETWEEN FORECAST TOOLS APPLIED TO FREIGHT ROAD TRANSPORT

ABSTRACT:

This research aims to analyze the transport sector through a model that integrates the Prospective Scenarios with Systems Dynamics aiming predict future alternatives for the load for road transport in the region of Corede Production of Rio Grande do Sul/Brazil. In the first research tool was adopted the method described by Marcial and Grumbach (2012), in which experts contribute to the construction of scenarios. After the generation of scenarios, it was done an integration with the hard modeling of System Dynamics that seeks to provide alternatives that enable analysis, description and simulation of trends for the next five years. The results show a set of scenarios and actions by pointing out opportunities and threats in the external environment, strong and weak points of the internal environment, basing strategic and operational decisions in the present. It also executes predictions for the sector through simulation, and discusses the possibility of implementing a regional development agency, as a facilitator of the proposed model. The integration model proposed in this study proved useful because it reduced the number of future uncertainties, built by the reduction of events most likely to occur. This feature is important because it focuses on the investor in those events that can actually interfere with the evolution of the analyzed system.

Keywords: Prospective scenarios. System dynamics. Load road transport. Corede Production.

¹ Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor da Universidade de Passo Fundo. blois@upf.br

² Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Professor da Universidade de Passo Fundo. finamore@upf.br

O transporte rodoviário de cargas é o principal meio de transporte utilizado no Brasil, no entanto algumas iniciativas do governo, como a intermodalidade (integração de distintos modais de transporte) e o surgimento de operadores logísticos integrados vêm a contribuir com a redução dos custos, aumento na competitividade dos serviços, bem como incremento do faturamento e do lucro. Acredita-se que esse seja um ganho significativo para a economia do país, contudo tornam-se fundamentais estudos regionalizados que possam destacar a relevância do setor rodoviário mostrando sua real eficácia (WANKE; FLEURY, 2006).

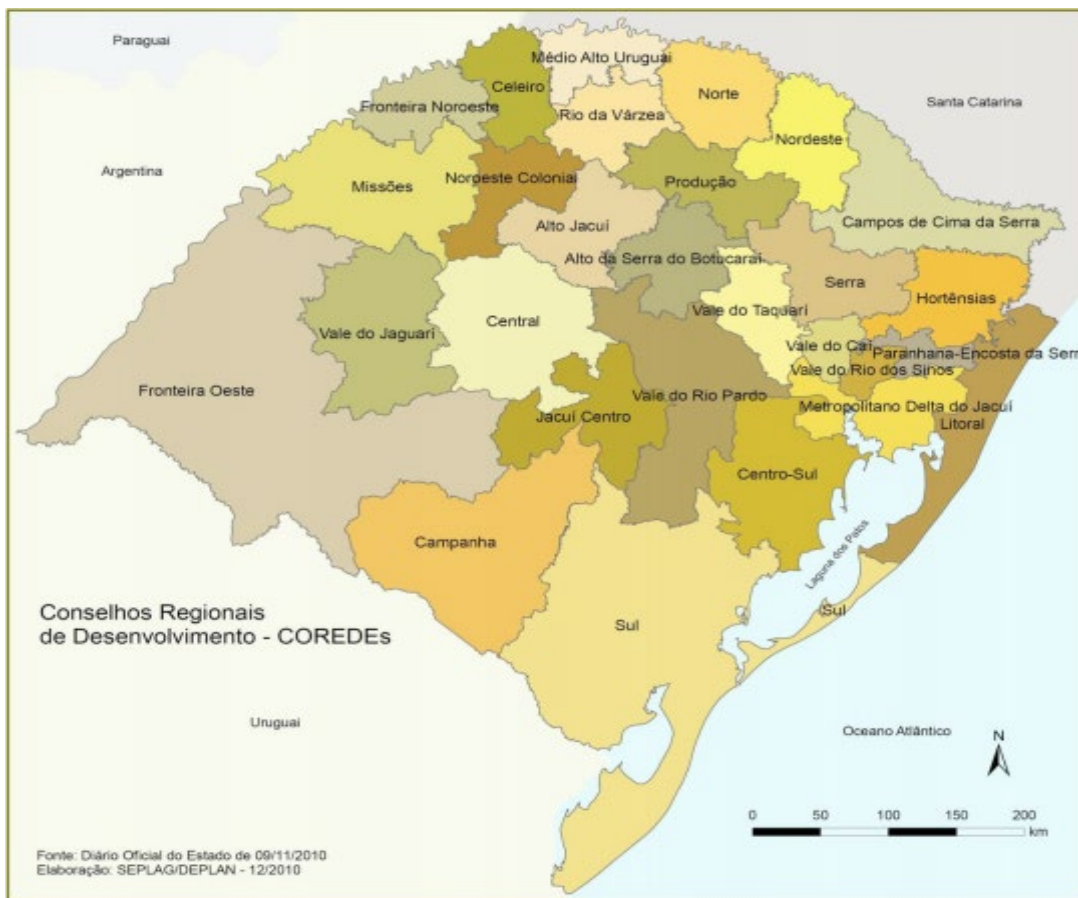
Mais do que um simples setor, trata-se de um serviço que viabiliza os demais setores e modais, afetando diretamente a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico do Brasil. Sem o transporte rodoviário de cargas a nação ficaria paralisada, produtos essenciais não chegariam aos consumidores e indústrias não produziram, afetando diretamente a economia nacional.

Martins et al. (2011) salientam a importância do transporte pela capacidade de geração de valor de lugar, tanto em âmbito de serviços aos clientes quanto em sua contribuição na formação de custos. Assim, uma parcela importante da competitividade empresarial reside na correta elaboração e introdução de estratégias de transporte, com maior ou menor impacto, dependendo do tipo de negócio.

Uma das microrregiões do Rio Grande do Sul/Brasil com representatividade econômica em que o transporte rodoviário é fundamental para a competitividade é a região do Conselho Regional de Desenvolvimento da Produção (Corede Produção).³ A região destacada com seta azul na Figura 1 abrange 21 municípios, tendo um território de 6.002,7 km² e uma população de 342.442 habitantes (FUNDAÇÃO..., 2012). A composição do PIB desse território era assim representada: 63,96% por serviços, 26,86% pela indústria e os restantes 9,18% pelo setor agropecuário (FUNDAÇÃO..., 2011).

³ O Estado do Rio Grande do Sul é dividido em 28 microrregiões. Essas regiões ou Coredes constituem fóruns regionais e exercem representatividade por meio de debates, promovendo o crescimento em diferentes atividades econômicas e sociais.

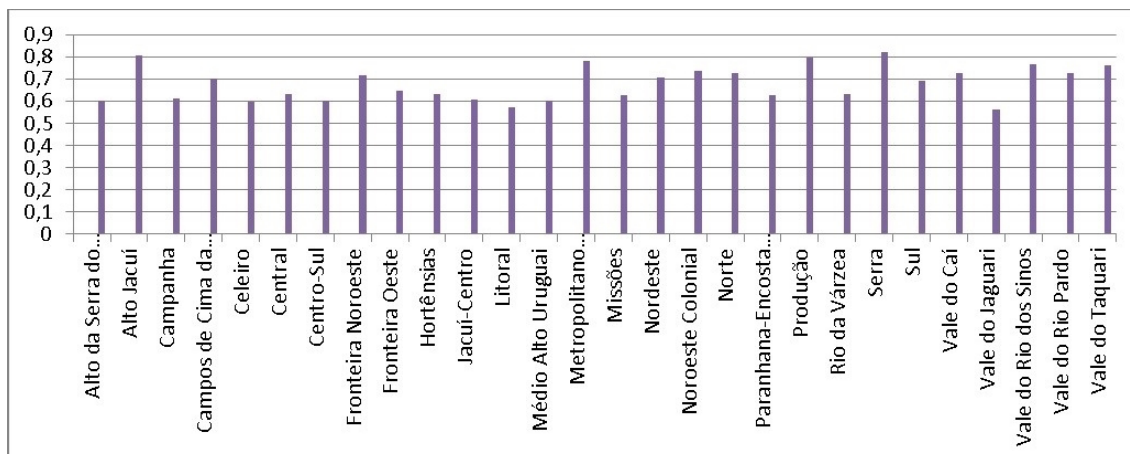
Figura 1 – Regiões dos Coredes no Rio Grande do Sul/Brasil



Fonte: Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul (2014).

