

# **Modelagem baseada em agentes da rede de transações do setor de semijoias de Limeira**

**Palavras-Chave:** Setor de semijoias, Modelagem baseada em agentes, Limeira

**Autores/as:**

**Pedro Henrique Gonçalves da Silva Napoli de Lima [FCA-UNICAMP]**

**Prof. Dr. Carlos Raul Etulain [FCA-UNICAMP]**

---

## **INTRODUÇÃO:**

O presente trabalho tem como objetivo estimar a rede de transações entre agentes (firmas) do setor de semijoias de Limeira mediante utilização da modelagem baseada em agentes. O estudo permite a simulação de cenários a partir da identificação e seleção de características do setor (que funcionam como premissas do modelo). A análise da modelagem é feita a partir de técnicas da Ciência de Redes (*Network Science*) e da simulação de cenários futuros do setor (utilizando as premissas). Com a modelagem será possível responder à pergunta: qual o cenário atual da rede de transações do setor de semijoias de Limeira? Com as simulações será respondida a pergunta: quais são os estados prováveis que no futuro adotará a rede de transações do setor de semijoias de Limeira?

Este projeto está sendo desenvolvido no Laboratório de Economia e Gestão (LEG/FCA) que realiza pesquisas da economia local e regional.

O projeto se justifica pela importância do setor de semijoias para a economia de Limeira e sua Microrregião e pelos problemas de interação que apresenta este setor. A ideia, portanto, consiste em modelar um setor econômico específico e real (semijoias de Limeira) para verificar as possíveis configurações futuras da sua rede de transações mediante seleção de premissas e simulação de cenários. O resultado da pesquisa terá como contribuição a oferta de um estudo que auxilia as empresas e outros agentes envolvidos no sistema em questão a enfrentarem seus objetivos e superarem os seus principais desafios.

## **METODOLOGIA:**

Para a modelagem da rede de transações do setor de semijoias de Limeira foi aplicada a técnica de modelagem baseada em agentes. A escolha desta metodologia se justifica pelo fato dela possibilitar a representação matemática de um setor econômico mediante um sistema dinâmico não linear, onde o todo não pode ser somente descrito como a soma de todas as partes, mas pelas interações entre elas. Dessas interações podem surgir fenômenos emergentes não previstos no início da simulação dada a configuração inicial do sistema, fazendo com que uma metodologia capaz de captar a não linearidade do sistema em

questão permita reconhecer com precisão quais seriam as configurações futuras possíveis desse sistema e quais seriam desejáveis para atingir algum objetivo previsto das firmas do setor, por exemplo.

Após a modelagem da rede de transações serão calculadas métricas dessa rede definidas como o estudo dos padrões de conexão em rede para o estudo tanto de fenômenos físicos e naturais, como econômicos e sociais (KESAN, ALAWADHI e PARYCEK, 2012).

Para construir a modelagem da rede de transações do setor de semijoias de Limeira baseada em agentes foi utilizado o *software* Netlogo. O *software* permite desenhar a evolução de sistemas complexos ao longo do tempo. Com a possibilidade de comandar grande número de agentes que operam de forma independente e a possibilidade de observar possíveis mudanças em nível micro no sistema e seu impacto em nível em rede de nível macro. Além do mais, o *software* Netlogo conta com linguagem de programação de simples sintaxe e grande acervo de modelos que ampliam as possibilidades de análise do pesquisador. Após revisão bibliográfica sobre o setor de semijoias de Limeira, foi selecionado o modelo da cadeia produtiva que melhor representa, neste sentido foram levadas em conta as contribuições de estudos que descrevem a estrutura, as condições e composição do setor, seus mecanismos de governança e seus problemas e entraves. De todos, foi escolhida a descrição elaborada pela tese de Donatelli, *Metodologias formativas: contribuição para o desenvolvimento colaborativo da cadeia de semijoias de Limeira* (USP, 2019, tese) por considerar que é o modelo que melhor descreve a interação entre os agentes.

A seguir, se apresenta um modelo dos agentes criados a partir do estudo do esquema de Donatelli, destacando em cores as contribuições deste estudo.

