

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Especialização em *Data Science* e *Big Data*

Stephanie Caroline de Souza Pereira

Análise Fatorial Aplicada ao Ranqueamento de Assistências Técnicas

**Curitiba
2025**

Stephanie Caroline de Souza Pereira

Análise Fatorial Aplicada ao Ranqueamento de Assistências Técnicas

Monografia apresentada ao Programa de Especialização em *Data Science* e *Big Data* da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do grau de especialista.

Orientador: Prof. Wagner Hugo Bonat

Curitiba
2025

Análise Fatorial Aplicada ao Ranqueamento de Assistências Técnicas

Stephanie Caroline de Souza Pereira¹, Wagner Hugo Bonat²

¹Aluna do programa de Especialização em Data Science & Big Data, stephaniec.desouza@gmail.com

²Professor do Departamento de Estatística - DEST/UFPR, wbonat@gmail.com

O setor de pós-vendas desempenha um papel fundamental na fidelização dos clientes. Nesse contexto, contar com assistências técnicas qualificadas é essencial para garantir um atendimento eficaz, rápido e de qualidade. Diante disso, este trabalho teve como objetivo aplicar a análise fatorial para ranquear assistências técnicas com base em indicadores de desempenho. A técnica aplicada permitiu reduzir a complexidade dos dados ao resumir os indicadores em um único fator, possibilitando a criação de um ranking objetivo. A análise foi conduzida seguindo todas as etapas metodológicas necessárias: verificação dos pressupostos, definição do número de fatores, extração do fator principal e cálculo dos escores fatoriais. Por fim, apenas assistências que atenderam a metas mínimas foram consideradas no ranking final. Os resultados possibilitam ações estratégicas, como incentivo às melhores assistências, correção de desempenho das demais ou até mesmo descredenciamento de unidades. Conclui-se que a análise fatorial é uma ferramenta eficaz para apoiar decisões no setor de pós-vendas, com potencial para evoluir ao incluir novos indicadores e análises temporais em estudos futuros.

Palavras-chave: Assistências técnicas, análise fatorial, ranqueamento

The after-sales sector plays a fundamental role in customer loyalty. In this context, having qualified technical support teams is essential to ensure effective, fast, and high-quality service. Therefore, this study aimed to apply factor analysis to rank technical support teams based on performance indicators. The technique allowed us to reduce data complexity by summarizing the indicators into a single factor, enabling the creation of an objective ranking. The analysis was conducted following all the necessary methodological steps: verifying assumptions, defining the number of factors, extracting the main factor, and calculating factor scores. Finally, only support teams that met minimum targets were considered in the final ranking. The results enable strategic actions, such as incentivizing the best support teams, correcting the performance of others, or even de-accrediting units. We conclude that factor analysis is an effective tool for supporting decisions in the after-sales sector, with potential for evolution by including new indicators and temporal analyses in future studies.

Keywords: Technical support teams, factor analysis, ranking

1. Introdução

Em um mundo corporativo cada vez mais competitivo, o trabalho do setor de pós-vendas representa uma etapa crucial na jornada do consumidor, sendo responsável por garantir sua satisfação e fidelização após a aquisição de um produto. Segundo Braga [1], o pós-venda torna-se especialmente relevante quando é necessário atuar na resolução de problemas, defeitos ou divergências relacionadas aos itens já entregues, especialmente aqueles que não atenderam totalmente às expectativas do consumidor.

Em função dessa necessidade, surgem os prestadores de serviços das assistências técnicas. Willich [10] explica que assistência técnica é o conjunto de servi-

ços realizados por profissionais especializados para resolver problemas ou oferecer suporte relacionado a produtos e equipamentos adquiridos pelo consumidor. Essas assistências são os responsáveis por representar a marca no contato direto com o consumidor em momentos delicados, como defeitos, manutenções e reparos. Portanto, contar com assistências técnicas eficientes, ágeis e bem preparadas é fundamental para assegurar a experiência positiva do consumidor.

Diante desse cenário, surge um desafio relevante: como selecionar as melhores assistências técnicas? A escolha não pode se basear apenas em percepções pessoais, sendo necessário adotar métodos quantitativos que considerem diversos indicadores de desempenho.