A representatividade econômica do Corede Produção pode ser comprovada, ainda, pelo índice de geração de renda, que mostra a relação entre PIB/população no ano de 2012. A Figura 2 apresenta um índice de 0,794 para esse Corede, que ficou atrás somente dos Coredes Alto Jacuí e Serra. Além disso, o Corede Produção localiza-se numa região de grande intercâmbio entre os demais Estados brasileiros e países do Mercosul, o que reforça a importância do planejamento de longo prazo para esse setor.

Figura 2 – Índice de geração de renda dos Coredes



Fonte: FUNDAÇÃO... (2014).

Uma ferramenta importante para o planejamento de longo prazo são os cenários prospectivos. Marcial e Grumbach (2012) salientam que os cenários propiciam um ambiente que enriquece o debate sobre questões críticas relacionadas ao porvir e permitem que os dirigentes tomem decisões de risco com transparência; possibilitam, igualmente, a identificação de oportunidades e ameaças ao negócio, promovem o desenvolvimento e a análise de novas opções diante de mudanças no ambiente externo e propiciam uma visão de futuro que pode ser compartilhada pelos membros da organização ou de um setor específico.

Embora existam várias técnicas de cenários, optou-se, neste estudo, pelo método descrito por Marcial e Grumbach (2012) para um período futuro de cinco anos.⁴ A escolha do método valeu pela consistência do modelo, além da disponibilidade do *software* Puma,⁵ indispensável para o cálculo dos cenários. Uma das limitações da ferramenta, porém, é o fato de que ela fornece apenas a análise qualitativa.

Visando a viabilizar a análise quantitativa, incluiu-se, neste estudo, a abordagem *hard* da Dinâmica de Sistemas (DS), que permite a simulação quantitativa. Para operacionalizar o uso dessas ferramentas integradas faz-se necessária a constituição de fóruns com participação de peritos/atores, visando a construir um ambiente para o planejamento setorial. Algumas experiências de fóruns setoriais bem-sucedidas são o complexo moveleiro da Dinamarca, o Vale do Silício nos Estados Unidos e, especialmente, os distritos industriais italianos, paradigmas de funcionamento de uma forma de organização da produção que foi decisiva para o crescimento dessas regiões (CASAROTTO FILHO; PIRES, 2001).

No caso do Rio Grande do Sul, a existência de Coredes poderia facilitar iniciativas de constituição de agências setoriais,⁶ particularmente para o transporte rodoviário de cargas no Corede Produção. Importante salientar, ainda, que esta pesquisa aperfeiçoa o modelo proposto por Blois e Souza (2008), que foi aplicado ao setor calçadista do Vale dos Sinos no Rio Grande do Sul.

Diante do exposto, o objetivo dessa pesquisa é analisar o setor de transporte rodoviário de cargas com o uso de um modelo que integra Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas, no Corede Produção do Rio Grande do Sul, bem como simular quantitativamente o comportamento desse setor entre os anos de 2016 e 2020.

REVISÃO DE LITERATURA

Os Cenários Prospectivos

Blois e Souza (2008) descrevem várias abordagens e aplicações de cenários encontradas na literatura (GODET, 1993; RINGLAND, 1998; VAN DER HEIJDEN, 2002). Por exemplo, Ringland (1998) apresenta um conjunto de organizações e seus métodos para

⁴ Período estabelecido para a construção dos cenários para o transporte rodoviário de cargas no Corede Produção do Rio Grande do Sul. Para Grumbach (2005), é recomendável que os cenários não tenham um horizonte temporal inferior a cinco anos. Essa limitação está relacionada com o objetivo principal dos cenários. Como havia limitação referente aos dados do transporte nessa região, optou-se pelo menor tempo proposto pelo método.

⁵ *Pointwise Unconstrained Minimization Approach* (Puma), *software* idealizado por Raul Grumbach para a geração de Cenários Prospectivos.

⁶ Os Coredes no Rio Grande do Sul constituem fóruns para formular e executar estratégias regionais para vários setores. As Agências de Desenvolvimento Regional (ADR), em sua maioria, tratam de assuntos regionais, porém setoriais.

desenvolver cenários, quais sejam: o Instituto Battelle (Basics), o *Copenhagen Institute for Future Studies* (jogos futuros), a *European Commission* (fatores que moldam os atores), a escola francesa (abordagem Godet: Micmac), o *Futures Group* (método de planejamento), o *Global Business Network – GBN* – (desenvolvimento de cenário utilizando a metodologia de Peter Schwartz), o *Northeast Consulting Resources* (método de mapeamento do futuro) e o *Stanford Research Institute* (desenvolvimento da estratégia baseada em cenário). Para os autores, a maioria das organizações pesquisadas usa livremente a lógica intuitiva num processo coletivo de Wack (1985).

De acordo com Buarque (2003), no Brasil, as primeiras empresas a utilizarem a técnica foram o BNDES, a Eletrobras, a Petrobras e a Eletronorte, em meados da década de 80 do século 20, pelo fato de operarem com projetos de longo período de maturação, o que exigia uma visão de longo prazo, na qual a ferramenta é amplamente empregada. Um exemplo mais recente da utilização da técnica diz respeito ao estudo proposto por Sarfati (2012), que criou cenários para o efetivo uso de recursos públicos em políticas de empreendedorismo no Canadá, no Chile e na Itália.

Para prever questões ambientais, outro exemplo refere-se à prospecção feita por Pardo e Moya (2013), visando a compreender acontecimentos futuros. Nesse estudo, utilizou-se a técnica para analisar o potencial de melhoria da eficiência energética e a redução de emissões de CO₂ no setor de combustíveis até 2030.

No planejamento urbano, outra pesquisa aponta carências prioritárias. Ratcliffe e Krawczyk (2011) formulam uma teoria unificada para cidades sustentáveis, utilizando uma abordagem orientada para o futuro, e recorrem à técnica da prospecção de cenários como ferramenta para antecipar mudanças no presente, visando a um futuro melhor.

Segundo Marcial e Costa (2001), existem apenas quatro métodos que se enquadram nas definições de prospectivo:⁷ o descrito por Godet; o relatado por Schwartz – também conhecido como “método GBN”; o exposto por Porter e o descrito por Grumbach. Tais métodos apresentam uma série de características comuns, tais como: (i) iniciam com a delimitação do problema que será cenarizado (Godet e Grumbach fazem essa delimitação ao definirem o sistema, já a GBN e Porter a fazem na questão estratégica); (ii) realizam estudos históricos e descrição da situação atual e (iii) consultam especialistas e/ou peritos. Além disso, os quatro métodos preocupam-se com a consistência dos cenários gerados, embora nenhum deles mostre rapidez na atualização e na comparação dos dados, apresentando dificuldade no manuseio de um grande número de variáveis e suas tendências. Com relação às diferenças, estas centram-se nos mecanismos de análise empregados, visto que cada um possui sua respectiva técnica para gerar os diferentes cenários, conforme Quadro 1.

⁷ Termo empregado pela primeira vez por Gaston Berger em sua obra *A atitude prospectiva*, de 1957. O autor propôs o uso do termo “prospectiva” para mostrar a necessidade de uma conduta orientada para o futuro (MARCIAL; GRUMBACH, 2012).

Quadro 1 – Comparativo entre os mecanismos de análise empregados pelos distintos métodos

MÉTODO	MECANISMOS DE ANÁLISE EMPREGADOS
Godet	Utiliza tanto variáveis qualitativas quanto quantitativas. Apresenta o detalhamento mais claro do ferramental em todas as etapas, constituindo-se no mais robusto, com passos a serem seguidos definidos. Pouco flexível. Utiliza fatos portadores de futuro para gerar os cenários. Único que não leva em consideração os modelos mentais dos dirigentes durante a elaboração dos trabalhos.
GBN	Gera cenários globais. Utiliza apenas variáveis qualitativas. Flexível. Utiliza a análise “incerteza x importância” para gerar cenários. Único que não trabalha com probabilidade em momento algum.
Porter	Dirige sua análise para a indústria e acrescenta ao método o comportamento da concorrência ao final do processo. Utiliza apenas variáveis qualitativas. Flexível. Utiliza a análise “incerteza x importância” para gerar cenários.
Grumbach	Utiliza variáveis qualitativas. Pouco flexível. Utiliza fatos portadores de futuro para gerar os cenários. Único que utiliza o método Delphi.

Fonte: Adaptado de MARCIAL; COSTA (2001).

De acordo com Ratcliffe e Krawczyk (2011), o planejamento e a governança setorial podem valer-se da técnica de cenários prospectivos, porque esses apontam aos decisores políticos uma abordagem orientada para o futuro, que lhes permite compreender a complexidade atual e antecipar a mudança iminente, ao mesmo tempo que forma uma condição para o futuro preferido, visando a minimizar a interferência política na tomada de decisão.