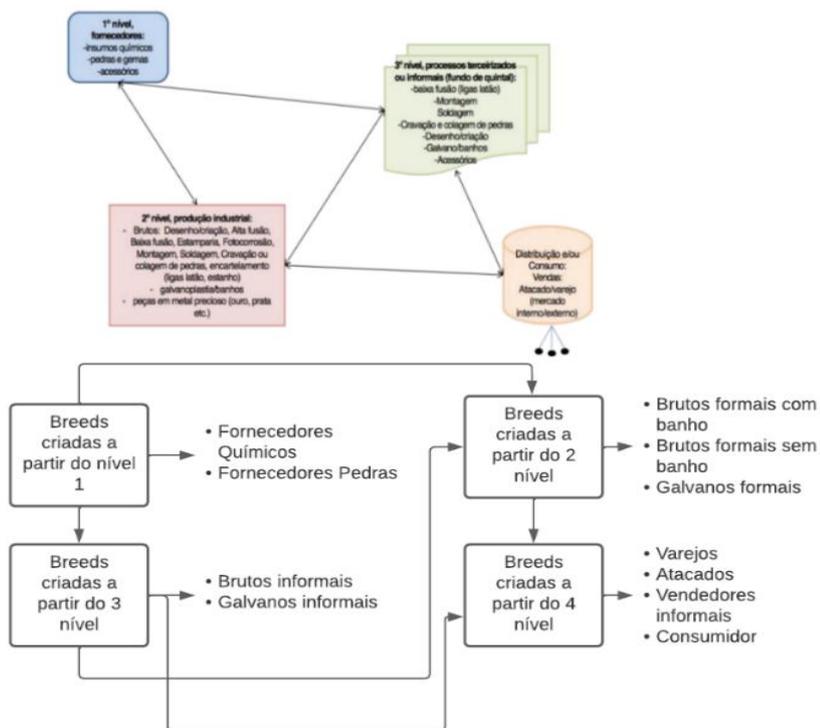


Figura 1 - Agentes criados a partir do modelo da cadeia produtiva de Sandra Donatelli – fonte: Elaboração Própria

A estrutura de ligações da rede de transações do setor de semijoias de Limeira baseada em quatro premissas iniciais sobre:

- Número de subgrupos de firmas
- Quantidade de firmas em cada subgrupo
- Qual subgrupo se liga com qual outro subgrupo

- Quantos de cada subgrupo se ligam com quantos de cada outro subgrupo

Baseadas nessas premissas, a estrutura de ligação entre os agentes e, conseqüentemente, as possíveis configurações futuras da mesma serão alteradas.

Para melhor compreensão do processo de modelagem de uma rede, foi consultado o processo de modelagem descrito na obra de DE NOOY; MRVAR; BATAGELJ (2018). A seguir, se observa um diagrama do processo de modelagem e análise com métricas estruturais da ciência de redes da rede de transações do setor de semijoias de Limeira. O diagrama foi adaptado do processo de modelagem descrito na obra acima.

