



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**GERAÇÃO DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, A
PARTIR DOS DADOS DO SOFTWARE MEDINA, PARA PREVER O
AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA EM FUNÇÃO DE
PARÂMETROS DO TRÁFEGO, DA BASE E DO SUBLEITO**

DANILO FERREIRA DE ALMEIDA

**Belém - PA
Dezembro/2022.**

DANILO FERREIRA DE ALMEIDA

**GERAÇÃO DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, A
PARTIR DOS DADOS DO SOFTWARE MEDINA, PARA PREVER O
AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA EM FUNÇÃO DE
PARÂMETROS DO TRÁFEGO, DA BASE E DO SUBLEITO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de
Tecnologia da Universidade Federal do Pará,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo
Massulo Aguiar

**Belém - PA
Dezembro/2022.**

DANILO FERREIRA DE ALMEIDA

GERAÇÃO DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, A PARTIR DOS DADOS DO SOFTWARE MEDINA, PARA PREVER O AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS DO TRÁFEGO, DA BASE E DO SUBLEITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Belém, 16 de dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

 Documento assinado digitalmente
MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
Data: 19/12/2022 09:28:25-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar
Orientador

 Documento assinado digitalmente
GERSON JACQUES MIRANDA DOS ANJOS
Data: 23/02/2023 18:46:54-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Gérson Jacques Miranda dos Anjos
Examinador interno

 Documento assinado digitalmente
CHRISTIANE LIMA BARBOSA
Data: 19/12/2022 09:31:59-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a.Dr^a. Christiane Lima Barbosa
Examinadora interna

Aprovado, com conceito EXC, em 16 de dezembro de 2022.

À Maria Rodrigues, minha avó, meu maior exemplo de amor neste mundo e à Helena Ferreira o principal motivo deu persistir nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que eu concluísse este trabalho:

À Maria Rodrigues, minha amada avó, meu maior exemplo de amor e coragem. Tenho absoluta certeza de que estás radiante, onde quer que estejas, por saber que teu neto venceu e que se tornou um homem de verdade.

À Helena Ferreira, minha amada mãe, maior incentivadora da importância dos estudos como ferramenta de ascensão social e intelectual. Obrigado, mãe, por acreditar em mim, me ensinar a trilhar o caminho correto e a nele persistir, ainda que seja difícil.

Ao Marcelo Almeida, meu querido pai. Obrigado por todos os ensinamentos e valores que norteiam minha conduta.

À Adrielly Oliveira, minha amada companheira, obrigado pela amizade e apoio durante toda essa jornada. Tua ajuda foi essencial para que eu concluísse esta etapa da minha vida. Teu amor e carinho me fazem crescer cada vez mais.

Ao Prof. Dr. Marcelo Massulo, orientador deste trabalho, obrigado por toda orientação e cobrança para a escrita desta tese. Sabia desde o início do desafio que seria fazer um trabalho sob sua orientação criteriosa e detalhista, porém assumi o compromisso e cumpro a missão. És um grande profissional da educação e fazes a diferença na vida dos que tiveram o privilégio de compartilhar a sala de aula contigo.

“O que não me mata não me fortalece, mas mata os menos aptos
e torna a população sobrevivente mais forte como um todo”

(TALEB, 2012)

RESUMO

ALMEIDA, D.F. **GERAÇÃO DE MODELO, A PARTIR DOS DADOS DO MEDINA, PARA DESCREVER O AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS DO TRÁFEGO, DA BASE E DO SUBLEITO**. 2022. 104 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) -Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

O dimensionamento de pavimentos flexíveis encontra-se em processo de adaptação, a tendência é substituir gradualmente métodos empíricos por métodos empírico-mecanísticos, como o método MeDiNa. No entanto, o *software* MeDiNa exige ensaios complexos para a completa caracterização dos materiais e que não são amplamente acessíveis, especialmente na região Norte do Brasil. Isto induz o projetista a buscar correlações na literatura para obter os parâmetros de entrada do MeDiNa, o que agrega incertezas e produz erros no dimensionamento. Por isso, este trabalho objetiva gerar um modelo de previsão do Afundamento de Trilha de Roda (ATR) em função de parâmetros do tráfego, da base e subleito. Para tanto, foram variados quatro parâmetros da base e subleito em cinco níveis e o tráfego em dois níveis o que resultou em 1250 cenários de simulação e introduzidos no MeDiNa para o cálculo de ATR. Com os dados dos 1250 cenários de simulação, criou-se um modelo de regressão linear múltipla para prever os resultados de ATR e comparou-se estes resultados com os calculados pelo *software* MeDiNa. Os principais resultados foram: o modelo de previsão do ATR apresentou $R^2 = 0,693$, isto é, aproximadamente 70% dos resultados são explicados pelo modelo, um bom resultado considerando que foram utilizadas apenas 5 variáveis para caracterizar os materiais; Os parâmetros de deformação permanente Ψ_4 e Ψ_3 foram os parâmetros que mais modificaram, de modo diretamente e inversamente proporcional, respectivamente, os resultados de ATR; O coeficiente de Poisson e o número N (tráfego) foram os parâmetros que menos modificaram os resultados de ATR. Por fim, conclui-se o objetivo foi alcançado e que o modelo é uma importante ferramenta para auxiliar o projetista na tomada de decisão acerca do dimensionamento de pavimentos com uso do *software* MeDiNa.

Palavras-chave: Modelo de previsão, Afundamento de trilha de roda, MeDiNa, Dimensionamento de pavimentos, Regressão linear múltipla.

ABSTRACT

ALMEIDA, D. F. MODEL GENERATION, FROM MEDINA DATA, TO DESCRIBE WHEEL TRACK SUBSIDENCE AS A FUNCTION OF TRAFFIC, BASE AND SUBGRADE PARAMETERS. 2022. 104 f. Diplomation Work (Graduate in Civil Engineering) – Faculty of Civil Engineering, Federal University of Pará, Belém.

The design of flexible pavements is in the process of adaptation, the tendency is to gradually replace empirical methods with empirical-mechanistic methods, such as the MeDiNa method. However, the MeDiNa software requires complex tests for the complete characterization of the materials, which are not widely accessible, especially in the North region of Brazil. This induces the designer to search for correlations in the literature to obtain the MeDiNa input parameters, which adds uncertainties and produces errors in the dimensioning. Therefore, this work aims to generate a model for predicting Wheel Track Sink (ATR) as a function of traffic, base and subgrade parameters. For this purpose, four parameters of the base and subgrade were varied in five levels and the traffic in two levels, which resulted in 1250 simulation scenarios, which were introduced in MeDiNa for the calculation of ATR. With data from 1250 simulation scenarios, a multiple linear regression model was created to predict the results of ATR and these results were compared with those calculated by the MeDiNa software. The main results were: the ATR prediction model presented $R^2 = 0.693$, that is, approximately 70% of the results are explained by the model, a good result considering that only 5 variables were used to characterize the materials; The permanent deformation parameters Ψ_4 and Ψ_3 were the parameters that most modified, directly and inversely proportionally, respectively, the ATR results; The Poisson coefficient and the N number (traffic) were the parameters that least modified the ATR results. Finally, it is concluded that the objective was achieved and that the model is an important tool to assist the designer in making decisions about the design of floors using the MeDiNa software.

Keywords: Prediction model, Wheel track subsidence, MeDiNa, Pavement design, Multiple linear regression.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos pontos de análise do estado de tensão	31
Figura 2– Curva Área trincada x N ajustado.....	32
Figura 3– Espessura das camadas da Estrutura 1.....	33
Figura 4– Espessura das camadas da Estrutura 2.....	34
Figura 5– Sensibilidade do ATR na camada de base da estrutura 1.	34
Figura 6 – Sensibilidade do ATR na camada de base da estrutura 2.	35
Figura 7 – Fluxograma das etapas do método.	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dispersão de valores para o ATR	51
Gráfico 2 – ATR MeDiNa em função de μ	52
Gráfico 3 – ATR MeDiNa em função de Ψ_2	52
Gráfico 4 – ATR MeDiNa em função de Ψ_3	53
Gráfico 5 – ATR MeDiNa em função de Ψ_4	53
Gráfico 6 – ATR MeDiNa em função de N	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Expressões para relacionar MR e CBR.	26
Tabela 2– Valores estimados para Módulo de Resiliência de diferentes materiais ...	27
Tabela 3– Faixas de valores para coeficiente de Poisson.....	27
Tabela 4– Parâmetros do Modelo de Previsão da Deformação Permanente	30
Tabela 5 – Maiores variações diretamente proporcionais de ATR na estrutura 1	35
Tabela 6 – Maiores variações inversamente proporcionais de ATR na estrutura 1...	36
Tabela 7 – Maiores variações diretamente proporcionais de ATR na estrutura 2.....	36
Tabela 8 – Maiores variações inversamente proporcionais de ATR na estrutura 2...	36
Tabela 9 – Parâmetros de inserção do material da camada de revestimento.	39
Tabela 10 – Parâmetros de inserção do material da camada de base.	39
Tabela 11 – Parâmetros de inserção do material da camada de Subleito.....	40
Tabela 12 – Parâmetros variáveis para camada de base.....	41
Tabela 13 – Parâmetros variáveis para a camada de subleito.	42
Tabela 14 – Parâmetros de entrada variáveis.	42
Tabela 15 – Dez primeiros cenários de simulação	43
Tabela 16 – Combinação de valores para validação.....	44
Tabela 17 – Dez primeiros cenários de análise.....	45
Tabela 18 – 25 primeiros resultados de ATR no MeDiNa.....	46
Tabela 19 – 25 maiores resultados para ATR.	47
Tabela 20 – 25 menores resultados de ATR no MeDiNa	49
Tabela 21 – 25 cenários em que ocorrem maiores erros.	55
Tabela 22– Estatística do modelo de regressão	57
Tabela 23 – Valor P dos coeficientes de beta.	57
Tabela 24 – Parâmetros Anova.....	57
Tabela 25 – Coeficientes e erro padrão.....	57
Tabela 26 – Produto entre β_i e variáveis do pavimento.	60
Tabela 27 – Primeiros 25 resultados cenários de validação do modelo.	60
Tabela 28 – Erros superiores a 10% entre ATR(MeDiNa) e ATR(Modelo) nos cenários de validação.	61
Tabela 29 – 25 menores erros entre ATR(MeDiNa) e ATR(Modelo) nos cenários de validação.	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHO – American Association of State Highway and Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEMC – Análise Elástica de Múltiplas Camadas

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANOVA – Análise de Variância