A Dinâmica de Sistemas

Em 1958, uma técnica de simulação foi muito comentada no meio acadêmico na *Harvard Business Review*, por identificar como funcionavam os ciclos de demissões da General Electric. A partir de então, o estudo firmou-se como referência, tornando a Dinâmica de Sistemas uma nova abordagem de pesquisa.

Tang e Vijay (2001) apontam outro estudo, de 1969, intitulado *Urban Dynamics*, que discute a aplicação da Dinâmica de Sistemas não associada a questões econômicas. Esse estudo causou controvérsia porque uma de suas conclusões é de que a pior política de habitação corresponde à ocupação das áreas com potencial comercial por moradias populares.

Segundo Radzicki e Taylor (1997), os *softwares* portáteis, como o Stella (<http://www.hps-inc.com>), difundiram a Dinâmica de Sistemas, levando a modelos que pudessem ser simulados em locais com menores recursos computacionais, fato que serviu para ampliar a abrangência da aplicação da DS. A partir de então, a técnica passou a ser uma ferramenta de fácil utilização e foi ampliada para diversas áreas, como Física, Química, Psicologia, entre outras.

Atualmente, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) vêm desenvolvendo a DS, baseados nos trabalhos de Forrester (primeiro autor a publicar sobre a técnica), e aplicando-a em sistemas dinâmicos e complexos. O foco principal das pesquisas no MIT está no desenvolvimento de simulações.

Maani e Cavana (2000) enfatizam a distinção entre as duas abordagens da DS, a *soft* e a *hard*. No entendimento dos autores, a modelagem *soft* caracteriza-se por gerar debates sobre a realidade, em que se utiliza de múltiplas dimensões (objetivos diversos) na especificação do problema. Trata-se, também, de uma modelagem qualitativa, na qual os objetivos são *insights* e aprendizagem. A modelagem *soft* da DS tem como resultado a experiência em grupo ou o autodesenvolvimento.

Como refere Powersim (2003), ainda que de grande importância, a abordagem *soft* não serve para a simulação das estruturas sistêmicas ao longo do tempo. Nesse caso, Franco (2005) argumenta que podem ser empregados os Diagramas de Estoque e Fluxo,⁸ que são adequados à simulação, ou abordagem quantitativa da DS, ou, ainda, abordagem *hard*, que será utilizada neste estudo.

Alguns exemplos da abordagem *hard* da DS são os trabalhos de Souza et al. (2010), que desenvolveram um modelo de oferta e demanda do uso da água no Rio Paracatu, no Nordeste brasileiro. Com o auxílio do *software* Stella, o estudo mostrou a complexidade dinâmica das relações e as causas das secas nesse rio.

Outro exemplo é o modelo proposto por Lemenih et al. (2014), que identificaram como as taxas dos eventos impactavam para o rápido declínio de florestas da espécie *Boswellia Papyrifera*, na Etiópia, importante recurso para subsistência de milhares de cidadãos e diversas indústrias globais que produzem incensos. O estudo mostra quais ações devem ser desenvolvidas para conter o declínio dessa espécie de árvore.

O modelo proposto por Marcos (2013) é outro exemplo no qual a DS foi utilizada para simular a demanda de passageiros em 13 aeroportos brasileiros em horário de pico. O estudo considerou diferentes taxas de crescimento da demanda e foi eficiente porque os dados da simulação ficaram próximos das solicitações reais nos aeroportos durante os períodos observados.

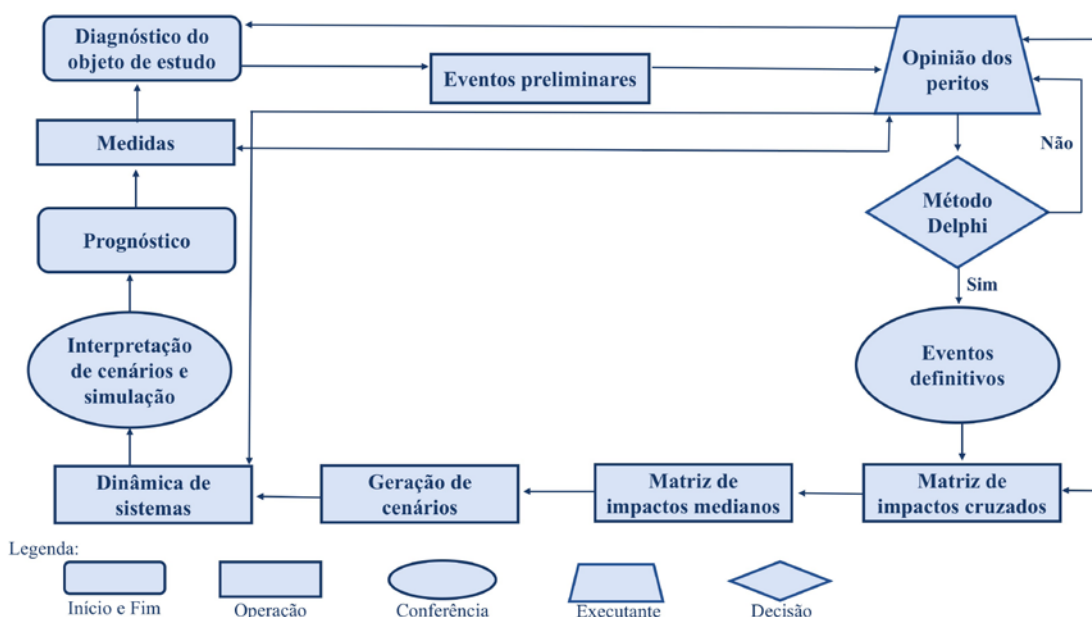
METODOLOGIA

O modelo de integração entre Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas, que será apresentado a seguir, parte do pressuposto da importância da atenção setorial, da participação de peritos, como ocorre nos fóruns dos Coredes no Rio Grande do Sul, em que o diálogo com a sociedade é fundamental no avanço de políticas setoriais.

Para melhor visualizar a evolução do modelo de integração entre essas ferramentas, a Figura 3 ilustra os passos que orientam esta pesquisa.

⁸ A modelagem *hard* simula, por meio do princípio de uma banheira, em que a água que se acumula no estoque representa um fluxo maior de entrada da torneira do que o fluxo de saída no ralo. Se a quantidade de água ao longo do tempo for diminuindo, significa que o fluxo do ralo é maior do que o fluxo de entrada da torneira. Tal princípio pode ser aplicado a qualquer previsão futura, bastando apenas conhecer com exatidão as taxas de entrada e saída do sistema analisado (RADZICKI; TAYLOR, 1997).

Figura 3 – Modelo sistêmico de integração entre Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas



Fonte: BLOIS; SOUZA (2008).

A Figura 3 mostra um modelo estratégico e sistêmico que se inicia com um diagnóstico do objeto de estudo, faz a depuração dos eventos, calcula a matriz de impactos medianos e os cenários, realiza integração com a Dinâmica de Sistemas, interpreta e simula os cenários e, por fim, elabora um prognóstico para o objeto de estudo, estabelecendo medidas que devem ser tomadas no presente, visando à proteção contra eventos desfavoráveis ou o aproveitamento dos favoráveis.

APRESENTAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS OBTIDOS

No início da pesquisa de campo, durante o primeiro semestre de 2014, realizaram-se reuniões com dez peritos⁹ (dois representantes do setor de transporte de cargas, três empresários do setor, um representante sindical, um representante do poder público, além de três professores universitários que pesquisam o assunto do Corede Produção), visando a estabelecer um diagnóstico do objeto de estudo. Dessas reuniões foram extraídas questões endógenas e exógenas que impactavam positiva e negativamente o setor de transporte rodoviário de cargas nos últimos dez anos.¹⁰ Os peritos participaram da técnica *brainstorming*¹¹ (proposta pelo método Marcial e Grumbach, 2012) e foram encorajados a opinar livremente sobre fatos

⁹ Segundo Camargo (2005), não há uma fórmula específica para determinar um número ideal de participantes num modelo de pesquisa Delphi. Estudos realizados na Rand Corporation por Dalkey et al. (1969) demonstraram a necessidade mínima de sete componentes. A opção por dez peritos deu-se pela disponibilidade e pelo interesse destes em participar de todas as etapas da pesquisa.