Nesse contexto, a análise fatorial se apresenta como uma ferramenta poderosa e adequada para apoiar essa tomada de decisão. Trata-se de uma técnica estatística multivariada cujo objetivo principal é simplificar a estrutura de um conjunto de variáveis originais, agrupando-as em um número reduzido de fatores independentes. Esses fatores facilitam a interpretação e resumem as informações contidas nas variáveis iniciais [4].

Essa técnica permite identificar o grau de associação entre cada fator e as variáveis analisadas, além de estimar o quanto os fatores representam a variabilidade total dos dados originais. Quando aplicada com sucesso, a análise fatorial possibilita uma análise com redução no número de variáveis utilizadas e com mínima perda de informações essenciais [9].

No presente trabalho, ao resumir múltiplos indicadores em um único fator representativo, a análise fatorial facilita a comparação entre assistências técnicas e possibilita a construção de um ranking objetivo de desempenho.

Diante disso, o objetivo deste estudo é aplicar a análise fatorial para ranquear assistências técnicas com base em seus indicadores, promovendo uma avaliação estratégica baseada em dados, a fim de embasar ações de melhoria e gestão de assistências técnicas no setor de pós-vendas.

Este trabalho está organizado em três seções principais. A seção 2 apresenta os procedimentos metodológicos adotados, incluindo a descrição da base de dados e de seus indicadores, o processo de preparação dos dados e as etapas para a realização da análise fatorial. Na seção 3, são expostos e discutidos os resultados obtidos, contemplando todas as etapas de aplicação da técnica e a elaboração do ranking das assistências técnicas. Por fim, a seção 4 traz as conclusões do estudo, suas implicações práticas e sugestões para pesquisas futuras.

2. Materiais e métodos

A base de dados utilizada neste estudo é simulada, construída com base em padrões operacionais observados em empresas do setor de eletrodomésticos. A simulação foi elaborada com o intuito de representar de forma realista o desempenho de 613 assistências técnicas, considerando 4 indicadores: número de ordens de serviço encerradas, índice de satisfação do cliente (NPS), percentual de ordens de serviço resolvidas na primeira visita (RPV) e tempo médio de atendimento

(TMA). Os dados foram definidos para representar a performance das assistências técnicas em um cenário típico de um determinado mês.

O desenvolvimento do trabalho foi realizado na linguagem de programação *Python*, utilizando o pacote *factor_analyzer* e a classe *FactorAnalyzer* para a construção da análise fatorial. O modelo de análise fatorial é ajustado incluindo-se os seguintes parâmetros: *n_factors* (número de fatores), *rotation* (tipo de rotação a ser realizada) e *method* (método de estimação utilizado) [3]. Neste estudo, utilizou-se o método *minres*, que é o método que busca a solução residual mínima, minimizando a diferença entre o modelo aplicado e os dados observados.

O processo de aplicação da técnica seguiu as etapas: verificação e validação da base de dados (tipo de variáveis utilizadas, número de observações e polarização dos dados), determinação do número de fatores, aplicação da análise fatorial, interpretação dos resultados e criação do ranking final.

3. Resultados

3.1. Verificação e validação da base de dados

Para a realização da análise fatorial, é fundamental que alguns pressupostos sejam atendidos [7].

O primeiro aspecto diz respeito ao tipo das variáveis utilizadas. A análise fatorial pede que os dados sejam quantitativos, ou seja, expressos em números que representem medidas reais, como tempo, porcentagem ou quantidade. Esse requisito é necessário porque os cálculos estatísticos envolvidos dependem de relações matemáticas entre os dados. No presente estudo, todos os indicadores utilizados são variáveis quantitativas mensuradas em escala de razão, o que assegura a adequação dos dados ao método aplicado.

Outro ponto importante é considerar o número de observações disponíveis. Recomenda-se que esse número seja, no mínimo, de quatro a cinco vezes maior que a quantidade de variáveis analisadas. No caso deste trabalho, esse critério foi atendido, uma vez que foram considerados 4 indicadores e 613 assistências técnicas, o que significa que o número de observações é mais de 150 vezes superior ao número de variáveis analisadas.