ALA – Abrasão Los Angeles

ATR – Afundamento de Trilha de Roda

BGG C1 – Brita Graduada Gnaiss Classe 1

BGS – Brita Graduada Simples

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

CBR – California Bearing Ratio

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias

FCL – Fator Campo Laboratório

FFM – Fator de Fadiga da Mistura

FNR – Fundo Rodoviário Nacional

FS – Fator de Deslocamento

IPR – Instituto de Pesquisas em Transporte

ISC – Índice de Suporte Califórnia

IS – Índice de Suporte do Subleito

K – Coeficiente de Equivalência Estrutural

MeDiNa – Método de Dimensionamento Nacional de Pavimentos

MR – Módulo de Resiliência

Número N – Número de Repetições do Eixo Padrão Rodoviário

SISPAV – Método de Dimensionamento Mecanístico Empírico de pavimentos asfálticos

TRI – Área Trincada

USACE - *United States Army Corps of Engineers*

LISTA DE SÍMBOLOS

ε_{esp} – Deformação específica

σ_1 – Tensão principal maior

σ_3 – Tensão confinante

σ_d – Tensão desvio

R^2 – Coeficiente de Determinação

μ – Coeficiente de Poisson

Ψ_i – Coeficiente de Regressão - Deformação Permanente

K_i – Coeficiente de Regressão – Fadiga

β_i – Coeficiente de regressão – Modelo de previsão

$\pm$ – Mais ou menos

M – Módulo tangente inicial

% – Porcentagem

Θ – Primeiro invariante de tensão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Geral	19
1.1.2 Específicos	19
1.2 JUSTIFICATIVA	19
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 DEFICIÊNCIAS DO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS EMPÍRICO DO DNIT E DESENVOLVIMENTO DOS MÉTODOS EMPÍRICO- MECANÍSTICOS.	21
2.2 DESCRIÇÃO DE MODELOS E CORRELAÇÕES PARA ESTIMAR OS PARÂMETROS DO SOFTWARE MEDINA.	24
2.2.1 Caracterização de novos materiais no software MeDiNa.	24
2.2.2 Correlações entre parâmetros empíricos e mecanísticos.	25
2.2.3 Modelos que estimem ATR, TRI ou outro resultado do pavimento	27
2.2.3.1 Modelo de previsão para o módulo de resiliência	27
2.2.3.2 Modelo de previsão da deformação permanente (ATR)	29
2.2.3.3 Modelo de previsão da curva de fadiga.	31
2.3 ESTUDOS SEMELHANTES	33
3 MÉTODO	38
3.1 DEFINIÇÃO DO PAVIMENTO PADRÃO.	39
3.2 PARÂMETROS DE ENTRADA VARIÁVEIS.	40
3.2.1 Parâmetros de entrada variáveis para a camada de revestimento.	40
3.2.2 Parâmetros de entrada variáveis para a camada de base.	40
3.2.3 Parâmetros de entrada variáveis para o subleito.	41
3.2.4 Parâmetros de entrada variáveis para o número N	42
3.3 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO	42
3.4 CÁLCULO DO AFUNDAMENTO DA TRILHA DE RODA (ATR) NO MEDINA	43
3.5 MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA O ATR	43
3.6 VALIDAÇÃO DO MODELO	44
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	46

4.1 CÁLCULO DO AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA (ATR)	46
4.1.1 Análise da influência das variáveis nos resultados máximos de ATR	47
4.1.2 Análise da influência das variáveis nos resultados mínimos de ATR	49
4.1.3 Análise da influência de cada variável no valor de ATR mínimo	50
4.2 ANÁLISE DO MODELO	54
4.2.1 Principais resultados nos 1250 cenários de simulação	54
4.2.2 Análise das estatísticas de regressão	56
4.2.2.1 Análise dos coeficientes de regressão	58
4.3 VALIDAÇÃO DO MODELO	60
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5 CONCLUSÃO	65
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE A – CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO	70
APÊNDICE B – CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO PARA VALIDAÇÃO	98

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura de transportes é a base do desenvolvimento e crescimento econômico de um país, pois promove a integração nacional que, por sua vez, permite a movimentação de riquezas naturais, produtos industrializados, bens de consumo e pessoas entre todas as regiões do país e para o exterior. (ANTT, 2022)

Esta infraestrutura de transportes materializa-se na construção de pavimentos duráveis, dimensionados corretamente às cargas impostas pelo tráfego, com boas condições de rolamento e adequadamente construídos.

O pavimento, por sua vez, é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre superfície final de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. (BERNUCCI et al.,2022)

As obras de infraestrutura em geral, sobretudo os pavimentos flexíveis com revestimento de concreto asfáltico, sistema mais usual no Brasil em pavimentação de rodovias, estão submetidos aos mais diversos tipos de variáveis, tais como: carregamento imposto pelo tráfego, com variações em intensidade, frequência e tempo de aplicação devido serem cargas dinâmicas; estrutura sujeita as mais diversas intempéries e variações climáticas; dimensionadas por métodos empíricos criados em condições climáticas, geográficas e com solos diferentes dos brasileiros. (PITANGUI,2019).

O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis de 1966, proposto pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, é, até hoje, o mais utilizado no Brasil. É também a metodologia adotada pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Este método apresenta caráter generalista, isto é, várias situações específicas são tratadas de forma média e muitas vezes simplificada (COUTINHO, 2011)

O método proposto por Souza (1961) baseia-se no CBR (California Bearing Ratio), uma medida indireta da resistência ao cisalhamento por meio do ensaio penetrométrico, número equivalente de repetições do eixo padrão (N) e coeficientes estruturais das camadas, coeficientes empíricos estabelecidos de forma comparativa entre os materiais, levando em consideração a resistência ou a deformabilidade.

Este método de dimensionamento embora seja eficiente para proteger o subleito das cargas geradas pelo tráfego, possui uma série de deficiências, tais como: desconsidera a fadiga dos revestimentos asfálticos, característica dos materiais betuminosos ao serem submetidos a cargas repetidas a qual que explica o surgimento de trincas por fadiga que comprometem a vida útil do pavimento; trata-se de um procedimento adotado para materiais e condições climáticas diferentes das encontradas no Brasil, baseia-se em parâmetros empíricos como o CBR o que não compreende os fenômenos mecânicos que ocorrem nas camadas do pavimento e também o parâmetro N é ineficiente para corresponder aos níveis atuais de carregamento imposto pelo tráfego.

Nesse sentido, buscando propor um novo método de dimensionamento, surge no Brasil, entre os anos de 2015 a 2018, proveniente da colaboração entre o Instituto de Pesquisas Rodoviárias do Departamento Nacional de Rodovias (IPR-DNIT) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ), desenvolveu-se o programa computacional MeDiNa (Método de Dimensionamento Nacional de Pavimentos), software que realiza a verificação e o dimensionamento mecanístico-empírico de estruturas de pavimento flexíveis, por meio da rotina AEMC que considera a análise de camadas elásticas múltiplas.

Todavia, o software MeDiNa requer uma completa caracterização das variáveis de entrada para os materiais que compõem as camadas do pavimento, tais como: Módulo de resiliência, coeficiente de Poisson, coeficiente de regressão da deformação permanente, curvas de fadiga, entre outros. Esses parâmetros necessitam de ensaios complexos que ainda não amplamente utilizados no Brasil, seja pela falta de equipamentos quanto pela carência de corpo técnico para executá-los. (Araujo & Lima, 2022)

Por isso, projetistas ainda utilizam correlações entre parâmetros empíricos como CBR e umidade ótima e parâmetros mecanísticos como Módulo de resiliência e coeficiente de Poisson. Esta abordagem não é recomendada pelo manual de utilização do software MeDiNa pois agrega muitos erros ao dimensionamento. Por isso, busca-se novas maneiras de calcular parâmetros mecanísticos de maneira mais simplificada que os ensaios de caracterização como, por exemplo, o modelo de previsão do Afundamento de Trilha de Roda deste trabalho, de modo a obter-se mais uma

ferramenta para ampliar e difundir o método mecanístico-empírica de dimensionamento de pavimentos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho é gerar um modelo de previsão do Afundamento de Trilha de Roda (ATR), a partir da variação dos dados do material componente do subleito, da base e do nível de tráfego (número N) com o uso do software MeDiNa.

1.1.2 Específicos

- a) Identificar os parâmetros que mais influenciam o ATR;
- b) Validar o modelo para as condições de contorno estabelecidas;
- c) Comparar os resultados do ATR medido pelo modelo com os medidos pelo software MeDiNa;

1.2 JUSTIFICATIVA

O *software* MeDiNa exige dados de ensaios que não são executados de forma corriqueira, especialmente na região Norte do Brasil, fazendo com que muitas vezes seja necessário se valer de correlações publicadas na literatura para obter valores dos parâmetros de entrada do MeDiNa. Essas correlações não podem ser assumidas como “verdades absolutas”, cabendo ao projetista efetuar verificações adicionais como análise de sensibilidade ou uso de modelos de previsão de comportamento da estrutura. (Araujo & Lima, 2022)

Os modelos teóricos que fundamentam e alimentam o *software* MeDiNa são complexos e precisam de muitas variáveis para completa caracterização do material. Desse modo, o desenvolvimento de equações lineares, embora percam em qualidade, facilitam o entendimento do que acontece com o ATR em função da variação dos parâmetros de entrada.

Além disso, ao se obter modelos de previsão do ATR, o projetista pode ter um conhecimento mais completo do que pode vir a acontecer com o afundamento de

trilha de roda, caso as variáveis de entrada sofram alterações em seus valores, sem ficar restrito simplesmente ao valor numérico e pontual emitido pelo MeDiNa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, já incluindo esta introdução, cujos conteúdos são descritos a seguir:

Capítulo 2: neste capítulo é realizada uma revisão de literatura sobre as deficiências do método de dimensionamento do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e o desenvolvimento, no Brasil, da mecânica dos pavimentos como novo paradigma de dimensionamento e a consequente criação do software MeDiNa. Posteriormente, estuda-se modelos e correlações para estimar os parâmetros de entrada do MeDiNa e apresenta-se os principais trabalhos acadêmicos que fundamentam sua teoria. Por fim, apresenta-se estudos semelhantes aos da presente tese que buscam calcular parâmetros mecânicos valendo-se de softwares de dimensionamento de pavimentos.

Capítulo 3: trata do método e procedimentos utilizados para alcançar os objetivos do trabalho. Neste capítulo são apresentados os materiais que comporão as camadas do pavimento com seus parâmetros a serem testados. Explica-se a composição dos cenários de análise, níveis de variação dos parâmetros e calcula-se o ATR tanto pelo software MeDiNa quanto pelo modelo de estimativa proposto. Propõe a validação do modelo e analisa-se o nível de erro entre os resultados.

Capítulo 4: mostra os resultados e discussões sobre acerca dos ATR calculados pelo software MeDiNa e pelo modelo de estimativa e avalia-se a influência de cada variável nos resultados de ATR. Procede-se a análise e validação do modelo de previsão do ATR e verifica seus coeficientes.

Capítulo 5: apresenta as conclusões e recomendações para trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos na área.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se uma revisão da literatura sobre o dimensionamento de pavimentos flexíveis no Brasil. No tópico 2.1 expõem-se as deficiências do método empírico de dimensionamento de pavimentos flexíveis, proposto por Souza (1966) e adotado pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), e apresenta-se o desenvolvimento, no Brasil, da metodologia empírico-mecanística. Por sua vez, o tópico 2.2 trata de modelos e correlações para estimar os parâmetros de entrada e saída no software MeDiNa, investiga correlações entre parâmetros empíricos e mecanísticos e expõe os principais parâmetros que alimentam o MeDiNa em seus dimensionamentos, tais como, o módulo de resiliência, coeficiente de Poisson, curva de fadiga dos revestimentos asfálticos e os coeficientes de regressão da deformação permanente. Por fim, o tópico 3.3 apresenta os principais resultados de Araujo & Lima (2022), os quais realizaram uma análise de sensibilidade para verificar quais os parâmetros dos materiais e camadas do solo mais influenciam os resultados de Afundamento de Trilha de Roda (ATR).

2.1 DEFICIÊNCIAS DO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS EMPÍRICO DO DNIT E DESENVOLVIMENTO DOS MÉTODOS EMPÍRICO-MECANÍSTICOS.