¹⁰ O método Grumbach estabelece que o período que passa a ser considerado na observação dos eventos deve ser, no mínimo, o dobro do estabelecido na prospecção futura. Como foi estabelecido o período de cinco anos (mínimo previsto pelo método Grumbach), os peritos foram questionados a respeito de fatos ocorridos nos últimos dez anos (MARCIAL; GRUMBACH, 2012).

¹¹ *Brainstorming* é uma técnica de trabalho em grupo com a finalidade de desenvolver o máximo de soluções possíveis para um problema específico (MARCIAL; GRUMBACH, 2012).

ocorridos no período preestabelecido. Foi possível, então, estabelecer 25 eventos futuros preliminares de ocorrerem para os próximos cinco anos¹² (de 1º de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2020), listados no Quadro 2:

Quadro 2 – Os eventos preliminares com potencial de impacto no transporte rodoviário de cargas no Corede Produção RS/Brasil

1) Construção de um aeroporto de cargas no Corede Produção
2) Valorização do dólar
3) Precarização das rodovias no Corede Produção
4) Aumento do preço do diesel
5) Aumento do preço de pedágios
6) Aumento do preço pago pelo serviço de transporte
7) Aumento da malha ferroviária no Corede Produção
8) Aumento no roubo de veículos de carga no Brasil
9) Impacto da Lei nº 12.619, que regula o transporte rodoviário de cargas, no aumento de custo do transporte
10) Modernização da frota de veículos de carga no Corede Produção
11) Aumento na produção agrícola no Corede Produção
12) Atrasos no pagamento dos fretes
13) Maior utilização de tecnologias por parte dos transportadores
14) Retração da economia mundial
15) Retração da economia no Rio Grande do Sul
16) Instalação de um maior número de indústrias no Corede Produção
17) Aumento no custo da manutenção de veículos
18) Aumento do número de cooperativas de transportadores no Corede Produção
19) Aumento no número de prestadores e operadores logísticos no Corede Produção
20) Criação de uma plataforma logística no Corede Produção
21) Melhora na conservação de estradas federais e estaduais
22) Maior facilidade de acesso ao crédito para compra de veículos
23) Reforma tributária brasileira
24) Aumento na taxa de juros
25) Aumento de impostos

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Na sequência, aplicou-se a técnica Delphi,¹³ em duas rodadas, visando a selecionar apenas dez eventos definitivos.¹⁴ Os peritos responderam, então, ao questionário que avalia a probabilidade, a pertinência e o grau de conhecimento do

¹² Período estabelecido para a construção dos cenários para o transporte rodoviário de cargas no Corede Produção do Rio Grande do Sul. Para Marcial e Grumbach (2012), é recomendável que os cenários não tenham um horizonte temporal inferior a cinco anos. Essa definição está relacionada com o objetivo principal dos cenários e com a limitação quanto às informações passadas.

¹³ Método empregado pela primeira vez em 1948 pela Rand Corporation com o objetivo de avaliar os prováveis efeitos de um ataque atômico nos Estados Unidos. O método Delphi é uma ferramenta de previsão qualitativa, sendo sua principal área de aplicação a tecnológica, mas também vem sendo estendido a outras áreas. O método consiste em interrogar individualmente, por meio de sucessivos questionários, um determinado grupo de peritos. Depois de cada aplicação do questionário aos peritos, as questões são analisadas e lhes são apresentadas outra vez, para que tenham a oportunidade de rever suas opiniões. O método Grumbach considera que um desvio padrão igual ou menor que 20 indica razoável grau de confiança na probabilidade média calculada para um determinado evento. Neste estudo, foi possível reduzir significativamente o desvio padrão das respostas em duas rodadas (MARCIAL; GRUMBACH, 2012).

¹⁴ No método Grumbach (2012) a quantidade é limitada em dez eventos definidos pelo número de cenários gerados (1.024), ou 2¹⁰.

perito sobre cada evento. A escolha dos eventos definitivos, listados no Quadro 3, orientou-se pelos seguintes critérios: eventos que apresentassem probabilidade $\geq 60\%$ (muito provável de ocorrerem nos próximos cinco anos) e pertinência ≥ 7 (bem alta em relação ao objeto de estudo). A partir dessa etapa, apenas os eventos do Quadro 3 foram considerados na sequência da pesquisa.

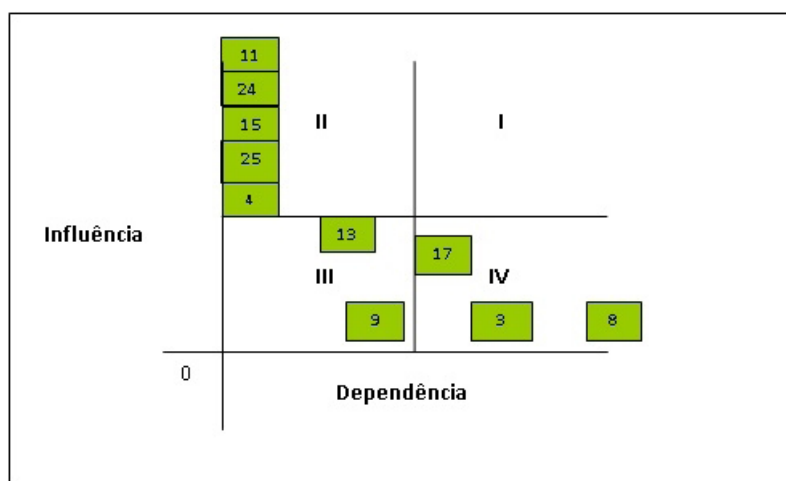
Quadro 3 – Os eventos definitivos

3) Precarização das rodovias no Corede Produção
4) Aumento no preço do diesel
8) Aumento no roubo de veículo de cargas no Brasil
9) Impacto da Lei nº 12.619, que regula o transporte rodoviário de cargas, no aumento de custo do transporte
11) Aumento na produção agrícola no Corede Produção
13) Maior utilização de tecnologias por parte das transportadoras
15) Retração da economia do Rio Grande do Sul
17) Aumento no custo de manutenção de veículos de carga
24) Aumento na taxa de juros
25) Aumento de impostos

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Escolhidos os eventos definitivos, foi possível construir a matriz de impactos medianos e calcular e interpretar os cenários. No caso dessa matriz, foi, também, enviada aos peritos a matriz de impactos cruzados. A Figura 4 mostra a matriz de impactos mediados, calculada por meio das notas dos peritos, que indica o grau de influência e dependência entre os dez eventos, dividida em quatro quadrantes (quadrante I: alta influência e alta dependência; quadrante II: alta influência e baixa dependência; quadrante III: baixa influência e baixa dependência e quadrante IV: baixa influência e alta dependência).

Figura 4 – Matriz de impactos medianos: influência X dependência



Fonte: Software Puma 4.0 (2015).

Na Figura 4, no quadrante II, aparecem os eventos 11 (Aumento da produção agrícola no Corede Produção); 24 (Aumento na taxa de juros); 15 (Retração da economia do Rio Grande do Sul); 25 (Aumento de impostos) e 4 (Aumento do preço do diesel). Esses eventos são muito influentes e pouco dependentes, ou seja, qualquer ação neles executada impactará nos demais, mas ações nos demais não impactarão neles.

No quadrante III estão dispostos os eventos 13 (Maior utilização de tecnologias por parte das transportadoras) e 9 (Impacto da Lei nº 12.619, que regula o transporte rodoviário de cargas, no aumento de custo do transporte). Esses eventos são pouco influentes e pouco dependentes, isto é, qualquer ação nos outros eventos não lhes causará impacto, assim como qualquer ação neles realizada não impactará nos demais.

No quadrante IV aparecem os eventos 17 (Aumento no custo de manutenção de veículos de carga); 8 (Aumento no roubo de veículos de carga no Brasil) e 3 (Precarização das rodovias no Corede Produção). Esses são eventos muito dependentes e pouco influentes, isto é, qualquer ação que sofram não causará impacto nos demais, mas qualquer ação nos demais impactará neles. No quadrante I não apareceram eventos.

Determinar o grau de influência e dependência entre os eventos é importante porque direciona a ação do planejamento naqueles que podem modificar o futuro do sistema. O planejador deve observar quais são as ações prioritárias, visando a alterar o futuro do objeto de estudo. Especial atenção deve ser dada ao quadrante II, porque a performance do setor de transporte na região depende de oscilações nos seus eventos.

Na sequência, o *software* Puma calculou dez cenários mais prováveis que estão apresentados na Tabela 1. O método Grumbach utiliza o teorema de Bayes¹⁵ para realizar esse cálculo. Basicamente, os cenários são um sistema binário (ocorrência ou não dos eventos no futuro), bem como a probabilidade conjunta dos eventos.