Por fim, com o objetivo de evitar possíveis assimetrias, os dados devem ser polarizados para que fiquem entre 0 e 1, garantindo que os indicadores estejam em uma mesma escala. Isso permite comparações mais justas e consistentes entre as assistências técnicas e garante uma interpretação facilitada dos dados, pois o

indicador é melhor quando está mais próximo de 1 e pior quando está mais próximo de 0, ou seja, quanto maior, melhor é o indicador.

As fórmulas (1) e (2) são utilizadas para a polarização dos indicadores.

- Indicadores minimizáveis polarizados:

$$\frac{\text{indicador} - \text{max}}{\text{min} - \text{max}} \quad (1)$$

- Indicadores maximizáveis polarizados:

$$\frac{\text{indicador} - \text{min}}{\text{max} - \text{min}} \quad (2)$$

Para polarizar os indicadores Encerradas, NPS e RPV foi utilizada a fórmula (2) e para o indicador TMA utilizou-se a fórmula (1).

3.2. Número de fatores

Existem diversos processos utilizados para determinar o número de fatores, dentre eles: determinação a priori, abordagens baseadas em autovalores, gráfico de declive (*scree plot*), porcentagem de variância, confiabilidade meio e meio e teste de significância [9].

Neste trabalho, optou-se pela combinação de três métodos. Primeiramente, utilizou-se a determinação a priori, na qual, com base na experiência do pesquisador e nos objetivos do estudo, define-se previamente o número de fatores a ser extraído. Como o propósito desta análise é reunir todos os indicadores em um único fator que permita a construção de um ranking, a determinação a priori indica a utilização de apenas um fator.

Em seguida, aplicaram-se dois métodos para confirmação: a análise dos autovalores e o gráfico *scree plot*. Na abordagem baseada em autovalores, de acordo com o critério de Kaiser [6], são considerados apenas os fatores com autovalor superior a 1, já que esse valor representa a variância explicada por cada fator. Já a técnica do gráfico *scree plot* identifica os fatores relevantes como sendo aqueles que antecedem o ponto de inflexão da curva [2].

Vale ressaltar que, de modo geral, o teste com o gráfico *scree plot* tende a sugerir um número de fatores superior ao indicado pelo critério de Kaiser (autovalores maiores que 1), frequentemente resultando em uma ou duas dimensões adicionais [5]. Por esse motivo, optou-se por combinar diferentes métodos para definir o número mais adequado de fatores a ser utilizado na análise.

Na Tabela 1, observa-se que apenas um fator apresenta autovalor superior a 1. Além disso, ao analisar o

gráfico apresentado na Figura 1, nota-se que há apenas um fator antes do ponto de inflexão da curva. Diante disso, conclui-se que a extração de um único fator é adequada para esta análise.

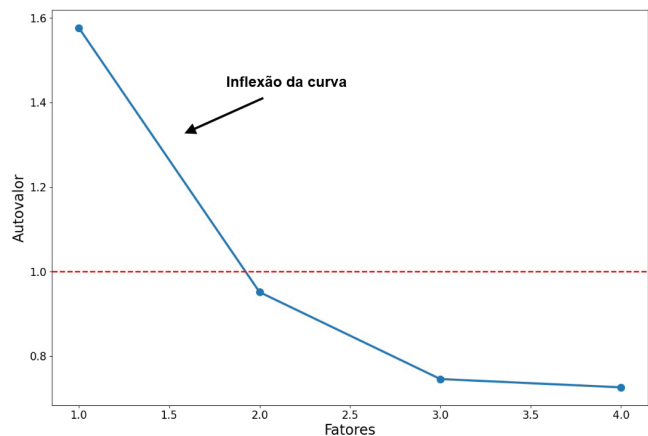


Figura 1: Gráfico scree plot.

Fator	Autovalor
1	1,57648847
2	0,95140632
3	0,74586076
4	0,72624445

Tabela 1: Autovalores associados a cada fator

3.3. Aplicação da análise fatorial, interpretação e ranqueamento final

Nesta etapa, aplica-se a análise fatorial para um único fator. É importante destacar que, como está sendo extraído apenas um fator, a rotação não tem efeito prático, uma vez que esse procedimento só se justifica quando há dois ou mais fatores a serem rotacionados.