Dimensionar um pavimento é definir as espessuras de camadas sobrepostas e seus materiais constituintes de maneira a absorver os esforços de compressão provenientes do tráfego e transmiti-los ao subleito. (BERNUCCI et al., 2022). O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis de 1966, proposto pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, é, até hoje, o mais utilizado no Brasil. É também a metodologia adotada pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Este método apresenta caráter generalista, isto é, várias situações específicas são tratadas de forma média e muitas vezes simplificada (COUTINHO, 2011). O modelo proposto por Souza (1981) é baseado no ensaio empírico denominado CBR (California Bearing Ratio), desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE), e pela American Association of Highway Officials (AASHO).

Para Motta (1991) trata-se de um modelo determinístico. Isto é, dado um valor de suporte do subleito e conhecido o carregamento imposto pelo tráfego, obtém-se

um valor para a espessura necessária. Este modelo desconsidera os estados de tensões-deformações mecânicas, a deformabilidade dos materiais que compõem as camadas e condições ambientais à que está submetido o pavimento.

Além disso, o método do DNER não considera a fadiga dos revestimentos asfálticos. Segundo Motta (1991) apud Coutinho (2011), a ruptura por fadiga acontece de forma progressiva e é ocasionada pela aplicação de cargas cíclicas que provocam trincamentos iniciais e, ao longo da repetição, tendem a formar trincas maiores até a ruptura do material.

O dimensionamento a partir do método do CBR, segundo Coutinho (2011), devido as dificuldades tecnológicas da época de se admitir o pavimento como um sistema de múltiplas camadas, considera o método de Boussinesq, no qual o pavimento é uma estrutura de apenas uma camada, linearmente elástica, homogênea e isotrópica. Simplificações muito aquém da realidade e que incorporam equívocos ao dimensionamento.

Segundo o IPR 667 DNIT – Projeto de Pavimentos Flexíveis, o parâmetro N (número equivalente de operações do eixo-padrão), importante dado de entrada para o dimensionamento pelo método DNER, que reflete a composição, intensidade e tipo de tráfego, está associado, conforme Tabela 7 do referido manual, à espessura mínima do revestimento betuminoso. Conforme o manual para um $N > 5.10^7$ a espessura mínima do revestimento betuminoso corresponde a 12,50 cm. Isto é, todos os valores superiores de N traduzem-se na mesma espessura mínima de 12,50 cm, o que não corresponde à realidade, pois para valores maiores de tráfego espera-se uma correspondente elevação da espessura da camada de revestimento.

Buscando minimizar as incertezas do método de dimensionamento baseado no CBR e introduzir bases científicas que considerem o pavimento como um sistema de múltiplas camadas sujeito à análise de tensões, deformações, resiliência e a fadiga dos materiais betuminosos, o que se denomina mecânica dos pavimentos. Conforme Motta (1991), a evolução do conhecimento da mecânica dos pavimentos, conduz à convicção de que a utilização de ensaio dinâmicos na caracterização de solos, materiais granulares, misturas asfálticas e solo estabilizado, juntamente com a análise de tensões e deformações, de caráter não linear, dos sistemas em camadas é o melhor caminho para o aperfeiçoamento dos métodos de dimensionamento de pavimentos.

No Brasil, entre os anos de 2015 a 2018, proveniente da colaboração entre o Instituto de Pesquisas Rodoviárias do Departamento Nacional de Rodovias (IPR-DNIT) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ), desenvolveu-se o programa computacional MeDiNa (Método de Dimensionamento Nacional de Pavimentos), software que realiza a verificação e o dimensionamento mecanístico-empírico de estruturas de pavimento flexíveis, por meio da rotina AEMC que considera a análise de camadas elásticas múltiplas. O programa foi nomeado em homenagem ao professor Jacques de Medina, renomado pesquisador e importante precursor da mecânica dos pavimentos no Brasil. (IPR-DNIT-Manual de utilização).

O manual de utilização do software MeDiNa, ressalta a importância da entrada de dados, tais como, módulos de deformação, coeficiente de Poisson e curva de deformação permanente, entre outros, para o detalhamento dos materiais empregados nas camadas e a definição mais precisa possível do número de eixos equivalente (N), que caracteriza o tráfego. A definição destes parâmetros de entrada são o conceito chave para a maior precisão dos resultados estimados pelo programa. (IPR-DNIT-Manual de utilização).

Após definir o modo de projeto, identificar os responsáveis, definir a estrutura do pavimento e definir o tráfego, deve-se optar pelos dois modos de análise disponíveis: dimensionar a estrutura e avaliar a estrutura. No modo “dimensionar estrutura”, o software dimensiona uma única camada por vez, deve-se selecionar a camada a ser dimensionada. O programa verifica a estrutura pelo critério de deformação permanente total. Caso o critério não seja atendido, o MeDiNa aumenta a espessura gradativamente, em intervalos fixos (0,5 cm em camadas asfálticas e 1cm nas demais camadas), até o critério ser atendido. (IPR-DNIT-Manual de utilização).

Por sua vez, no modo “análise” o programa procede os cálculos e verifica os critérios de Área Trincada e ou Deformação Permanente, sem modificar as espessuras. Ao final, apresenta um resumo da estrutura após o final do período de projeto. Esta função permite ao projetista entender como a estrutura do pavimento varia conforme os diversos parâmetros inseridos, tais como, as propriedades, espessuras das camadas e dados do carregamento. Trata-se de uma importante ferramenta para a tomada de decisão acerca dos materiais constituintes e ainda permite uma visão global e temporal do comportamento do pavimento.

2.2 DESCRIÇÃO DE MODELOS E CORRELAÇÕES PARA ESTIMAR OS PARÂMETROS DO SOFTWARE MEDINA.

2.2.1 Caracterização de novos materiais no software MeDiNa.

A análise de uma estrutura de pavimento ou mesmo o seu dimensionamento requer um conjunto amplo de informações para que os resultados obtidos sejam confiáveis. Sem este conjunto de informações, completo e preciso, os resultados do programa MeDiNa não devem ser utilizados para elaboração de projetos. (IPR-DNIT-Manual de utilização)

A implantação do MeDiNa exige uma mudança de comportamento significativa no dimensionamento de pavimentos, pois são necessárias informações completas a respeito dos materiais utilizados na estrutura, com destaque às curvas de fadiga, módulo de resiliência e aos modelos de deformação permanente.

Essas informações compreendem a caracterização dos materiais que comporão o subleito e as camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, bem como a correta e precisa definição do parâmetro N o qual, segundo o manual de utilização do software, altera significativamente os resultados do programa. (PITANGUI,2019).

As informações principais dependem do material e de qual camada ele comporá. No subleito e em camadas compostas por materiais granulares, é necessário conhecer, no mínimo, o Módulo de Resiliência (MR), Coeficiente de Poisson (μ) e a Curva de Deformação Permanente, obtidos em laboratório. Por sua vez, para caracterizar o revestimento de concreto asfáltico, é necessário definir o MR, μ e a Curva de fadiga, que será fundamental para estimar o percentual de área trincada. Demais características das misturas como faixa granulométrica, teor de CAP, abrasão Los Angeles, entre outras, são lançados de forma a serem controladas durante a execução da obra. (PITANGUI,2019).

Nesse sentido, embora o MeDiNa possua uma base de dados de materiais ensaiados e estudados, muitos deles não representam a realidade da ampla variedade de materiais e solos brasileiros. Por isso, a necessidade de caracterizar cada material utilizado no projeto de dimensionamento de rodovias, específico para o local ao qual será retirado e utilizado, de modo a alimentar o software com a maior precisão possível, o que resultará em dimensionamentos adequados e razoáveis.

2.2.2 Correlações entre parâmetros empíricos e mecanísticos.

O dimensionamento adotando o método mecanístico-empírica precisa de ensaios laboratoriais mais complexos, como os ensaios triaxiais de carga repetida para determinar o MR, ensaios de carga repetida para deformação permanente e o ensaio para determinação da curva de fadiga, com equipamentos caros e de difícil acesso, sobretudo às universidades fora do eixo sul-sudeste do Brasil. Para Cunto (1998), os procedimentos para se obter parâmetros como MR necessitam de equipamentos dispendiosos e capacitação técnica elevada para sua realização. Por sua vez, os ensaios utilizados para obter parâmetros empíricos como CBR, granulometria e umidade ótima são relativamente simples e amplamente utilizados. Esta realidade é um dos fatores que impede a plena implantação do MR como principal componente para caracterizar o comportamento dos materiais em pavimentação. Entretanto, uma possível solução seria identificar na literatura correlações entre os dados que são usuais nos projetos de pavimentação e os novos parâmetros exigidos pelo software Medina. (ARAUJO & LIMA, 2022).

Para isso, Araújo & Lima (2022) realizaram testes de sensibilidade para identificar quais parâmetros causam maior dano ao desempenho do pavimento, utilizando o *software* MeDiNa. Os danos foram avaliados através dos valores de ATR e do TRI (Área Trincada). Assim, verificando quais parâmetros mais influenciam o desempenho do pavimento, é possível identificar quais ensaios são fundamentais e quais são secundários, visto sua menor influência nos resultados de desempenho dos pavimentos. Neste caso, para variáveis pouco influentes, poderia se usar correlações da literatura para estimar valores e utilizar os ensaios mais complexos para se determinar os parâmetros mais influentes, num eventual cenário de escassez de recursos e equipamentos. (ARAUJO & LIMA, 2022).

Nessa perspectiva, outras pesquisas buscaram correlacionar o módulo com parâmetros obtidos em ensaios mais simples. Tais como: com o índice de suporte CBR (CARDOSO, 1988, MEDINA & PREUSSLER, 1980), coesão e ângulo de atrito interno (ZAMAM et al., 1994), massa específica e umidade (HICKS & MONISMITH, 1971 e MOHAMMAD et al., 1955), entre outros. (CUNTO, 1998).

As primeiras tentativas de se calcular o MR foram com correlações empíricas com o valor do CBR. Contudo, tais relações carecem da especificação do estado de tensões ao qual o módulo de resiliência está calculado. (CUNTO, 1998). Exemplos

dessas correlações, organizadas por Witczak et al.1995 apud Cunto (1998), conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Expressões para relacionar MR e CBR.	
Autores	Expressão
Heukelom e Foster (1960)	$MR = 1500 * CBR$
Green e Hall	$MR = 5409 * CBR^{0,711}$
South African Council on Scientific and Industrial Research (CSIR).	$MR = 3000 * CBR^{0,65}$
Lister (1987).	$MR = 2555 * CBR^{0,64}$
Nota: MR em psi. (1psi = 6,89 kPa)	

Fonte: WITCZAK et al.1995.

Segundo Rada & Witczak (1981) apud Cunto (1998), as correlações entre MR e CBR devem possuir coeficientes em função do estado de tensão. Para estes autores, um mesmo tipo de solo pode conter uma grande dispersão na relação entre essas variáveis.

Cardoso (1988) propôs uma expressão para definir o MR relacionando ao CBR, primeiro invariante de tensão (θ) e à tensão principal maior (σ_1), conforme mostrado na Equação 1. O estudo foi desenvolvido para solos lateríticos de Brasília. O autor realizou ensaios triaxiais dinâmicos e de determinação do CBR e efetuou análises de regressão múltipla com 6 níveis de CBR (19%, 29%, 39%, 72% e 93%). Totalizando uma amostragem de 149 pontos, com $R^2 = 0,92$.

$$MR = \frac{179,0412 * CBR^{1,08774} * \theta^{1,43833}}{\sigma_1^{1,18598}} \quad (1)$$

Em que:

MR – Módulo de resiliência em psi;

θ – primeiro invariante de tensão em psi;

σ_1 – tensão principal maior em psi.