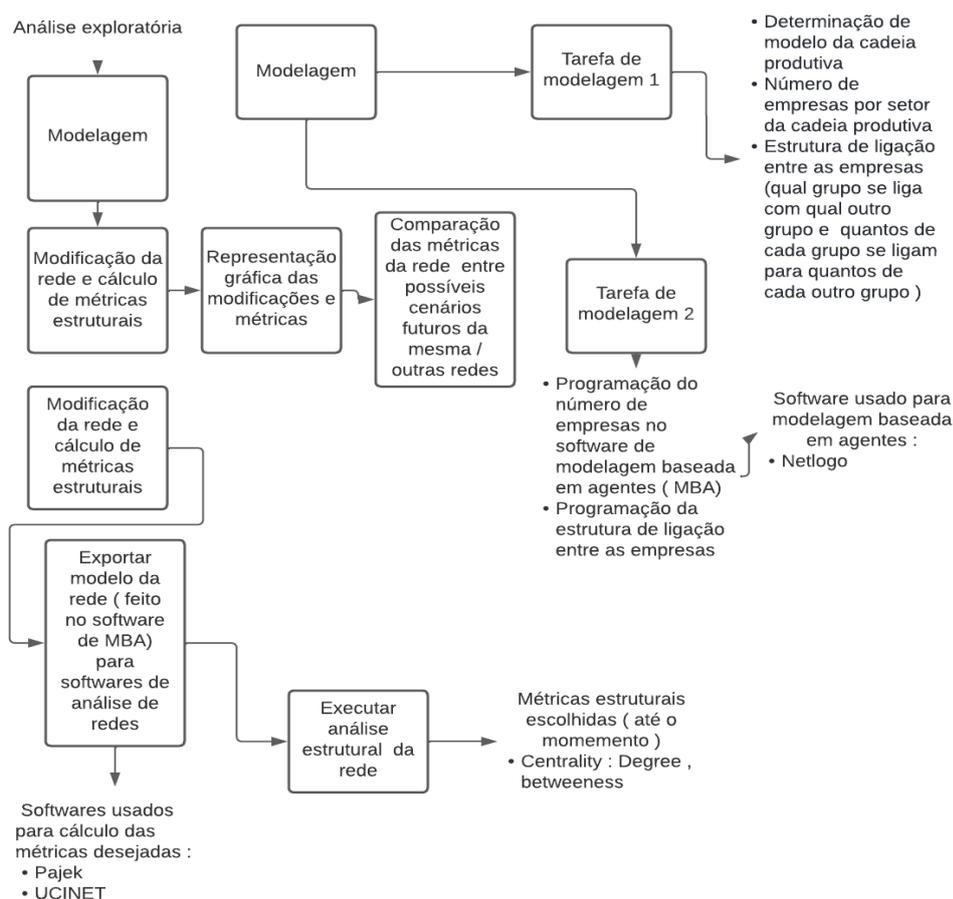


Figura 2- Diagrama do processo de modelagem adaptado - fonte: Elaboração Própria

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após modelagem e cálculo das métricas da rede de transação do setor de semijoias de Limeira, foi também simulada a tentativa de criação de um canal de comunicação entre as firmas do setor, baseada na estrutura de transações já existente entre as mesmas. Isso se deve ao fato de que Silva (2015) utiliza a hipótese que o arranjo produtivo local de semijoias poderia se beneficiar de maior interação e colaboração entre as firmas do setor (para a criação de estratégias conjuntas, acesso a linhas de crédito mais baratas, etc) para que externalidades positivas sejam observadas nessa interação. Porém, segundo Silva (2015, *lb.*), observa-se uma falta de unidade entre as empresas do setor, em muito devido à falta de canais de comunicação eficientes que as mesmas poderiam utilizar para melhorar a governança do arranjo produtivo local.

Partindo dessas premissas, o presente trabalho apresenta uma tentativa de criação de um canal de comunicação entre as firmas baseado na estrutura de transação já existente. Se descreve a seguir e de maneira mais específica, a simulação do canal de comunicação acima mencionado, bem como as métricas calculadas e o que elas apontam.

**Simulação:** a simulação foi rodada no *software* de modelagem baseada em agentes escolhidos (Netlogo) para simular a disseminação de informação entre elos da cadeia produtiva do setor de semijoias de Limeira. Foi observado que existe diferença entre em tempo de disseminação da informação, dependendo de qual elo da cadeia produtiva que inicia a disseminação da informação. Por exemplo, foi observado que começar a disseminação de informação pelas empresas formais de "produtos brutos" permite uma disseminação mais rápida da informação para todos os outros elos da cadeia em comparação com a disseminação que começa pelos fornecedores de pedras. Isto sucede porque se registra maior número de transações quando realizadas por empresas formais de "produtos brutos".

Nesta simulação do fluxo da informação entre firmas do setor, o algoritmo criado para a disseminação de informação entre os agentes da rede de transações do setor de semijoias de Limeira-SP foi adaptado de um algoritmo de disseminação de doenças disponível no *software* Netlogo. É importante salientar que o algoritmo em questão é simplificado. Na realidade, existem mais variáveis que poderiam estar em configurações diferentes e que podem ser significativas para a disseminação de informação. Concluindo, portanto, que um próximo passo para o projeto poderia ser o refinamento do algoritmo de disseminação de informação. Para fazer com que o modelo fique ainda mais fiel à realidade e possa talvez ser usado como uma ferramenta mais confiável para que o poder público possa planejar políticas públicas para o setor de semijoias de Limeira-SP.

