Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 12, n. 1, 2026.

Trabalho apresentado no XLIV CNMAC, Fundação Getulio Vargas - Rio de Janeiro - RJ, 2025.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelo de Cramér-Lundberg e Regressão Linear Multivariada para a Probabilidade de Ruína Aplicada ao Resseguro *Stop-Loss*

Nycolas P. B. da Silva[1], Raphael de O. Garcia[2]
DCA/UNIFESP, Osasco, SP

Um contrato de seguro é caracterizado como a garantia da seguradora ao segurado contra a ocorrência de eventos adversos que possam ocorrer com o segurado ou seus bens, os ditos sinistros. Quando esse risco é de grande proporção, a seguradora pode optar por utilizar o resseguro, que é um mecanismo de distribuição de um risco assumido pela seguradora onde ela realiza a transferência de sua totalidade ou de parte do risco para outra entidade, seja ela seguradora ou resseguradora. Quando utiliza-se tal recurso, a função é diluir os possíveis grandes sinistros [1].

Com base na teoria da ruína, que é usada para avaliar a solvência das seguradoras, este trabalho tem como objetivo analisar como a utilização desse recurso impacta a probabilidade de ruína de uma seguradora quando modelada via equações de Cramér-Lundberg [2]. Com as probabilidades obtidas via método de Monte Carlo, regressões multivariadas foram efetuadas nas duas situações: sem e com resseguro. Códigos em *Octave* foram elaborados e superfícies comparativas foram obtidas via método dos Mínimos Quadrados [3].

O modelo de Cramér-Lundberg adota distribuições de Poisson para as variáveis aleatórias, frequências de prêmios e sinistroscom seus respectivos valores médios, partindo de um capital inicial da segurado. Dessa forma, é possível avaliar matematicamente se a entidade, em determinado período de tempo, poderá arcar com suas obrigações perante seus segurados.

Neste trabalho realizou-se diversas simulações e optou-se destacar dois cenários: (1) com prêmio médio de 450.000 e capital inicial de 470.000 e (2) prêmio médio de 230.000 e capital inicial de 185.000. No primeiro caso, adotou-se a utilização do resseguro quando a severidade atingi 3.500 e no segundo caso 600.

Ao simular as situações sem resseguro e com resseguro para ambos os cenários, obteve-se suas respectivas probabilidades de ruína e, a regressão multivariada foi aplicada.

No Cenário 1 é representado pelas Figuras 1(a), 1(b) e 1(c). Na Figura 1(a) tem-se as probabilidades de ruína (pontos em vermelho) e a superfície encontrada via método dos Mínimos Quadrados [3] para o caso sem resseguro. Na Figura 1(b) tem-se o mesmo cenário com a possibilidade de resseguro e, na Figura 1(c), tem-se a diferença entre as superfícies das Figuras 1(a) e 1(b), para saber de que forma foi a intervenção do resseguro. Este foi um exemplo em que não houve atuação do resseguro, pois na Figura 1(c), a diferença entre as superfícies é zero.

O Cenário 2 é uma situação em que o resseguro *Stop-Loss* exerce sua função. Na Figura 2(a) tem-se as probabilidades de ruína e a superfície encontrada para o caso sem resseguro. Na Figura 2(b) tem-se um caso e que resseguro é atuante, dessa forma, ao visualizar a Figura 2(c), a diferença entre as superfícies mostra que, quando as cores ficam mais quentes (mais próximas do vermelho), a atuação do resseguro *Stop-Loss* é mais intensa, isto é, o resseguro atua-se para parar a perda e eliminar a situação de ruína.

[1]nycolas.brito@unifesp.br
[2]rogarcia@unifesp.br

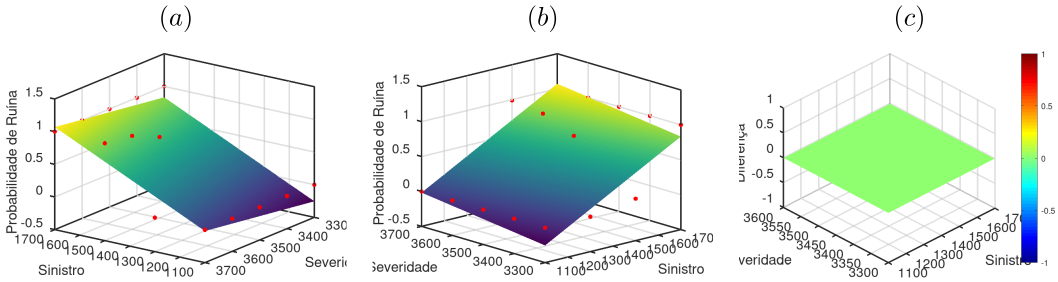

Figura 1: Probabilidade de Ruína sem resseguro (à esquerda), com resseguro (centro) e diferença (à direita). Fonte: Elaborado pelos autores.

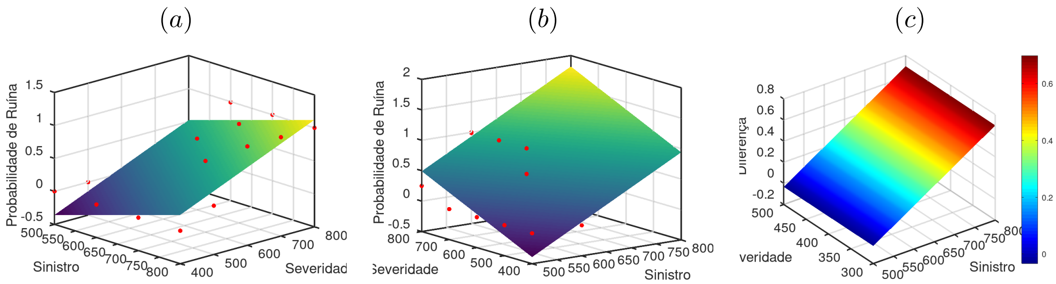

Figura 2: Probabilidade de Ruína sem resseguro (à esquerda), com resseguro (centro) e diferença (à direita). Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, a pesquisa foi capaz de simular cenários em que o resseguro *Stop-Loss* atua, conforme as variáveis pré-definidas. No Cenário 1, quando se têm prêmios e capitais elevados, o resseguro pode não ser tão necessário. Entretanto, no Cenário 2 onde não há um maior nível de severidade, o uso da ferramenta de diluição de riscos pode ser benéfico. Em trabalhos futuros pretende-se avaliar outros tipos de resseguro e, se possível, a inserção de outras variáveis no modelo, tais como: os custos administrativos ou taxa de juros, que permitiria avaliar outros fatores financeiros; a inflação e/ou o retorno de investimentos.

Referências

[1] N. Fontana. **Resseguro em 8 Lições Básicas**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Funenseg, 2009. ISBN: 9788570525086.

[2] S. Ramasubramanian. "On Stochastic Model in Insurance". Em: **Resonance** 11 (2006), pp. 49–68.

[3] M. A. G. Ruggiero e V. L. R. Lopes. **Cálculo Numérico: Aspectos Teóricos e Computacionais**. 2a. ed. São Paulo: Pearson, 2000. ISBN: 8534602042.