Balbo (2007) apresenta formulações que relacionam valores do CBR do material e faixas de valores tabelados conforme o material empregado em cada camada do pavimento, conforme Tabela 2. No mesmo estudo, reúne também faixas de valores de coeficientes de Poisson considerados típicos de materiais que podem ser empregados na construção do pavimento, vide Tabela 3.

Tabela 2– Valores estimados para Módulo de Resiliência de diferentes materiais

Camada	Material	Valores de MR sugeridos para estudos e projetos (MPa)
Subleitos	LATERÍTICO (LA' E LG')	$MR = 22,0. (CBR)^{0,8}$
	NÃO LATERÍTICO (NS' E NG')	$MR = 18,0. (CBR)^{0,64}$
	ARENOSO POUCO OU NÃO COESIVO (LA', NA E NA')	$MR = 14,0. (CBR)^{0,7}$
Reforço	LATERÍTICO (LA' E LG')	$MR = 22,0. (CBR)^{0,8}$
	NÃO LATERÍTICO (NS' E NG')	$MR = 18,0. (CBR_{ref})^{0,64} * \left(3. \frac{CBR_{sl}}{CBR_{sb}}\right)^{1/3}$
Sub-base	GRANULAR	$R = 18,0. (CBR_{sb})^{0,64} * \left(3. \frac{CBR_{sl}}{CBR_{sb}}\right)^{1/3}$
Base	GRANULAR	$100 \leq MR \leq 500$
	BETUMINOSA	$800 \leq MR \leq 1000$
	CIMENTADA (BGTC)	$5000 \leq MR \leq 15000$
Revestimentos Asfálticos	CONCRETO ASFÁLTICO	$3000 \leq MR \leq 5000$
	PRÉ-MISTURADO À QUENTE	$2000 \leq MR \leq 2500$
	BINDER	$1400 \leq MR \leq 1800$
	PRÉ-MISTURADO A FRIO OU MACADAME BETUMINOSO SELADO	$1000 \leq MR \leq 1400$

Fonte: BALBO,2007.

Tabela 3– Faixas de valores para coeficiente de Poisson.

Material	Faixa de variação
Concretos asfálticos	0,32 - 0,38
Concreto de cimento Portland	0,15 – 0,20
Brita Graduada Simples (BGS), Macadame Hidráulico (MH), Bica Corrida (BC)	0,35 – 0,40
Concreto Compactado em Rolo (CCR), Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)	0,15 - 0,20
Solo-Cimento (SC), Solo Melhorado com Cimento (SMC)	0,20 – 0,30
Solo-Cal (SCA)	0,25 – 0,30
Solos arenosos	0,30 – 0,35
Areias compactadas	0,35 - 0,40
Solos finos	0,40 – 0,45

Fonte: Balbo,2007.

2.2.3 Modelos que estimem ATR, TRI ou outro resultado do pavimento

2.2.3.1 Modelo de previsão para o módulo de resiliência

Cunto (1988) avaliou o MR de três solos do Nordeste brasileiro, através de ensaios triaxiais dinâmicos, e verificou a existência de relações entre o MR obtido por meio destes ensaios e parâmetros advindos dos ensaios de compressão simples. O autor adotou a Equação 2 por ter apresentado melhor desempenho por meio dos

valores do coeficiente de determinação (R^2) e pela influência de um estado de tensão mais abrangente.

$$MR = K1 * \sigma_3^{K2} * \sigma_1^{K3} \quad (2)$$

Em que:

MR – módulo de resiliência;

σ_3 – tensão desvio;

σ_1 – tensão principal maior

k_1, k_2 e k_3 – parâmetros de regressão.

O autor comprovou a existência de uma expressão matemática entre o MR e módulo tangente inicial, calculado no ensaio de compressão simples para vários estados de tensão. O autor encontrou duas expressões, uma agrupando todos os solos analisados que apresentou R^2 igual a 0,67 e outra considerando apenas os solos arenosos com R^2 igual a 0,82. A Equação 3 representa uma correlação genérica de previsão do MR para todos os três solos analisados pelo autor e possui um razoável coeficiente de determinação ($R^2 = 0,67$).

$$MR = 4,5231 \cdot E^{0,3158} \cdot \sigma_d^{-0,3158} \cdot \theta^{0,4393} \quad (3)$$

Em que:

MR – módulo de resiliência em MPa;

E – módulo tangente inicial em KPa;

σ_d – tensão desvio em kPa e

Θ – primeiro invariante de tensão em KPa.

Por sua vez, ao analisar apenas os solos arenosos. Cunto (1998), encontrou a Equação 4 de previsão do MR, dessa vez com R^2 igual a 0,82.

$$MR = 0,7170 \cdot E^{0,4668} + 2,9016 \cdot \sigma_1^{0,7546} \cdot 0,3033 \cdot \sigma_3^{1,0721} \quad (4)$$

Em que:

MR – módulo de resiliência em MPa;

E – módulo tangente inicial em KPa;

σ_1 – tensão principal maior em KPa e

σ_3 – tensão de confinamento em KPa.

Para Cunto (1998), este resultado sugere que talvez não exista uma única expressão que contemple solos arenoso e argilosos, mas sim equações específicas para cada tipo de solo.

2.2.3.2 Modelo de previsão da deformação permanente (ATR).

Para Bell (1978) apud De Barros (2017) a deformação permanente pode ocorrer em todas as camadas do pavimento, como resultado da carga de tráfego associado com fatores ambientais. Segundo Partl et al., (2013) apud De Barros (2017), existem dois tipos de deformação permanente: estrutural e a não estrutural. A deformação estrutural envolve todas as camadas do pavimento, por outro lado, a não estrutural envolve apenas a camada de revestimento asfáltico.

Para Dawson & Kolisoja (2004) apud Guimarães (2009) existem 4 categorias de deformação permanente. A primeira ocorre quando há um pós-compactação da camada granular de base. A segunda ocorre quando a camada de revestimento apresenta deformações causados por esforços cisalhantes provocados pela ação da carga de roda. A terceira ocorre quando o pavimento como um todo afunda, isto é, toda as suas camadas se deformam. Por sua vez, a quarta categoria ocorre quando há algum dano, abrasão ou atrito, nas partículas componentes solo.

Guimarães (2009) desenvolveu um método de análise da deformação permanente de solos e materiais de pavimentação. O autor propôs um modelo de previsão do ATR, que considera as tensões atuantes, imprescindível ao dimensionamento mecanístico, e buscou estudar e detectar o fenômeno de shakedown dos materiais de pavimentação de modo a garantir a escolha adequada de solos e evitar valores acentuados de afundamento de trilho de roda.

Segundo Faria (1999) apud Guimarães (2009), shakedown é o fenômeno de acomodação de um material submetido a carregamentos repetidos a partir do qual cessam as deformações plásticas e passam atuar apenas deformações elásticas.

O modelo de deformação proposto é observado na Equação 5:

$$\varepsilon_{\text{esp}}(\%) = \psi_1 * \sigma_3^{\psi_2} * \sigma_d^{\psi_3} * N^{\psi_4} \quad (5)$$

Em que:

$\varepsilon_{\text{esp}}(\%)$ = deformação permanente específica (em porcentagem),

σ_3 : tensão confinante em kgf/cm²,

σ_d : tensão desvio em kgf/cm²,

N: número de ciclos de aplicação de carga e

ψ_1, ψ_2, ψ_3 e ψ_4 : parâmetros de regressão do modelo.

A ε_{esp} (%) é obtida em termos percentuais. A deformação permanente total, excluindo-se o revestimento asfáltico, será dada pela soma da contribuição de todos os elementos, obtida pelo produto da ε_{esp} pela espessura da camada respectiva.

Na Tabela 4, observa-se os materiais estudados por Guimarães (2009) e os respectivos parâmetros para avaliação do modelo de previsão do ATR e os coeficientes de correlação.

Item	Material	Classificação	ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_4	R ²
1	Laterita Acre	Pedregulho	0,105	0,839	-0,014	0,041	0,939
2	Brita Graduada Chapecó	Pedregulho	0,079	-0,598	1,243	0,081	0,951
3	Cascalho Corumbaíba	Pedregulho	0,180	-0,212	0,840	0,443	0,898
4	Laterita de Porto Velho	Pedregulho	0,180	0,470	0,336	0,047	0,809
5	Argila de Ribeirão Preto	LG'	0,206	-0,24	1,34	0,038	0,986
6	Areia Argilosa do ES	LG'	0,643	0,093	1,579	0,055	0,909
7	Solo Papucaia	NS'/NA'	0,244	0,419	1,309	0,069	0,946
8	Areai Fina de Campo Azul/MG	NA	0,050	-1,579	1,875	0,064	0,868
9	Tabatinga Acre	NG	Não recomendado				

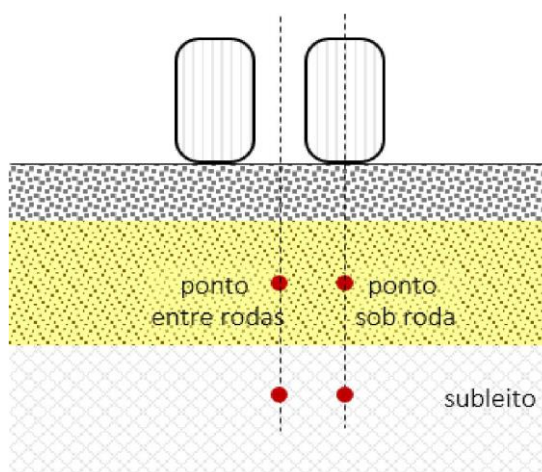
Fonte: Adaptado de Guimarães (2009).

Esta modelagem é utilizada para se calcular a deformação permanente no software MeDiNa. O ensaio para obter os parâmetros da equação deverá seguir a

norma DNIT 179/2018-IE – Pavimentação – Solos – Determinação da deformação permanente. (IPR-DNIT-Manual de utilização).

Pará o cálculo do ATR, o software utiliza o estado de tensões calculado nos pontos sob a roda e entre as rodas, no centro das camadas, vide Figura 1 (IPR-DNIT-Manual de utilização).

Figura 1 – Localização dos pontos de análise do estado de tensão



Fonte: IPR-DNIT-Manual de utilização.

2.2.3.3 Modelo de previsão da curva de fadiga.

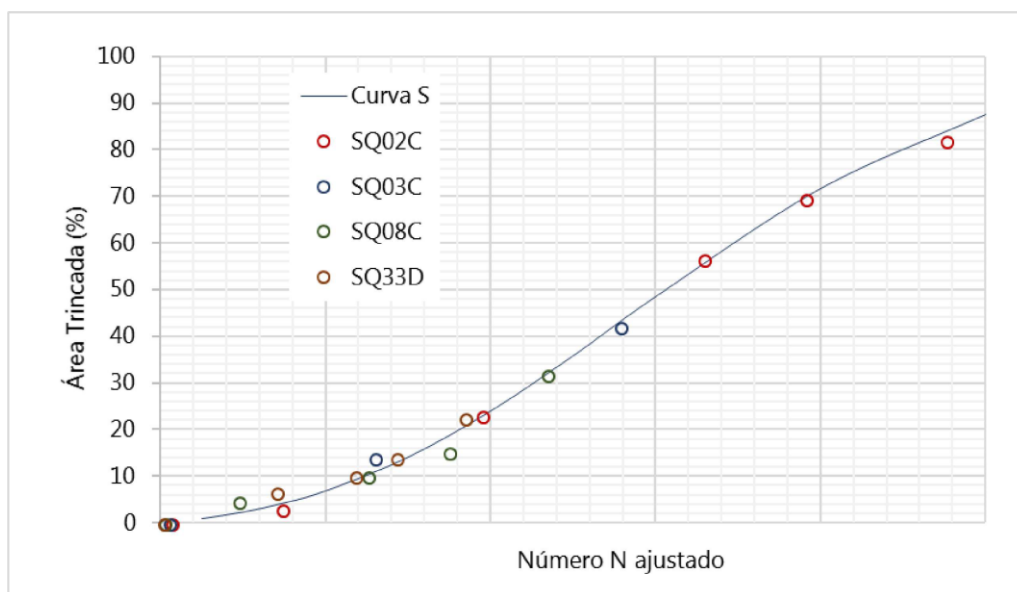
Fritzen (2016) realizou uma importante contribuição ao desenvolvimento do método mecanístico – empírico de dimensionamento de pavimentos. Seu trabalho teve como objetivo definir uma calibração para a previsão do dano por fadiga (Função de Transferência) baseada nos ensaios mecânicos de módulo de resiliência e fadiga por compressão diametral de cargas repetidas de misturas asfálticas, a partir da análise de segmentos experimentais e na porcentagem da área trincada observada em campo.