### **Métricas estruturais:**

Foram calculadas também métricas estruturais obtidas na revisão bibliográfica, especialmente, em Freeman (1978) e em Wasserman e Faust (1994), além de outras obras referências em análise de redes. As métricas escolhidas foram centralidade em grau de saída, centralidade de grau de entrada e centralidade de intermediação.

Centralidade de grau de saída mostra para quantos outros elos da cadeia produtiva uma firma vende seus produtos e bens intermediários, centralidade de grau de entrada mostra de quantos outros elos da cadeia produtiva uma firma compra e a centralidade de intermediação dá a dimensão de quanto uma empresa faz "a ponte" entre empresas (através de ligações de compra e venda). No modelo criado foi observado que "brutos informais" têm em média a maior centralidade de grau de saída que os outros grupos de firmas. O resultado do modelo confirma a literatura já existente sobre o setor de semijoias, que ressalta a importância e a dimensão das empresas informais do setor.

Empresas de "brutos formais com banho", empresas de "brutos formais sem banho" e empresas de "brutos formais" foram os subgrupos de firmas com maior grau de centralidade de intermediação. Esse maior grau em comparação às outras empresas indica que essas empresas podem ser mais eficientes na coordenar ações para uma estratégia de atuação conjunta entre as firmas (uma vez que são empresas que têm mais contatos com diferentes elos da cadeia produtiva). Podendo contribuir com ganhos de vantagens competitivas para toda a cadeia produtiva do setor.

### **CONCLUSÕES:**

O presente trabalho visou captar, através da utilização da metodologia de modelagem baseada em agentes no contexto do arranjo produtivo de semijoias de Limeira, o estado atual da estrutura de transações entre as firmas e as possíveis configurações futuras entre as mesmas. Na estrutura de transações atuais, observou-se a importância das empresas informais para a quantidade de transações no setor (com a utilização de métricas estruturais da análise de redes). Nas possíveis configurações futuras da estrutura de transações foi simulado um canal de comunicação entre as firmas do setor baseado na estrutura de transação entre as mesmas que permite identificar quais dos elos têm maior possibilidade e capacidade de transmissão das informações do setor. Com o resultado das simulações foi possível observar que certos elos da cadeia produtiva do setor de semijoias são mais eficientes na disseminação de informação do que outros, ou seja, conseguem passar a informação para todas as firmas do modelo em menor quantidade de tempo. Observa-se também que trabalhos futuros podem visar maior refinamento das premissas de modelagem utilizadas e do algoritmo de disseminação de informação para que o modelo cumpra seu objetivo de maneira mais eficiente.

## BIBLIOGRAFIA

- DE NOOY, Wouter; MRVAR, Andrej; BATAGELJ, Vladimir. Exploratory social network analysis with Pajek: Revised and expanded edition for updated software. **Structural analysis in the social sciences**, [S. l.], p. 509, 2018. Disponível em: <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=8D01B8776F3F2D72339EC9818AC2E8EA>
- DONATELLI, Sandra. Metodologias formativas: contribuição para o desenvolvimento colaborativo da cadeia de semijoias de Limeira. [S. l.], p. 118, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6143/tde-25042019-095410/>
- KESAN, Jay; ALAWADHI, Suha; PARYCEK, Peter. Introduction to social media and social networking minitrack. **Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, [S. l.], p. 2551, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.21>
- SILVA, L. P. P. Análise Da Governança Do Arranjo Produtivo Local De Joias E Bijuterias De Limeira - Sp Local De Joias E Bijuterias De Limeira - Sp. [S. l.], 2015.
- SUZIGAN, WILSON *et al.* Clusters ou Sistemas Locais de Produção: Mapeamento, Tipologia e Sugestões de Políticas. **Brazilian Journal of Political Economy**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 548–570, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-35172004-1606>