Tabela 1 – Dez cenários de maior probabilidade de ocorrência

Cenários	Prob. (%)	E.3	E.4	E.8	E.9	E.11	E.13	E.15	E.17	E.24	E.25
C.1	24,00	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
C.2	10,48	O	O	O	O	N	O	O	O	O	O
C.3	8,58	O	O	O	O	O	N	O	O	O	O
C.4	4,12	O	O	O	O	O	O	N	O	O	O
C.5	3,24	O	O	O	N	O	O	O	O	O	N
C.6	2,88	O	O	N	O	O	O	O	O	O	O
C.7	2,61	N	O	O	O	O	O	N	O	O	O
C.8	2,33	O	O	O	O	N	N	O	O	O	O
C.9	1,89	O	O	N	O	N	O	O	O	O	O
C.10	1,22	O	O	O	O	O	N	N	O	O	O

Legenda: C=Cenários P=Probabilidade E=Eventos O=Ocorre N=Não ocorre

Fonte: *Software* Puma 4.0.

A Tabela 1 mostra que os dez primeiros cenários representam 61,35% de probabilidade de ocorrência para os próximos cinco anos, e os restantes 1.014, probabilidade de 38,65%. Esse é o principal motivo pelo qual estão destacados apenas os dez primeiros. Esses cenários podem ser interpretados de várias maneiras na metodologia pro-

¹⁵ O Teorema de Bayes mostra a relação entre uma probabilidade condicional e a sua inversa. Por exemplo, a probabilidade de uma hipótese dada pela observação de uma evidência e a probabilidade da evidência dada pela hipótese.

posta por Marcial e Grumbach (2012); a mais utilizada é a que divide os cenários em três categorias: mais provável, de tendência e o ideal. A interpretação desses cenários também contou com a participação dos peritos.

O Cenário Mais Provável

O cenário mais provável é aquele de maior probabilidade. Na Tabela 1 está representado pelo cenário 1, com 24% de probabilidade, em que todos os eventos ocorrem. Nessa análise os peritos também participaram, priorizando as ações necessárias para cada evento, com a seguinte divisão:

* *Acontecimentos desfavoráveis dentro do objeto de estudo*: caracterizam-se pela ocorrência dos eventos desfavoráveis ao objeto de estudo e pela não ocorrência dos eventos favoráveis. Nesses eventos, as ações realizadas no presente podem alterar as probabilidades de ocorrência no futuro.

Evento 3 – Precarização das rodovias no Corede Produção: as ações que podem ser feitas hoje, visando a proteger o transporte rodoviário de cargas para os próximos cinco anos seriam: mobilização de operadores logísticos, autônomos, embarcadores, representantes políticos, etc., na busca de direcionar mais recursos para a manutenção corretiva nas estradas nessa região. O evento ocorre porque o governo do Estado do Rio Grande do Sul retomou há dois anos a gestão de grande parte das rodovias que estavam sendo geridas por concessionárias, principalmente na região do Corede Produção. Durante o período de concessão (15 anos), havia descontentamento dos usuários em relação ao preço cobrado nos pedágios. Nos últimos dois anos, porém, o governo afirma não dispor de recursos suficientes para realizar manutenções nessas estradas, o que gerou maior inconformidade. A constante mobilização dos usuários nesse curto período de gestão estadual tem sido a única garantia para a manutenção mínima em trechos com fluxo intenso de veículos de carga.

Evento 17 – Aumento no custo de manutenção de veículos: o primeiro efeito gerado pelas más condições das rodovias é o aumento no custo de manutenção, ou seja, rodovias inadequadas acabam aumentando a necessidade de reposição de peças em veículos que as utilizam. O que poderia ser feito hoje para reduzir o impacto, seria a criação de cooperativas de transportadoras, que ofereceriam o serviço de compra de peças, tanto para autônomos quanto para operadores. Tal providência poderia baratear a aquisição de componentes, acessórios, pneus, etc., pelo maior poder de barganha.

* *Acontecimentos desfavoráveis fora do objeto de estudo*: caracterizam-se pela ocorrência de eventos desfavoráveis e pela não ocorrência de eventos favoráveis ao objeto de estudo, não podendo se alterar as probabilidades de ocorrência dos eventos. Nesses casos, a alternativa do setor é criar alternativas para proteger-se das adversidades.

Evento 4 – Aumento do preço do diesel: o diesel representa o item mais dispendioso para o transporte rodoviário (variando de 35% a 45% do custo por quilômetro rodado), e qualquer aumento tem impacto significativo no custo variável dessa modalidade. A alternativa para reduzir esse impacto seria a compra do combustível por meio de

um consórcio dos transportadores e a instalação de pontos de abastecimento na região. Essa ação poderia reduzir o custo para rotas mais curtas, todavia, para as mais longas, a ação não traria grande benefício.

Evento 8 – Aumento do roubo de veículos de carga no Brasil: as cargas de alto valor agregado e de fácil comercialização no mercado paralelo (cigarros, produtos eletrônicos, etc.) são as mais visadas. O aumento do uso de tecnologia de segurança é o principal meio para reduzir esse evento desfavorável. Como o custo para a aquisição de tecnologias de segurança e comunicação para o setor de transporte vem reduzindo, espera-se que os transportadores autônomos, a maioria na região, possam tornar isso uma realidade, tendo em vista que, para os prestadores de serviços e os operadores logísticos, essas tecnologias já são uma realidade há bastante tempo.

Evento 9 – Impacto da Lei nº 12.619, que regula o transporte rodoviário de cargas, no aumento custo do transporte: um dos objetivos da lei era garantir o descanso para motoristas, ao mesmo tempo que procurava retirar das estradas aqueles que cumpriam longas jornadas. Nesse aspecto, a lei foi bastante favorável, porém impactou no aumento do custo do transporte, principalmente nas rotas mais curtas (média de 200 km), que eram realizadas sem paradas para o descanso. Uma alternativa para reduzir o impacto no custo seria a otimização de horários em trânsito, estabelecendo atividades de abastecimento programadas e pequenos reparos nos veículos, além da alimentação do motorista, quando estiver no período de descanso.

Evento 15 – Retração da economia do Rio Grande do Sul: a economia do Rio Grande do Sul tem apresentado oscilações significativas no PIB. Exemplos são os anos de 2008, quando houve uma redução de -0,8% do PIB, e de 2010, quando ocorreu um aumento de 6,7% (FUNDAÇÃO..., 2014). Essas oscilações são, também, reflexo da característica agropecuária do Estado (a participação média do setor agropecuário é de 27% do PIB estadual). Como o setor agropecuário depende de fatores climáticos, as oscilações representam impactos significativos tanto no aumento como na redução da produção. Um exemplo disso foi o ocorrido no Corede nos últimos dez anos, que produziu 1,35 milhão de toneladas de milho, soja e trigo somados (FUNDAÇÃO..., 2014), havendo oscilações de 50% de um ano para outro. No caso de eventos macroeconômicos como este, o setor tem pouca ou nenhuma ação para mudar o evento que é desfavorável.

Evento 24 – Aumento da taxa de juros: nos últimos dois anos e meio (2013 e 2014 e parte de 2015) houve constante aumento na taxa de juros no Brasil, o que vem inibindo o consumo de bens. A redução na compra de produtos impacta negativamente o serviço de transporte, porque reduz o fluxo de mercadorias. A redução do fluxo de mercadorias acaba desencorajando transportadores autônomos, prestadores de serviços logísticos e operadores logísticos para a compra de veículos novos e/ou renovação da frota. A ação que poderia ser feita hoje, visando a minimizar esse evento desfavorável, seria pressionar representantes políticos, tanto estaduais quanto federais, para a mudança na política atual da taxa de juros. Como o evento anterior, o setor também tem pouca possibilidade para mudar o evento que é desfavorável.

Evento 25 – Aumento de impostos: assim como no aumento da taxa de juros, o aumento de impostos interfere negativamente no desempenho do setor de transporte e na economia como um todo, porque aumenta preços e restringe o poder de compra de bens. No transporte também inibe a atividade, mediante a redução da compra de

veículos, de combustíveis, de equipamentos de manutenção, etc. Igualmente, no caso do aumento de impostos, o setor tem pouca mobilidade para mudar esse evento desfavorável.

* *Acontecimentos favoráveis ao objeto de estudo*: caracterizam-se pela ocorrência de eventos favoráveis e pela não ocorrência de eventos desfavoráveis ao objeto de estudo. Nesse caso, deve-se articular ações no presente para que o objeto de estudo saiba tirar melhor proveito dos acontecimentos futuros que lhe são favoráveis.