O uso de FCL (Fator Campo Laboratório) é comum devido à dificuldade de previsão do desempenho dos pavimentos em campo. Ressalta-se a não consideração do envelhecimento nas misturas asfálticas, aspectos e incertezas presentes no campo que não são avaliados em laboratórios. Portanto, fundamental é a busca de FCLs calibrados para minimizar o erro entre ensaios de laboratório e a previsão do desempenho em campo. (FRITZEN, 2016).

Esta função de calibração de fadiga para revestimentos asfálticos agregará e modificará o software SisPav, desenvolvido por Franco (2007). Este trabalho, fruto do convênio entre COPPE/IPR – DNIT, constitui o alicerce para o desenvolvimento do novo método de dimensionamento de pavimentos asfálticos brasileiro (MeDiNa).

Na função de transferência, a evolução da área trincada é representada por uma curva sigmoideal, conforme Figura 2.

Figura 2– Curva Área trincada x N ajustado.



Fonte: IPR-DNIT-Manual de utilização.

Para o reajuste da calibração de Fritzen (2016) foi necessário definir uma nova curva sigmoideal que melhor representasse o comportamento da evolução da área trincada, conforme Equação 6. (IPR-DNIT-Manual de utilização)

$$AT(\%) = e^{-A} * \frac{e^{-B}}{1} - e^{-B} \quad A = \left(\frac{N' - 1}{Z - 1} \right)^n \quad B = \left(-\frac{1}{Z - 1} \right)^n \quad (6)$$

Em que:

Z e n: são parâmetros da curva sigmoideal;

AT (%): é a área trincada estimada em percentual e

N': é o número equivalente deslocado.

Para todas as seções avaliadas foram multiplicados fatores de deslocamento aos valores de N nos quais havia um valor de área trincada, de forma aleatória até

minimizar o erro entre a evolução da ATR e a curva sigmóide padrão, conforme Equação 7. (IPR-DNIT-Manual de utilização).

$$N' = (N * FS) * 10^{-10} \quad (7)$$

Em que:

N: número de repetições do eixo padrão quando foi realizada a medição da ATR;

FS: fator de deslocamento; e

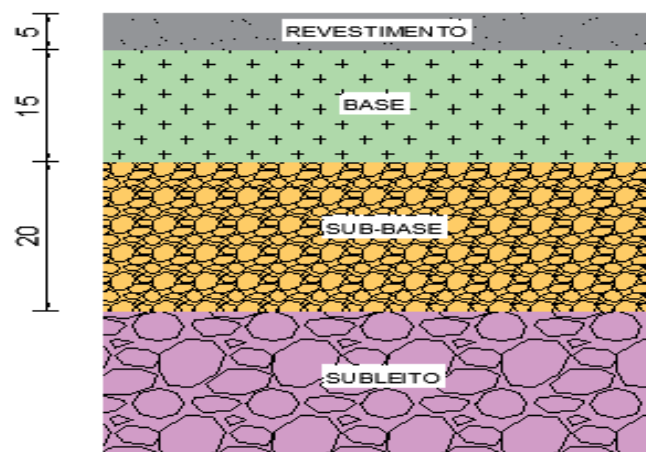
N': número N ajustado.

2.3 ESTUDOS SEMELHANTES

Araújo & Lima (2022), realizaram uma análise de sensibilidade do desempenho de pavimentos asfálticos variando parâmetros físicos e mecânicos dos materiais que os compõe. Valeram-se de resultados do *software* MeDiNa para fazer análises em relação ao afundamento da trilha de roda (ATR) e à área trincada (TRI). O trabalho consistiu em avaliar as respostas do software MeDiNa à variação em 25% para mais e para menos de parâmetros tais como: espessura da camada de revestimento, coeficientes de regressão da deformação permanente (Ψ_i), coeficiente de Poisson etc.

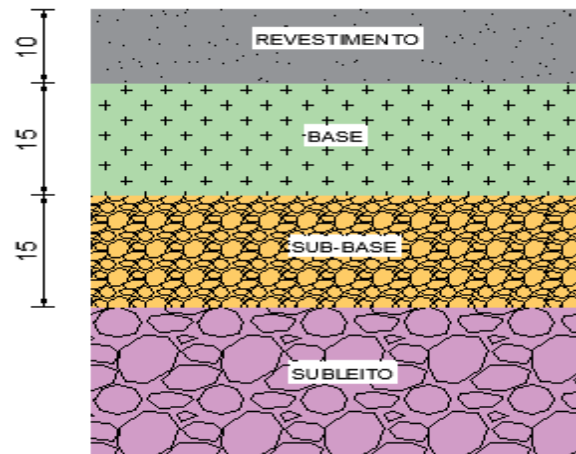
Adotaram duas estruturas para análise: Uma com N igual 5.10^6 tráfego leve (Estrutura 1) e outra com N igual a 5.10^7 tráfego pesado (Estrutura 2), ambas construídas sobre um subleito com CBR igual a 10% e as mesmas propriedades para as camadas de sub-base, base e revestimento, diferindo apenas nas espessuras das camadas, conforme Figuras 3 e 4.

Figura 3– Espessura das camadas da Estrutura 1.



Fonte: Araújo & Lima (2022).

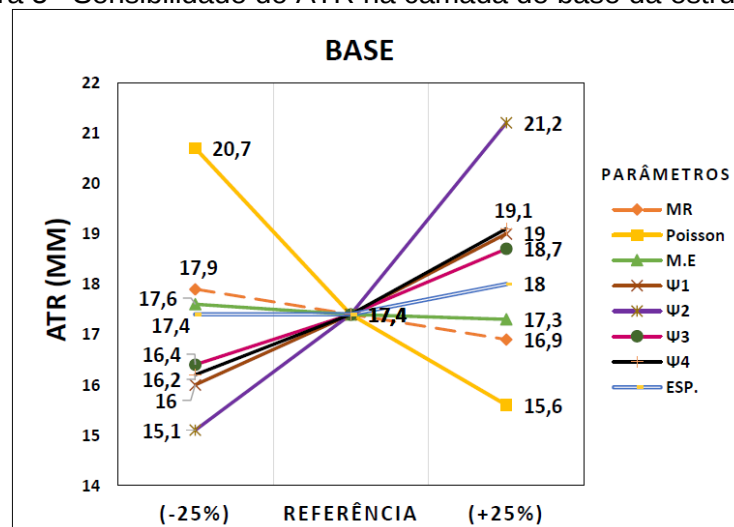
Figura 4– Espessura das camadas da Estrutura 2.



Fonte: Araújo & Lima (2022).

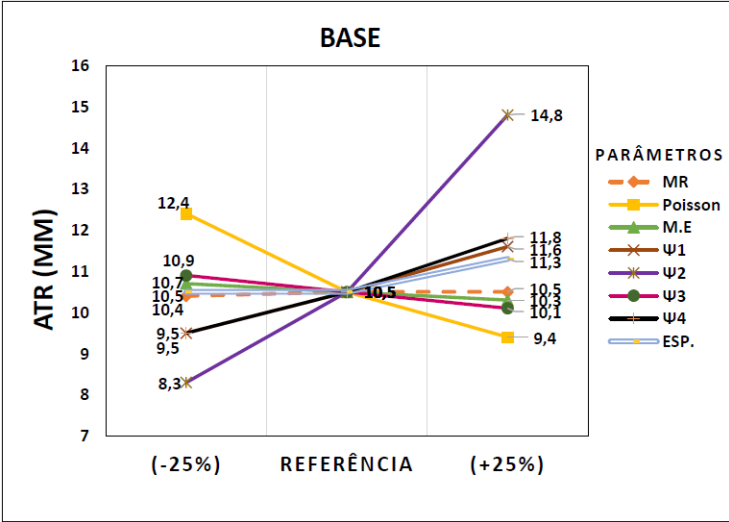
Segundo Araújo & Lima (2022) a camada de base foi a que mais causou modificações nos valores de ATR quando houve variação dos seus parâmetros físicos e mecânicos. Entre estes parâmetros, o Ψ_2 (coeficiente de regressão da deformação permanente) foi o que proporcionou a maior variação direta e proporcional ao aumento do ATR. Por sua vez, a maior variação inversamente proporcional foi obtida com o coeficiente de Poisson, conforme Figura 3.

Figura 5– Sensibilidade do ATR na camada de base da estrutura 1.



Fonte: Araújo & Lima (2022).

Figura 6 – Sensibilidade do ATR na camada de base da estrutura 2.



Fonte: Araújo & Lima (2022).

Para Araújo & Lima (2022) o subleito é a segunda camada que mais influencia os valores de ATR conforme as variações das propriedades dos materiais que a compõe. Segundo estes autores, os coeficientes de regressão da deformação permanente Ψ_3 e Ψ_4 foram os que mais influenciaram os resultados de ATR. Sendo Ψ_3 o responsável pelas maiores variações diretamente proporcionais aos valores de ATR e Ψ_4 pelas variações inversamente proporcionais. Os principais resultados de Araújo e Lima (2022) para a análise de sensibilidade do ATR em diferentes camadas e parâmetros podem ser observados nas Tabelas 5 a 8.

Tabela 5 – Maiores variações diretamente proporcionais de ATR na estrutura 1				
Variações diretamente proporcionais				
Parâmetro	Camada	Redução percentual do ATR, quando o parâmetro reduz em 25%		Aumento percentual do ATR, quando o parâmetro aumenta em 25%
Ψ_2	Base	13,2%		21,8%
Ψ_1	Subleito	10,9%		10,9%
Ψ_4	Subleito	8,0%		10,3%

Fonte: Adaptado de Araújo & Lima (2022).

Tabela 6 – Maiores variações inversamente proporcionais de ATR na estrutura 1.

Variações inversamente proporcionais			
Parâmetro	Camada	Redução percentual do ATR, quando o parâmetro reduz em 25%	Aumento percentual do ATR, quando o parâmetro aumenta em 25%
Poisson	Base	10,3%	19,0%
Espessura	Revestimento	11,5%	-
Ψ_3	Subleito	4,6%	5,7%

*Não foi possível reduzir a espessura do revestimento, pois esta já se encontrava no limite mínimo de 5,0 cm exigido pelo *software* MeDiNa.

Fonte: Adaptado de Araújo & Lima (2022).

Tabela 7 – Maiores variações diretamente proporcionais de ATR na estrutura 2.