Em seguida, obtém-se a matriz de cargas fatoriais, que representa o grau de correlação entre as variáveis observadas (neste caso, os indicadores) e o fator extraído [2].

Ao analisar a matriz de cargas fatoriais apresentada na Tabela 2, observa-se que os indicadores apresentam correlação negativa com o fator, garantindo que a polarização foi feita da forma correta e que os indicadores estão na mesma direção.

No próximo passo obtém-se os escores fatoriais. Os escores fatoriais permitem estimar o valor do fator correspondente a cada registro da base de dados. Eles operam como uma média ponderada das variáveis analisadas em cada unidade da amostra, sendo que os pesos

Indicador	Carga fatorial
Encerradas	-0,48204983
NPS	-0,27869864
RPV	-0,44828055
TMA	-0,54011825

Tabela 2: Cargas fatoriais dos indicadores

utilizados nessa média correspondem às cargas fatoriais. Após a extração do fator e o cálculo dos escores, estes podem ser aplicados como substitutos das variáveis originais nas análises [8]. Após a obtenção dos escores, os mesmos foram polarizados e ordenados para obtenção do ranking.

No entanto, neste estudo, definiu-se que uma assistência técnica só poderá integrar o ranking caso atinja as metas mínimas estabelecidas. As metas para os indicadores NPS, RPV e TMA estão apresentadas na Tabela 3.

Indicador	Meta
NPS	55
RPV	0,75
TMA	8,5

Tabela 3: Meta mínima para os indicadores de NPS, RPV e TMA

Após a aplicação do filtro de metas, verificou-se que apenas 60 assistências técnicas estavam aptas a compor o ranking. Dentre essas, as 10 melhores ranqueadas estão listadas na Tabela 4.

Observe que a primeira colocada possui mais de 200 ordens de serviço encerradas a mais do que a segunda colocada. Mesmo apresentando valores ligeiramente inferiores nos demais indicadores, ela se destaca no ranking. Isso ocorre porque um volume adicional de 200 ordens de serviço pode representar, pelo menos, um técnico a mais atuando na operação. Esse aumento implica uma estrutura maior, exigindo mais esforço de gestão, maior controle de estoque e maior complexidade operacional, o que naturalmente pode impactar o desempenho em outros indicadores. No entanto, conseguir manter bons resultados mesmo diante de uma operação mais robusta evidencia a eficiência da gestão e sugere que essa assistência técnica é um ambiente de trabalho bem estruturado e organizado, capaz de equilibrar produtividade e qualidade.

A partir dos resultados obtidos no ranking, é possível adotar diversas estratégias de gestão e melhoria. Por exemplo, as assistências com melhor desempenho podem servir como referência de boas práticas. Além disso, a empresa pode direcionar investimentos,

treinamentos e incentivos para fortalecer ainda mais essas assistências, consolidando um padrão de excelência no atendimento prestado ao consumidor. Por outro lado, as assistências que não atenderam aos critérios mínimos podem ser acompanhadas mais de perto, com planos de ação específicos para melhorar seus indicadores e, futuramente, integrar ao ranking, ou ainda, deixar de fazer parte do grupo de assistências técnicas da empresa.

4. Conclusão

A análise fatorial demonstrou ser uma ferramenta estatística muito valiosa que pode ser aplicada em diversos contextos práticos. Neste trabalho, ela foi utilizada com o objetivo de construir um ranking de desempenho entre assistências técnicas, permitindo a avaliação simultânea de quatro indicadores.

Além de facilitar a interpretação, a análise fatorial contribui diretamente para a tomada de decisão baseada em dados. Seus resultados podem apoiar ações estratégicas, como a seleção ou manutenção de assistências técnicas, a bonificação daquelas com melhor desempenho e o desenvolvimento de planos de ação voltados à melhoria dos serviços prestados pelas assistências. Em casos mais críticos, os resultados também podem embasar decisões de descontinuidade de parcerias com assistências que apresentam desempenho abaixo do esperado.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se a inclusão de novos indicadores, com o intuito de tornar a análise mais detalhada e robusta. Além disso, é recomendada a análise temporal desses indicadores, visando acompanhar a evolução das assistências técnicas ao longo do tempo, principalmente após a implementação dos planos de ação propostos. Por fim, a comparação da análise fatorial com outras técnicas de ranqueamento pode enriquecer a abordagem e validar os resultados obtidos.

5. Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que fizeram parte da minha jornada até aqui. Aos meus amigos e familiares, que sempre me apoiaram nos momentos difíceis e celebraram os momentos de alegria. Aos professores excepcionais da especialização em Data Science and Big Data (DSBD), que compartilharam com excelência seus conhecimentos e experiências e foram fundamentais para o meu crescimento profissional.

Assistência Técnica	Escore	Ranking	Encerradas	NPS	RPV	TMA	Encerradas polarizada	NPS polarizada	RPV polarizada	TMA polarizada
Assistência 539	1,00	1 ^o	1595	57,2	0,86	6,1	1,0000	0,7860	0,86	0,9404
Assistência 571	0,9366	2 ^o	1329	67,5	0,91	5,1	0,8331	0,8375	0,91	0,9502
Assistência 217	0,8589	3 ^o	1100	58,8	0,97	7,7	0,6895	0,7940	0,97	0,9248
Assistência 424	0,8408	4 ^o	1076	59,1	0,83	6,9	0,6744	0,7955	0,83	0,9326
Assistência 348	0,8103	5 ^o	990	67,1	0,80	8,2	0,6205	0,8355	0,80	0,9199
Assistência 486	0,7334	6 ^o	668	68,5	0,86	5,8	0,4184	0,8425	0,86	0,9434
Assistência 549	0,6905	7 ^o	504	64,2	0,99	7,1	0,3156	0,8210	0,99	0,9307
Assistência 005	0,6766	8 ^o	546	56,5	0,84	8,5	0,3419	0,7825	0,84	0,9170
Assistência 498	0,6664	9 ^o	384	69,8	1,00	5,5	0,2403	0,8490	1,00	0,9463
Assistência 609	0,6572	10 ^o	408	58,7	1,00	7,8	0,2553	0,7935	1,00	0,9238

Tabela 4: Ranking: as 10 melhores assistências técnicas

Agradeço também aos meus colegas de pós-graduação pelas discussões, conversas e trocas que tornaram esse processo de aprendizagem ainda mais valioso.

Referências

- [1] BRAGA, Roberto Silveira. Marketing de Produtos Industriais: Um Enfoque para o Mercado de Fundação. São Paulo: Atlas, 1992.
- [2] DA CRUZ, D. G., NOGUEIRA, F. C., ROSSI, D. Q., PEREIRA, T. M., FERREIRA, R. F. Análise fatorial multivariada aplicada na caracterização de contaminantes de um depósito de minério de ferro. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, São Paulo, v.15, n.3, p.248–253, jul./set.2018. DOI: 10.4322/2176-1523.1432. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.1432>>. Acesso em: 01/07/2025.
- [3] EDUCATIONAL TESTING SERVICE. Welcome to the FactorAnalyzer documentation!. Disponível em: <<https://factor-analyzer.readthedocs.io/en/latest/>>. Acesso em: 05/08/2025.
- [4] FERNANDES, T. A. G., LIMA, J. E. Uso de análise multivariada para identificação de sistemas de produção. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, V. 26, n 10, 1991.
- [5] HAIR, J. F. et al. Análise multivariada de dados. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
- [6] KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, v.20, 1960.
- [7] MALHOTRA, N. K. Marketing Research: An Applied Orientation. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- [8] MATOS, D. A. S., RODRIGUES, E. C. Análise fatorial. Brasília: ENAP, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4790>>. Acesso em: 01/08/2025.
- [9] SOUZA, A. F. C. Utilização de técnicas de análise multivariada para identificação do perfil dos laticínios de micro e pequeno porte do estado de Minas Gerais. 2006. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- [10] WILLICH, J. O que é assistência técnica como a tecnologia pode ajudar? 2024. Disponível em: <<https://www.produtivo.com.br/blog/o-que-e-assistencia-tecnica>>. Acesso em: 02/08/2025.