Evento 11 – Aumento da produção agrícola no Corede Produção: embora na região existam boa mecanização e uso intensivo de irrigação artificial, a produção agrícola acompanha os ciclos do *El Niño* e *La Niña*. Como o ciclo recente de produção de soja, trigo e milho (culturas mais representativas da região) teve uma redução de 27% no total de toneladas colhidas entre 2010 e 2014 (FUNDAÇÃO..., 2015), os peritos acreditam no final desse ciclo e aumento de produção. Nesse caso, o transportador poderá aproveitar um possível incremento na procura do serviço de transporte para os próximos anos.

Evento 13 – Maior utilização de tecnologias por parte das transportadoras: o uso intensivo de Tecnologias de Informação (TIs) como roteirizadores, gestão e controle de frotas, comunicação com centrais de cargas, entre outros, tem possibilitado a otimização dos veículos. Essas TIs interferem positivamente no custo do transportador, porque otimizam o uso do equipamento por meio de menores rotas, indicando o menor fluxo de veículos nas estradas, e possibilitam ao transportador um serviço com melhor ocupação da capacidade de carga, o que reduz o custo por quilômetro rodado. Operadores logísticos e prestadores de serviços logísticos já utilizam as TIs em grande escala, contudo os transportadores autônomos ainda têm dificuldades de aquisição de algumas TIs (principalmente vinculadas à gestão), devido à representatividade do custo nas operações que essas tecnologias realizam. A ação que poderia ser feita hoje para aproveitar esse evento favorável é os transportadores autônomos constituírem cooperativas para a aquisição desses serviços em condições mais compatíveis com suas operações.

O Cenário de Tendência

Para Marcial e Grumbach (2012), o cenário de tendência é aquele que leva em consideração a possibilidade de ocorrerem rupturas, ou seja, o surgimento de fatos que impactem o objeto de estudo e, em consequência, possam interferir nos eventos futuros. Neste estudo, nenhuma ruptura foi identificada pelos peritos, fato que impossibilitou a caracterização desse cenário.

O Cenário Ideal

Marcial e Grumbach (2012) caracterizam o cenário ideal como sendo aquele em que ocorrem os eventos favoráveis e não ocorrem os desfavoráveis. Neste estudo, nenhum cenário ideal foi identificado para os próximos cinco anos.

A seguir será apresentada a integração entre Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas. O objetivo dessa integração é quantificar os cenários gerados para o setor de transporte. Nesse contexto, o “registro de veículos de cargas¹⁶” na região analisada será o “termômetro” (ou variável dependente) que representará o comportamento do segmento para os próximos cinco anos.

A Integração entre Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas: uma simulação com base no registro de veículos de carga no Corede Produção

Na integração entre Cenários Prospectivos e Dinâmica de Sistemas também foram utilizados apenas os dez primeiros cenários (pela probabilidade de ocorrência, 61,35%). Os peritos seguiram participando na evolução do modelo e foram consultados sobre o impacto no registro de veículos de cargas em apenas sete eventos, pelos seguintes motivos:

1. Previamente, fez-se uma análise multivariada dos dez eventos entre os anos 2003 e 2014,¹⁷ por meio de médias, mínimos, medianas e máximos. Nessa análise verificou-se que o evento 9 (Impacto da Lei nº 12.619, que regula o transporte rodoviário de cargas, no aumento de custo do transporte), tinha somente dois registros, ou seja, a lei foi promulgada em 30/4/2012, e o impacto no custo somente pode ser observado nos anos de 2013 e 2014, fato que resultou na exclusão do primeiro evento da análise multivariada.
2. Posteriormente, verificou-se quais eram os eventos que apresentavam o melhor ajuste no modelo em relação ao valor de R^2 . Observou-se que seriam os eventos 11 (Aumento na produção agrícola no Corede Produção), 15 (Retração da economia do Rio Grande do Sul), 17 (Aumento no custo de manutenção de veículos de carga), 24 (Aumento na taxa de juros) e 3 (Precarização das rodovias no Corede Produção), porque o R^2 era 94,1% e o R^2 ajustado, 88,3%. Buscava-se, porém, um número menor de eventos (ou variáveis independentes), ao mesmo tempo que não reduzisse o R^2 . Tal procedimento é importante para evitar a interação entre os eventos (variáveis).
3. Ao analisar o p-valor de cada variável, verificou-se que os eventos 3 (Precarização das rodovias no Corede Produção) e 15 (Retração da economia do Rio Grande do Sul) apresentam um número superior a 5%, ou seja, evidenciavam que não eram significativos para o modelo, porque previamente havia sido determinado um erro máximo de 5% de significância. Assim, ambos também foram excluídos.
4. Por fim, foi elaborado um novo modelo de regressão, sem os eventos 11 (Aumento na produção agrícola no Corede Produção) e 15 (Retração da economia do Rio Grande do Sul). Nesse modelo, apenas os eventos 17 (Custo de manutenção de veículos), 24 (Aumento da taxa de juros) e 3 (Índice de precarização de rodovias) foram considerados, e a equação de regressão ficou assim caracterizada:

¹⁶ Considerou-se o registro de veículos de cargas leves, médios e pesados.

¹⁷ A quantificação desses eventos foi possível pela disponibilidade dos dados encontrados no *site* da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul (<www.fee.tche.br>). Aqueles que não foram disponibilizados pela FEE foram encontrados no *site* do Detran RS (<www.detran.rs.gov.br>).

$$RVC = 33659 + (0,230 * CMV) + (570 * TJ) - (6626 * IPR)$$

Onde:

RVC = Registro de Veículos de Carga;

CMV = Custo de Manutenção de Veículos;

TJ = Taxa de Juros;

IPR = Índice de Precarização das Rodovias.

Essa equação será importante, porque determinará quais serão os impactos ou taxas (entrada ou saída) correspondentes a esses eventos no registro de veículos na simulação feita por meio da DS.

Importante destacar que, na simulação da DS, os dez eventos foram considerados na avaliação qualitativa (para não alterar as probabilidades dos cenários), porém os três eventos da equação de regressão receberam valor = 0 (ou não ocorrência), pois somente entrarão no sistema como taxas extraídas da equação de regressão. Os sete eventos restantes foram submetidos às notas atribuídas pelos peritos, que objetiva indicar o impacto que esses eventos causariam no registro de veículos de carga nos próximos cinco anos. Ressalta-se que houve a necessidade de duas rodadas de Delphi, visando a ajustar divergências entre notas. A Tabela 2 mostra os eventos 3, 17 e 24 com valor = 0 (não ocorrência) em todos os cenários.

Tabela 2 – Geração dos cenários e as médias das notas dos peritos para os próximos cinco anos

Cenários	Prob. (%)	EVENTOS										TAXAS DE IMPACTO				
		E.3	E.4	E.8	E.9	E.11	E.13	E.15	E.17	E.24	E.25	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	5 ano
C.1	24	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	-1,30	-1,39	-1,22	-1,05	-1,33
C.2	10,48	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	-1,72	-1,82	-1,73	-1,50	-1,78
C.3	8,58	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	-1,57	-1,66	-1,52	-1,39	-1,62
C.4	4,12	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-1,01	-1,10	-0,85	-0,74	-1,01
C.5	3,24	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	-0,51	-0,46	-0,49	-0,41	-0,49
C.6	2,88	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	-0,95	-0,73	-0,56	-0,46	-0,65
C.7	2,61	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-0,70	-1,10	-0,85	-0,74	-1,01
C.8	2,33	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	-1,99	-2,09	-2,03	-1,84	-2,07
C.9	1,89	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	-1,38	-1,46	-1,31	-1,11	-1,37
C.10	1,22	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	-1,28	-1,37	-1,15	-1,09	-1,30