Variações diretamente proporcionais			
Parâmetro	Camada	Redução percentual do ATR, quando o parâmetro reduz em 25%	Aumento percentual do ATR, quando o parâmetro aumenta em 25%
Ψ_2	Base	21,0%	41,0%
Ψ_4	Base	9,5%	12,4%
Ψ_4	Subleito	9,5%	11,4%

Fonte: Adaptado de Araújo & Lima (2022).

Tabela 8 – Maiores variações inversamente proporcionais de ATR na estrutura 2.

Variações inversamente proporcionais			
Parâmetro	Camada	Redução percentual do ATR, quando o parâmetro reduz em 25%	Aumento percentual do ATR, quando o parâmetro aumenta em 25%
Espessura	Revestimento	27,6%	37,1%
Poisson	Base	10,5%	18,1%
Ψ_3	Subleito	10,5%	13,3%

Fonte: Adaptado de Araújo & Lima (2022).

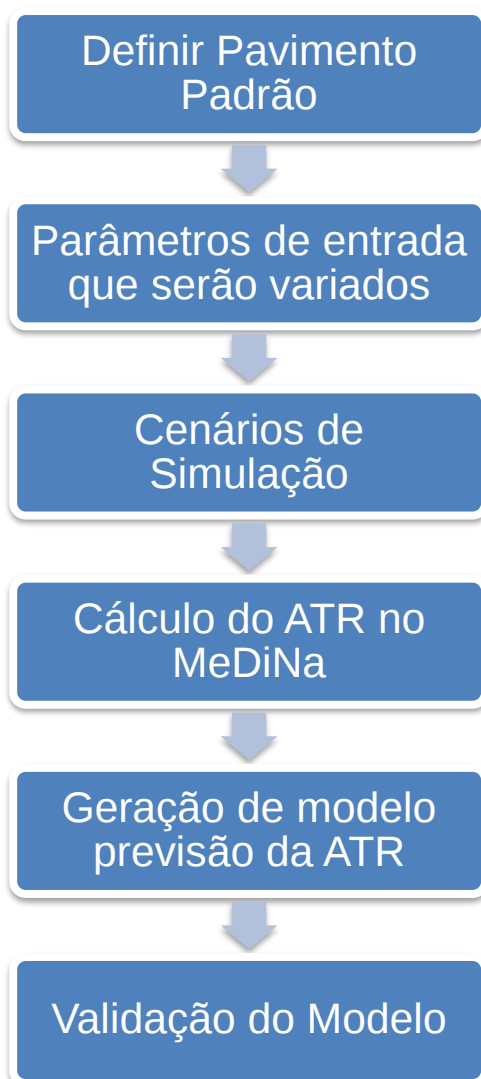
Nesse sentido, os autores Araújo & Lima (2022) concluíram que o ATR apresentou maior sensibilidade aos coeficientes de regressão (Ψ_i), especialmente ao Ψ_2 da camada de base, espessura da camada de revestimento e coeficiente Poisson. O ATR mostrou-se mais suscetível às variações dos parâmetros feitas nas camadas de base, seguido de subleito, revestimento e sub-base.

3 MÉTODO

Este capítulo destina-se a descrição sucinta dos métodos e procedimentos adotados para se produzir um modelo matemático que estime o Afundamento da Trilha de Roda (ATR) por meio da variação de parâmetros mecânicos dos solos e do tráfego com o uso do software MeDiNa.

Na Figura 5 apresentam-se as etapas do método compreendendo a definição do pavimento, escolhas dos parâmetros de entrada a serem variados no software MeDiNa, definição dos cenários de análise, cálculo do ATR no Medina para cada cenário, geração de modelo para previsão do ATR e validação dos modelos.

Figura 7 – Fluxograma das etapas do método.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 DEFINIÇÃO DO PAVIMENTO PADRÃO.

Foi definido um pavimento padrão simples com duas camadas, Base e Revestimento asfáltico, construídas sobre o subleito. Este modelo simplificado permite a redução do número de variáveis e o consequente cenários de simulação.

Para a camada de revestimento foi escolhido o material Concreto Asfáltico C1, base de dados MeDiNa, e fixou-se a espessura em 7,5 cm. Para a camada de base foi escolhido o material granular Brita Graduada Gnaisse C1, base de dados MeDiNa, com espessura igual a 20,00 cm. O subleito é composto por um material hipotético. Os parâmetros de inserção do subleito e das camadas de revestimento e base podem ser observados nas Tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9 – Parâmetros de inserção do material da camada de revestimento.

Concreto Asfáltico Classe C1		
Espessura	7,5 cm.	Definido pelo autor
Coeficiente de Poisson	0,30	Base de dados Medina.
Módulo (MPa) Resiliente Linear	5764	Base de dados Medina.
Massa específica (g/cm ³)	2,4	Base de dados Medina.
Curva de Fadiga	$k_1.Et^{k_2}$	Base de dados Medina.
K1	$5,496.e^{-11}$	Base de dados Medina.
K2	-3,253	Base de dados Medina.
Classe de fadiga	1	Base de dados Medina.
FFM	0,84	Base de dados Medina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 – Parâmetros de inserção do material da camada de base.

Brita Graduada Gnaisse C1		
Espessura	20,00 cm.	Definido pelo autor
Coeficiente de Poisson	0,35	base de dados Medina
Módulo (MPa) Resiliente Linear	259	base de dados Medina
Massa específica (g/cm ³)	2,268	base de dados Medina
Ψ_1	0,1608	base de dados Medina
Ψ_2	-0,0970	base de dados Medina
Ψ_3	0,5250	base de dados Medina
Ψ_4	0,0752	base de dados Medina

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Parâmetros de inserção do material da camada de Subleito

Material hipotético		
Espessura	-	-
Coeficiente de Poisson	0,45	Padrão para subleito.
Módulo (MPa) Resiliente Linear	80	BALBO (2007)
Massa específica (g/cm ³)	1,8	base de dados Medina
Ψ_1	0,2860	GUIMARAES (2009)
Ψ_2	-0,3270	GUIMARAES (2009)
Ψ_3	1,5260	GUIMARAES (2009)
Ψ_4	0,0570	GUIMARAES (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 PARÂMETROS DE ENTRADA VARIÁVEIS.

Os parâmetros de entrada foram estabelecidos em função dos resultados de Araújo & Lima (2022) que demonstraram a sensibilidade de desempenho dos pavimentos asfálticos à variação de parâmetros físicos e mecânicos dos materiais componentes das camadas. Estes autores concluíram que os parâmetros Ψ_i (Coeficientes de regressão da deformação permanente) e o coeficiente de Poisson são os que mais influenciam no ATR. Araújo & Lima (2022) também apresentaram uma ordem de importância para o ATR sendo a camada de base a mais relevante seguida de subleito e revestimento.

3.2.1 Parâmetros de entrada variáveis para a camada de revestimento.

Os parâmetros do revestimento serão fixos durante as análises de modo a limitar a quantidade de cenários do modelo e tendo em vista que Araujo & Lima (2022) detectaram menor influência desta camada nos resultados de ATR, optou-se por não variar os parâmetros da camada de revestimento.

3.2.2 Parâmetros de entrada variáveis para a camada de base.

O material escolhido para esta camada foi a Brita Graduada Gnaisse C1, disponível na base de dados do MeDiNa.

Para Araújo e Lima (2022), Ψ_2 da base foi a variável que mais impactou, de forma diretamente proporcional, os resultados do ATR, nas duas estruturas analisadas, conforme Tabelas 5 e 7 mostradas na Revisão Bibliográfica. Por sua vez, segundo Araújo e Lima (2022), μ da base foi a variável que mais impactou, de maneira inversamente proporcional, os resultados de ATR para a Estrutura 1 ($N = 5.10^6$) e a segunda mais influente considerando a Estrutura 2 ($N = 5.10^7$).

O coeficiente de Poisson será variado em 0,025 para mais e para menos sobre o valor de referência do material (0,35), obtendo-se os valores: 0,3; 0,33; 0,35; 0,375 e 0,40. Por sua vez, o coeficiente Ψ_2 será variado conforme os valores extremos de Ψ_2 das britas graduadas gnaisse C2 a C7 componentes da base de dados MeDiNa, quais sejam: -0,0647; -0,0970; -0,1685; -0,2801 e -0,4085.

Todos os parâmetros de inserção da camada de base são condensados na Tabela 12.

Tabela 12 – Parâmetros variáveis para camada de base		
Brita Graduada Gnaisse C1		
Coeficiente de Poisson	Variável entre 0,3 a 0,40	Variados em +- 0,025.
Ψ_2	variável entre: -0,0647; -0,0970; -0,1685; -0,2801 e -0,4085.	Obtidos com os valores extremos da britas graduadas Gnaisse C2 a C7 da base de dados MeDiNa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.3 Parâmetros de entrada variáveis para o subleito.

Segundo Araújo & Lima (2022), as variáveis Ψ_3 e Ψ_4 do subleito foram uma das que mais impactaram, de forma inversamente e diretamente proporcional, respectivamente, os resultados de ATR, conforme Tabelas 5, 6, 7 e 8 da Revisão Bibliográfica.

O subleito é composto por um material hipotético. As variáveis Ψ_3 e Ψ_4 serão os parâmetros a serem avaliados nesta camada. Assim, serão variados em cinco níveis cada um, conforme os valores propostos por Guimarães (2012).

Os valores centrais de referência para Ψ_1 (0,286), Ψ_2 (-0,327), Ψ_3 (1,526) e Ψ_4 (0,057) são a média entre os valores para solos finos apresentados por Guimarães

(2009), conforme Tabela 4 da Revisão Bibliográfica. Os principais parâmetros de inserção do material da camada de subleito são expostos na Tabela 13.

Tabela 13 – Parâmetros variáveis para a camada de subleito.		
Material hipotético		
Ψ_3	Variável entre: 1,309; 1,340; 1,526; 1,579 e 1,875.	GUIMARAES (2012)
Ψ_4	variável entre: 0,038; 0,055; 0,057; 0,064; 0,069	GUIMARAES (2012)

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.4 Parâmetros de entrada variáveis para o número N

Por fim, os dois níveis de tráfego ($N = 10^6$ e $N = 3.10^6$) propostos são considerados leves. Foram escolhidos para que a estrutura simplificada suporte o carregamento e não comprometa os resultados, porém com relevante diferença de valores: um é o triplo do outro.

Na Tabela 14 estão condensados todos os parâmetros variáveis em suas respectivas camadas e os dois níveis de tráfego propostos:

Tabela 14 – Parâmetros de entrada variáveis.				
μ base	Ψ_2 base	Ψ_3 subleito	Ψ_4 subleito	N
0,300	-0,0647	1,3090	0,0380	10^6
0,325	-0,0970	1,3400	0,0550	
0,350	-0,1685	1,5260	0,0570	
0,375	-0,2801	1,5790	0,0640	
0,400	-0,4085	1,8750	0,0690	3.10^6

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

A variação combinada dos 5 parâmetros (Coeficiente de Poisson, Ψ_2 , Ψ_3 , Ψ_4 e N), sendo destes, 4 em cinco níveis e 1 em dois níveis, produz 1250 cenários de simulação. Cada cenário representa um pavimento específico com os valores dos parâmetros avaliados conforme Tabela 15 que representa os 10 (dez) primeiros cenários de simulação. (Totalidade dos cenários consta no Apêndice A.)

Tabela 15 – Dez primeiros cenários de simulação

CENÁRIOS	BASE	SUBLEITO			TRÁFEGO(N)
	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	
1	0,300	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6
2	0,300	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6
3	0,300	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6
4	0,300	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6
5	0,300	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6
6	0,300	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6
7	0,300	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6
8	0,300	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6
9	0,300	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6
10	0,300	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada cenário de simulação contendo (Coeficiente de Poisson, Ψ_2 , Ψ_3 , Ψ_4 e N), resulta num binômio de resultados: as previsões do Afundamento da trilha de roda (ATR) e a percentagem Área Trincada (TRI), calculados pelo software MeDiNa para o período de projeto igual a 10 anos. Ressalta-se que a Área Trincada (TRI) não faz parte do escopo deste trabalho.

3.4 CÁLCULO DO AFUNDAMENTO DA TRILHA DE RODA (ATR) NO MEDINA

Após definição dos parâmetros dos materiais conforme exposto no tópico 3.1, variou-se os dados de Ψ_2 e μ da camada de base, Ψ_3 e Ψ_4 da camada de subleito e número N descritos nos 1250 cenários simulação. Posteriormente, clica-se sobre o item “Análise” e “Avaliar a estrutura” (F3) e software apresenta os resultados de ATR e TRI estimados para o tempo de projeto com confiabilidade igual 85%. Por fim, os resultados de ATR foram coletados e armazenados em planilhas eletrônicas.

3.5 MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA O ATR

Após coletar todos os resultados referentes aos cenários de simulação, realizou-se o procedimento estatístico de regressão múltipla para estimar o valor de ATR com base nos valores de Poisson e Ψ_2 da camada de base, Ψ_3 e Ψ_4 da cama de subleito e o número N, que estima o tráfego. Utilizou-se o software de planilhas

eletrônicas Excel que possui uma função específica para realizar a regressão múltipla e calcular seus parâmetros.

O modelo de regressão trata-se de uma estimativa estatística para obter o valor de ATR (variável dependente) por meio dos valores das variáveis dependentes (regressores), conforme Equação 7.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * Poisson + \beta_2 * \Psi_2 + \beta_3 * \Psi_3 + \beta_4 * \Psi_4 + \beta_5 * N \quad (7)$$

Os coeficientes $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ e β_5 são obtidos através do cálculo de regressão do Excel e os valores de Poisson, Ψ_2 , Ψ_3 , Ψ_4 e N são as variáveis independentes que representam os parâmetros das camadas. A variável Y representa o valor de ATR em mm, com nível de significância igual a 5%.

3.6 VALIDAÇÃO DO MODELO

Para a validação do modelo de previsão do ATR, realizou-se a análise do coeficiente de determinação R^2 e o nível de erro entre os dados reais (MeDiNa) e os dados do modelo.

Para avaliar o nível de erro, os parâmetros μ e Ψ_2 da camada de base, Ψ_3 e Ψ_4 do subleito e N foram extrapolados com valores: 10% abaixo do valor mínimo, 10% acima do valor médio e 10% acima do valor máximo dos valores de referência para estas variáveis, conforme Tabela 10 do tópico 3.2.4. Os novos valores para estas variáveis são mostrados na Tabela 16.

Tabela 16 – Combinação de valores para validação.					
	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N
10% abaixo do valor mínimo	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$
10% acima do valor médio	0,39	-0,2117	1,751	0,0588	$2,2 \cdot 10^6$
10% acima do valor máximo	0,44	-0,0582	-2,062	0,0759	$3,3 \cdot 10^6$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, os diferentes valores dessas variáveis foram combinados e produziram 243 cenários de análises, os quais foram novamente avaliados no MeDiNa

para se obter o valor de ATR e calculados pelo modelo de regressão proposto, conforme Tabela 17. (Totalidade dos resultados consta no Apêndice A).

Tabela 17 – Dez primeiros cenários de análise

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N
1	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02.10^5$
2	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$2,20.10^6$
3	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$3,30.10^6$
4	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$9,02.10^5$
5	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$2,20.10^6$
6	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$3,30.10^6$
7	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$9,02.10^5$
8	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$2,20.10^6$
9	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$3,30.10^6$
10	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	$9,02.10^5$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo após, calculou-se o erro entre os resultados, conforme Equação 8.

$$Erro = \frac{ATR_{Modelo} - ATR_{MeDiNa}}{ATR_{Modelo}} \times 100 \quad (8)$$

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 CÁLCULO DO AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA (ATR)

As cinco variáveis (μ , Ψ_2 , Ψ_3 , Ψ_4 e N) foram combinadas e produziram 1250 cenários de simulação, os quais foram avaliados no software MeDiNa e produziram os seguintes valores para o ATR. Apresentam-se os 25 primeiros cenários de simulação com seus respectivos parâmetros de entrada, conforme Tabela 18. (A totalidade dos resultados consta no Apêndice A).

Tabela 18 – 25 primeiros resultados de ATR no MeDiNa

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa (mm)
1	0,300	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60
2	0,300	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,90
3	0,300	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40
4	0,300	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,80
5	0,300	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50
6	0,300	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,90
7	0,300	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90
8	0,300	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,40
9	0,300	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20
10	0,300	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,70
11	0,300	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,60
12	0,300	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80
13	0,300	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,40
14	0,300	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70
15	0,300	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,50
16	0,300	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80
17	0,300	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80
18	0,300	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,30
19	0,300	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,20
20	0,300	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60
21	0,300	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30
22	0,300	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,60
23	0,300	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00
24	0,300	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,40
25	0,300	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.1 Análise da influência das variáveis nos resultados máximos de ATR

Apresentam-se os 25 maiores resultados para ATR, calculados pelo *software* MeDiNa, com seus respectivos parâmetros de entrada, conforme Tabela 19.

Tabela 19 – 25 maiores resultados para ATR.

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa (mm)
210	0,300	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	8,10
220	0,300	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	8,10
460	0,330	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	8,00
470	0,330	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,90
710	0,350	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,90
720	0,350	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,90
208	0,300	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,80
960	0,380	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,80
970	0,375	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,80
1210	0,400	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,80
1220	0,400	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,80
218	0,300	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,70
458	0,330	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,70
230	0,300	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,60
468	0,330	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,60
708	0,350	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,60
160	0,300	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,50
209	0,300	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,50
240	0,300	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,50
480	0,330	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,50
718	0,350	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,50
958	0,375	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,50
170	0,300	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,40
219	0,300	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,40
410	0,330	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,40

Fonte: Elaborado pelo autor.

Análise da influência de cada variável no valor de ATR máximo:

a) Coeficiente de Poisson:

- Todos os valores de Poisson (0,3; 0,325; 0,35; 0,375 e 0,40) foram observados o que demonstra sua provável pequena relevância para os maiores valores de ATR.
- Este resultado difere dos de Araujo & Lima (2022) segundo o qual o coeficiente de Poisson da camada de base tem expressiva influência inversamente proporcional os resultados de ATR.

b) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_2 :

- O maior valor de Ψ_2 (0,4085), em módulo, ocorre em 23 dos 25 valores máximos de ATR. O que indica sua provável influência diretamente proporcional aos valores de ATR.
- Esse resultado condiz com o encontrado por Araujo & Lima (2022) que apontou o parâmetro Ψ_2 como a mais influente contribuição, na camada de base, para o ATR e com variação diretamente proporcional.

c) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_3 :

- Os dois menores valores 1,309 e 1,340 (menores valores entre os testados para esta variável) praticamente alternam-se entre os 25 maiores valores de ATR. O que remete a sua influência inversamente proporcional ao ATR;
- Estes resultados ratificam os de Araujo & Lima (2022) que demonstraram sensibilidade inversamente proporcional da variável Ψ_3 do material componente da camada de subleito aos valores de ATR.

d) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_4 :

- O valor de Ψ_4 igual a 0,069 (maior valor entre os valores de Ψ_4 analisados) ocorre em 18 dos 25 maiores resultados de ATR o que indica sua provável relação direta com os valores de ATR;
- Estes resultados coincidem com os de Araujo & Lima (2022) que demonstraram que a variável Ψ_4 é a segunda mais influente (para estruturas com tráfego leve)

na camada de subleito para os resultados de ATR e possui influência diretamente proporcional.

e) Número equivalente de eixos padrão N:

- O número N igual a 3.10^6 ocorre nos 23 dos 25 maiores resultados para o ATR.
- Resultado esperado haja vista o software MeDiNa utilizar o modelo de deformação permanente proposto por Guimarães (2009) o qual introduz o número de ciclos de aplicação da carga que se traduz em campo no número N como uma importante variável no cálculo do ATR, conforme Equação 5 da Revisão Bibliográfica.

4.1.2 Análise da influência das variáveis nos resultados mínimos de ATR

Na Tabela 20 apresentam-se os valores de ATR calculados pelo *software* MeDiNa e logo após explica-se a influência dos parâmetros de variação nestes resultados.

Tabela 20 – 25 menores resultados de ATR no MeDiNa

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa (mm)
41	0,300	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90
291	0,330	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90
541	0,350	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90
791	0,380	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90
1041	0,400	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90
1091	0,400	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	3,90
91	0,300	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00
341	0,330	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00
591	0,350	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00
841	0,375	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00
292	0,330	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10
542	0,350	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10
792	0,375	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10
891	0,375	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10
1042	0,400	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10
1141	0,400	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10
42	0,300	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,20
141	0,300	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa (mm)
281	0,330	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20
342	0,330	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20
391	0,330	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20
531	0,350	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20
592	0,350	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20
641	0,350	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20
781	0,375	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20

Fonte: elaborado pelo autor.

4.1.3 Análise da influência de cada variável no valor de ATR mínimo

a) Coeficiente de Poisson:

- Todo os valores de Poisson (0,3; 0,325; 0,35; 0,375 e 0,40) foram observados e sem padrão repetição, o que demonstra sua provável pequena relevância para os menores valores de ATR.
- Este resultado difere dos de Araujo & Lima (2022) segundo o qual o coeficiente de Poisson da camada de base tem expressiva influência inversamente proporcional os resultados de ATR.

b) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_2 :

- Os menores valores de Ψ_2 , em módulo, (0,0647 e 0,0970) ocorre em 20 dos 25 valores mínimos de ATR. O que indica sua provável influência diretamente proporcional aos valores de ATR.
- Esse resultado condiz com o encontrado por Araujo & Lima (2022) que apontou o parâmetro Ψ_2 como a mais influente contribuição na camada de base para o ATR e com variação diretamente proporcional.

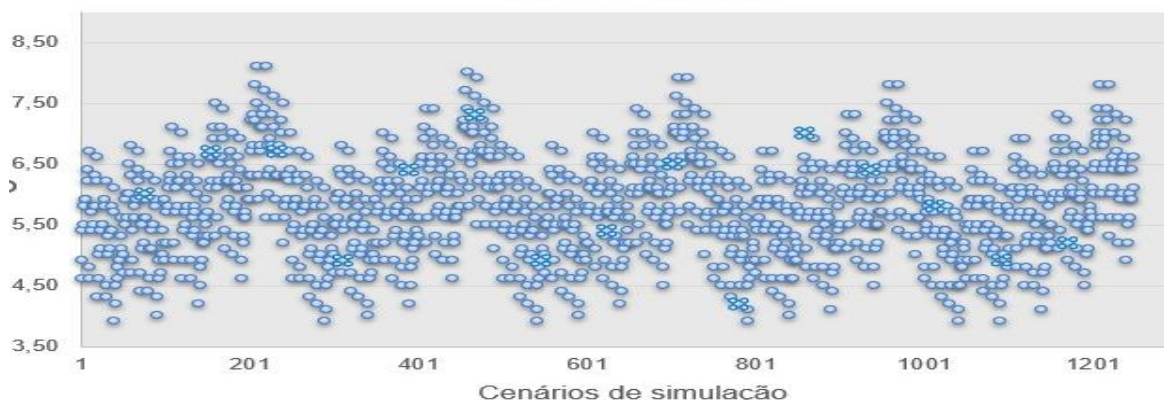
c) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_3 :

- O maior valor de Ψ_3 (1,875) foi observado em 22 dos 25 menores resultados de ATR. O que remete a sua influência inversamente proporcional ao ATR. Lógica semelhante encontrada ao analisar os 10 maiores valores de ATR.