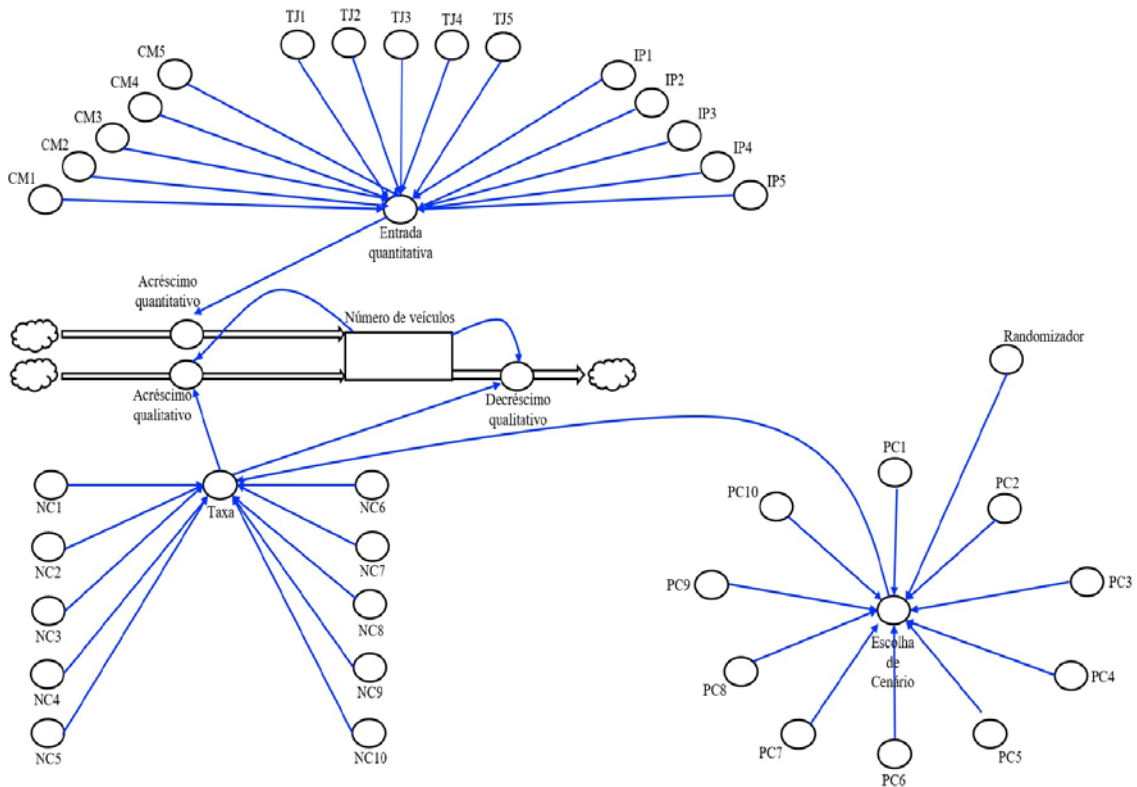
Legenda: C=Cenários P=Probabilidade E=Eventos O=Ocorre N=Não ocorre

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Diante da equação de regressão e das notas dos peritos, utilizou-se o *software* Ithink, da plataforma Stella. A simulação é iniciada com uma randomização (1 a 100). O comando é realizado 60 vezes (representando 60 meses, ou 5 anos futuros) e objetiva escolher, aleatoriamente, 1 entre os 10 cenários possíveis. Como a probabilidade dos 10 primeiros cenários é de 61,35%, considerou-se esse percentual como 100%, e acumularam-se as probabilidades dos demais. Isso possibilitou que a cada randomização fosse escolhido, aleatoriamente, um entre os 10 possíveis.

A Figura 5 mostra o começo da simulação que é feita pelo “randomizador” e que está interligado com as probabilidades dos cenários (PC_1, PC_2, \dots, PC_n). Escolhido um cenário, é feita uma interligação com as médias das notas dos peritos (NC_1, NC_2, \dots, NC_n). Essas médias poderão ser positivas ou negativas. Sendo positivas, serão direcionadas para o “acréscimo qualitativo”; sendo negativas, ao “decréscimo qualitativo”. Esse é o fluxo qualitativo da simulação, que está na parte inferior da figura.

Figura 5 – Modelo de simulação por meio da modelagem *hard* da Dinâmica de Sistemas



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Na parte superior da Figura 5 apresenta-se o “fluxo quantitativo”. Ou seja, os eventos custo de manutenção de veículos (CM_1, CM_2, \dots, CM_n), taxa de juros (TJ_1, TJ_2, \dots, TJ_n) e índice de precarização das rodovias (IP_1, IP_2, \dots, IP_n) receberam valores que foram calculados por regressão linear para os próximos cinco anos. Todos esses eventos estão interligados com a “entrada quantitativa”, na qual se encontra a equação que indica pesos a esses eventos, bem como se correlaciona ao registro de veículos, demonstrada anteriormente.

O processo qualitativo e o quantitativo são fluxos que servem para prever o registro de veículos de cargas para os próximos cinco anos no Corede Produção/RS. A seguir, na Tabela 3, é apresentado o resultado da projeção para os próximos cinco anos, por meio da DS.

Tabela 3 – Previsão de registro de veículos de carga no Corede Produção (2016 a 2020)

ANO	Registro de veículos de carga (unid.)
2016	25.203
2017	23.957
2018	22.978
2019	22.094
2020	21.060
Variação % entre os anos de 2016 e 2020	-16,44%

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

A Tabela 3 projeta uma retração no registro de veículos de cargas de 16,44%. Essa desaceleração pode ser explicada porque, dos sete eventos avaliados pelos peritos, cinco eram desfavoráveis ao setor, o que resultou em notas (ou taxas) sempre negativas nas randomizações. Já as taxas dos três eventos quantitativos foram sempre positivas, porém com um impacto menor. O atual momento da economia brasileira pode explicar a percepção dos peritos na atribuição das notas e, conseqüentemente, o resultado da simulação. A região do Corede Produção não está desconectada da atual política que inibe diversos setores da economia brasileira, inclusive o transporte.

Visando a melhor avaliar os resultados obtidos, na Tabela 4 fez-se um comparativo entre as estimativas da DS, com projeções calculadas com base em dados de registro de veículos de cargas na região nos últimos oito anos. Nessa projeção chegou-se à seguinte equação de primeiro grau com $R^2 = 0,9355$:

$$Y = 1.128,5X + 19.829$$

Tabela 4 – Comparação entre as previsões feitas pela DS com cálculos da equação de primeiro grau

ANO	Previsão feita pela DS	Previsão regressão de primeiro grau
2016	25.203	29.985
2017	23.957	31.114
2018	22.978	32.242
2019	22.094	33.371
2020	21.060	34.499

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

A Tabela 4 mostra um comportamento oposto entre as simulações feitas pela DS e a regressão de primeiro grau. O modelo de regressão considerou apenas dados históricos de oito anos, em que o registro de veículos de cargas era crescente. Na simulação feita pela DS estabeleceu-se um corte temporal (2015), no qual a maioria dos eventos caracterizava-se como desfavorável ao objeto de estudo.

Outra forma de validar as previsões feitas pela DS seria identificar no passado períodos com série histórica que projetasse uma redução no registro de veículos na região, bem como confrontar quais seriam os motivos desse desempenho. Nesse sentido, foi possível selecionar entre os anos de 2003 e 2007, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Registro de veículos de carga no Corede Produção

Anos	Registro de veículos	Varição do PIB Brasil %
2003	29.709	1,2
2004	24.052	5,7
2005	25.082	3,1
2006	26.026	4
2007	21.639	6

Fonte: FUNDAÇÃO... (2015).

A Tabela 5 mostra, ainda, uma oscilação significativa do PIB, isto é, um comportamento similar ao atual momento macroeconômico da economia brasileira.

Com base nessa série histórica, realizou-se uma projeção para os anos de 2008 a 2012, utilizando tanto a DS quanto a regressão linear, e comparou-se com o efetivo registro de veículos nos anos de projeção, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Comparativo entre as previsões para o registro de veículos de carga entre os anos de 2008 a 2012

Anos	Registro Efetivo	Previsão DS	Previsão Regressão	Erro DS	Erro Regressão
2008	22.391	25.203	29.985	2812	7.594
2009	23.111	23.957	31.114	846	8.003
2010	23.962	22.978	32.242	-984	8.280
2011	24.298	22.094	33.371	-2204	9.073
2012	25.967	21.060	34.499	-4907	8.532
				2351	8.296

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

A Tabela 6 mostra um erro menor de previsão quando a projeção é feita pela DS, com diferença média absoluta de 2.351 veículos, contra 8.296 pela regressão linear. Cabe destacar, todavia, que a primeira validação efetiva do modelo somente será possível confrontando-se o “real número de veículos de cargas registrados no ano de 2016” com a projeção feita para o mesmo ano pela DS.

A vantagem da estimativa feita pela DS é ser um modelo sistêmico, no qual, em cada novo período, outro diagnóstico pode ser feito e novos eventos podem ser inseridos na prospectiva, o que proporcionaria um ajuste de previsão. Outra vantagem é a possibilidade de inserção de rupturas, fator importante, porém não mencionado pelos peritos. A ruptura permite a mudança de projeção, caso sejam apontados eventos que possam mudar de rumo ao logo dos próximos anos. Um exemplo poderia ser o preço do diesel. Se fosse atribuída uma redução do preço para um período futuro, essa ruptura poderia ser inserida, e o impacto medido pelos peritos, ou pela regressão linear, caso houvesse correlação.

CONCLUSÕES

Analisou-se, neste estudo, o setor de transporte por meio de um modelo que integrou Cenários Prospectivos a Dinâmicas de Sistemas visando a prever alternativas futuras para o transporte rodoviário de cargas na Região do Corede Produção do Rio Gran-

de do Sul/Brasil. Os resultados mostraram um conjunto de cenários e ações, revelando oportunidades e ameaças do ambiente externo, pontos fortes e fracos do ambiente interno, fundamentando decisões estratégicas e operacionais no presente. Também realizou previsões para o setor por meio de simulação, bem como discutiu a possibilidade da instalação de uma agência de desenvolvimento regional, como um agente facilitador do modelo proposto. O modelo de integração disposto mostrou-se útil, pois reduziu o número de incertezas futuras, construídas pela redução de eventos com maior probabilidade de ocorrência. Essa característica é importante, pois focaliza o investidor naqueles eventos que podem, de fato, interferir na evolução do sistema analisado. A maior consistência dessa depuração foi possível pela participação dos peritos do setor selecionado.

O modelo de integração proposto nesta pesquisa é diferente de outros modelos de integração, porque se mostrou prático e democrático, usando ferramentas que permitiram igualdade de opiniões, tanto na construção quanto na análise e nas previsões futuras para o transporte rodoviário de cargas. Essa característica o diferencia dos demais modelos de tomada de decisão, uma vez que facilita a interdisciplinaridade, fundamental quando se deseja aprofundar a análise de investimentos no futuro para um determinado setor da economia. O modelo também não permitiu maior peso na opinião de lideranças, que, eventualmente, poderiam comprometer na evolução do sistema analisado. Essa providência foi possível pela disponibilidade do método Delphi, que, constantemente, monitorava e revisava as opiniões dos peritos.

O modelo tem menor possibilidade de contribuição quando aplicado em situações em que há maior existência de eventos macroeconômicos de impacto negativo, visto que limita a ação dos gestores na tomada de decisão, dificultando o redirecionamento do setor analisado. Um exemplo são segmentos de alta tecnologia, que visam ao mercado externo. Nesses casos, quando existir maior número de eventos macroeconômicos de impacto negativo, a ação dos tomadores de decisão estará limitada a decisões que pouco podem alterar o futuro do setor.

Além disso, o modelo mostrou a necessidade de estudos futuros que estabeleçam maior consistência nas previsões. Esses estudos poderiam correlacionar o comportamento de variáveis macroeconômicas, regionais e setoriais no passado com o comportamento do setor que se deseja estudar.

REFERÊNCIAS

- BLOIS, H. D.; SOUZA, J. C. Cenários prospectivos e a dinâmica de sistemas: proposta de um modelo para o setor calçadista. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 35-45, jul./set. 2008. Disponível em: <http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75902008000300004.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.
- BUARQUE, S. C. *Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais*. Brasília: Ipea, 2003 (Texto para Discussão, nº 939). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2865/1/TD_939.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2017.
- CAMARGO, O. *Uma contribuição metodológica para planejamento estratégico de corredores de transporte de carga usando cenários prospectivos*. 2005. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Faculdade de Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- CASAROTTO FILHO, N.; PIRES, L. H. *Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local: estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência italiana*. São Paulo: Atlas, 2001.
- DALKEY, N. An experimental study of group opinion: the Delphi method. *Futures*, v. 1, n. 5, p. 408-426, sept. 1969.
- DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (2014).

- EUROPEAN ASSOCIATION OF DEVELOPMENT AGENCIES – Eurada. *Creation, development and management of RDA's does it have to be so difficult?* 4. ed. Bruxelas: [s.n.], 1999. Disponível em: <<http://www.eurada.org/files/RDA/Creation%20development%20and%20management%20of%20RDA.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2017.
- FRANCO, R. A. C. *Processo de terceirização logística: uma abordagem de dinâmica de sistemas*. 2005. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER (FEE). 2011, 2012, 2014, 2015. Disponível em: <www.fee.rs.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2017.
- GODET, Michel. *Manual de prospectiva estratégica: da antecipação à ação*. Trad. J. Freitas e Silva. Lisboa: Dom Quixote, 1993.
- GRUMBACH, R. J. dos S. *Método Grumbach de Planejamento Estratégico e Cenários Prospectivos*. Guia. Rio de Janeiro, 2005.c
- LEMENIH, M. et al. Modelling the future of *Boswellia papyrifera* population and its frankincense production. *Journal of Arid Environments*, Philadelphia, v. 105, p. 33-40, jun. 2014.
- MAANI, K. E.; CAVANA, R. Y. *Systems thinking and modeling: understanding change and complexity*. Auckland: Pearson Education New Zealand, 2000.
- MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2012.
- MARCIAL, E. L.; COSTA, A. J. L. O uso de cenários prospectivos na estratégia empresarial: vidência especulativa ou inteligência competitiva? In: ENCONTRO DA NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO (ANPAD), 25., 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Anpad, 2001.
- MARCOS, A. R. A. *Modelo em dinâmica de sistemas para gestão da capacidade de aeroportos brasileiros*. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- MARTINS, R. S. et al. Gestão do transporte orientada para os clientes: nível de serviço desejado e percebido. *RAC – Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 15, n. 6, p. 1.100-1.119, nov./dez. 2011.
- POWERSIM. *Power Studio 2003 User's Guide. Manual do usuário*. Bergen, Norway: Powersim Software AS. Disponível em: <http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/DinamicaDeSistemas/powersim_studio2003_users_manual.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.
- PARDO, N.; MOYA, J. A. Prospective scenarios on energy efficiency and CO₂ emissions in the European Iron & Steel Industry. *Energy*, Philadelphia, v. 54, p. 113-128, jun. 2013.
- PROGRAMA Puma 4.0. Disponível em:<<http://www.brainstormingweb.com.br/puma.brain>>. Acesso em: 13 maio 2017.
- RADZICKI, M. J.; TAYLOR, R. A. *Introduction to System Dynamics: a systems approach to understanding complex policy issues (Version 1.0)*. EUA: SustainableSolutions, Inc., 1997. Disponível em: <<http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/>>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- RATCLIFFE, J.; KRAWCZYK, E. Imagineering city futures: the use of prospective through scenarios in urban planning. *Futures*, Philadelphia, v. 43, n. 7, p. 642-653, sep. 2011.
- RINGLAND, G. *Scenario Planning: managing for the future*. Chichester: John Wiley & Sons, 1998. 408p.
- SARFATI, G. Do public policies for entrepreneurship make a difference? Prospective Scenarios for Canada, Ireland, and Italy. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategy*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 114-139, 2012.
- SCHWARTZ, P. *A arte da visão de longo prazo: planejando o futuro em um mundo de incertezas*. São Paulo: Best Seller, 2000.
- SOFTWARE Ithink. *Plataforma Stella*. Disponível em: <www.iseesystems.com/>. Acesso em: 30 jun. 2017.
- SOFTWARE Puma 4.0. 2015. Disponível em: <<http://www.brainstormingweb.com.br/puma.brain>>. Acesso em: 9 abr. 2015.
- SOUZA, M. N. et al. Dinâmica de sistemas e a modelagem com o uso do programa STELLA dos recursos hídricos da bacia do Rio Preto, afluente do Rio Paracatu. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, v. 1, n. 1, p. 1642, dez. 2010. Disponível em: <<http://sustenere.co/journals/index.php/rica/article/view/ESS2179-6858.2010.001.0002/56>>. Acesso em: 30 jun. 2017.
- TANG, V.; VIJAY, S. System Dynamics – Origins, development, and future prospects of a method. In: *ESD. 83 – Research Seminar in Engineering Systems*, 2001.
- VAN DER HEIJDEN, K. et al. *The Sixth Sense: accelerating organizational learning with scenarios*. Chichester: John Wiley & Sons, 2002.
- WACK, P. Scenarios: Uncharted Waters Ahead. *Harvard Business Review*, Watertown, p. 73-89, sep. 1985.
- WANKE, P. F.; FLEURY, P. F. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). *Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil*. Brasília: Ipea, 2006. p. 409-464.