- Estes resultados ratificam os de Araujo & Lima (2022) que demonstraram sensibilidade inversamente proporcional de Ψ_3 do subleito aos valores de ATR.
- d) Coeficiente de regressão da deformação permanente Ψ_4 :
- O valor de $\Psi_4(0,038)$, menor valor entre os valores de Ψ_4 analisados, ocorre em todos os 25 menores resultados de ATR o que indica sua provável relação direta.
 - Estes resultados coincidem com os de Araujo & Lima (2022) que demonstraram que a variável Ψ_4 é a segunda mais influente na camada de subleito para os resultados de ATR e possui relação diretamente proporcional.
- e) Número equivalente de eixos padrão N:
- O número N igual a 1.10^6 ocorre em 17 dos 25 menores resultados para o ATR.
 - Resultado esperado haja vista o software MeDiNa utilizar o modelo de deformação permanente proposto por Guimarães (2009) o qual introduz o número de ciclos de aplicação da carga que se traduz em campo no número N como uma importante variável no cômputo do ATR alterando-o por meio de produto com as demais variáveis, conforme Equação 5 da Revisão Bibliográfica.

Os valores de ATR calculado pelo MeDiNa variaram entre 3,90 e 8,10 mm. O que pode ser observado pelo gráfico de dispersão (Gráfico 1).

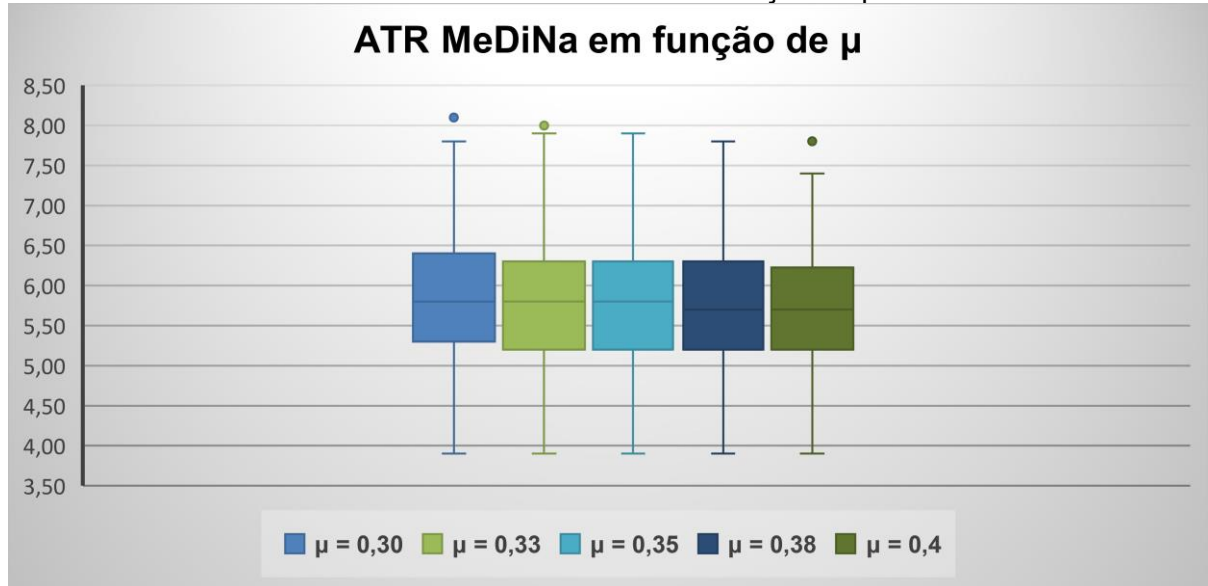
Gráfico 1– Dispersão de valores para o ATR
ATR MeDiNa



Fonte: elaborado pelo autor.

O parâmetro μ impacta, de modo inversamente proporcional, os resultados de ATR, porém a influência é mínima nos resultados, conforme Gráfico 2.

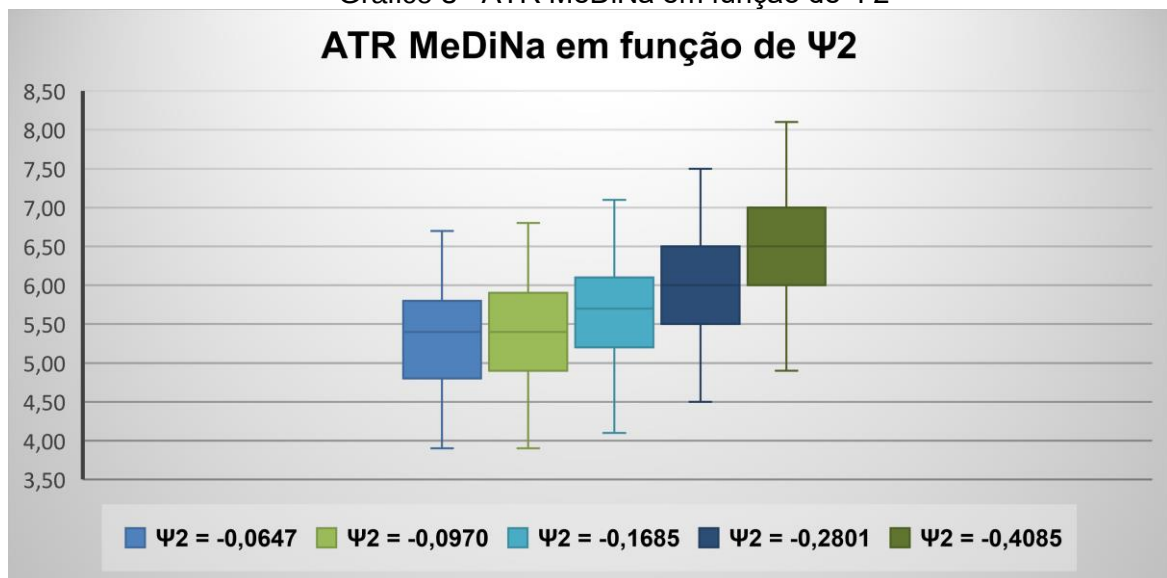
Gráfico 2– ATR MeDiNa em função de μ



Fonte: elaborado pelo autor.

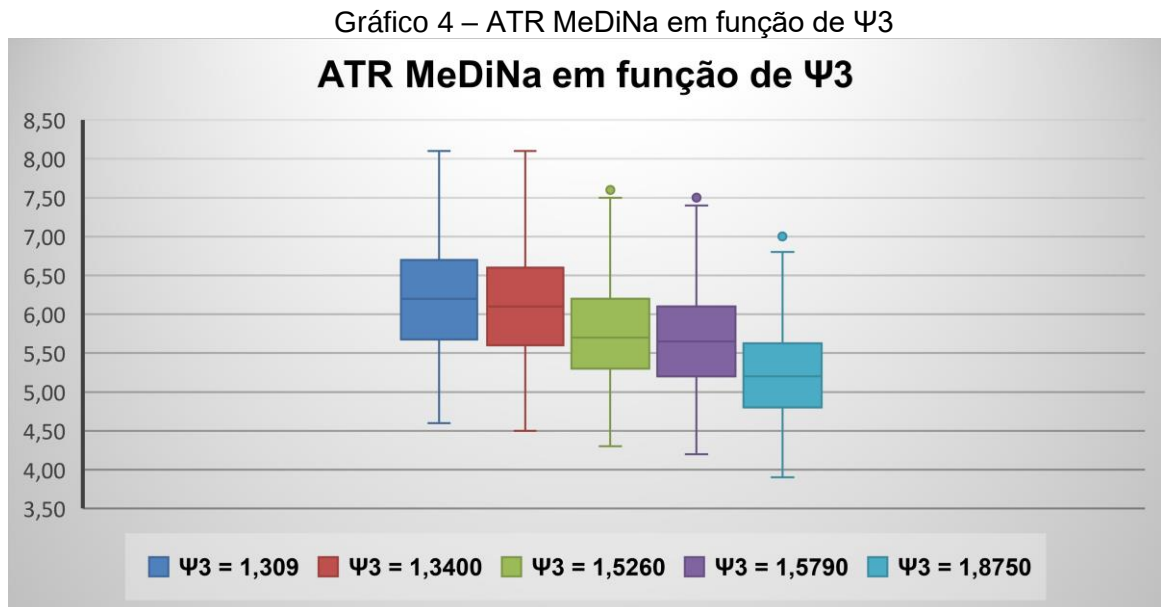
No Gráfico 3 observa-se a maior influência e a variação, diretamente proporcional, de Ψ_2 com os resultados de ATR, conforme explicado nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2.

Gráfico 3– ATR MeDiNa em função de Ψ_2



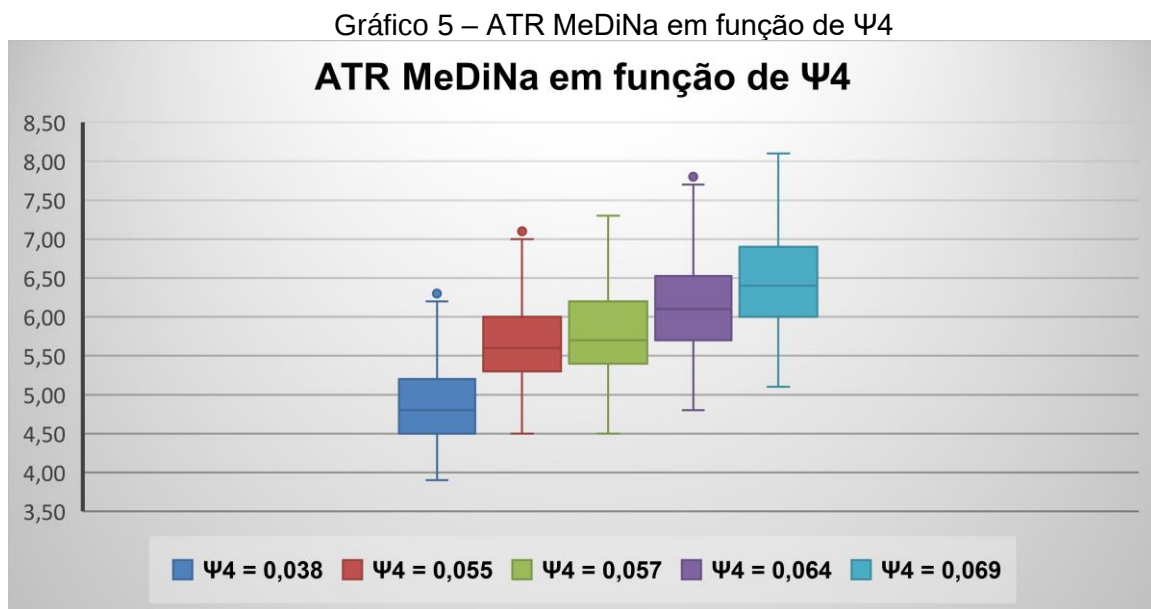
Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 4 observa-se a maior influência e a variação, inversamente proporcional, de Ψ_3 com os resultados de ATR, conforme explicado nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2.



Fonte: elaborado pelo autor.

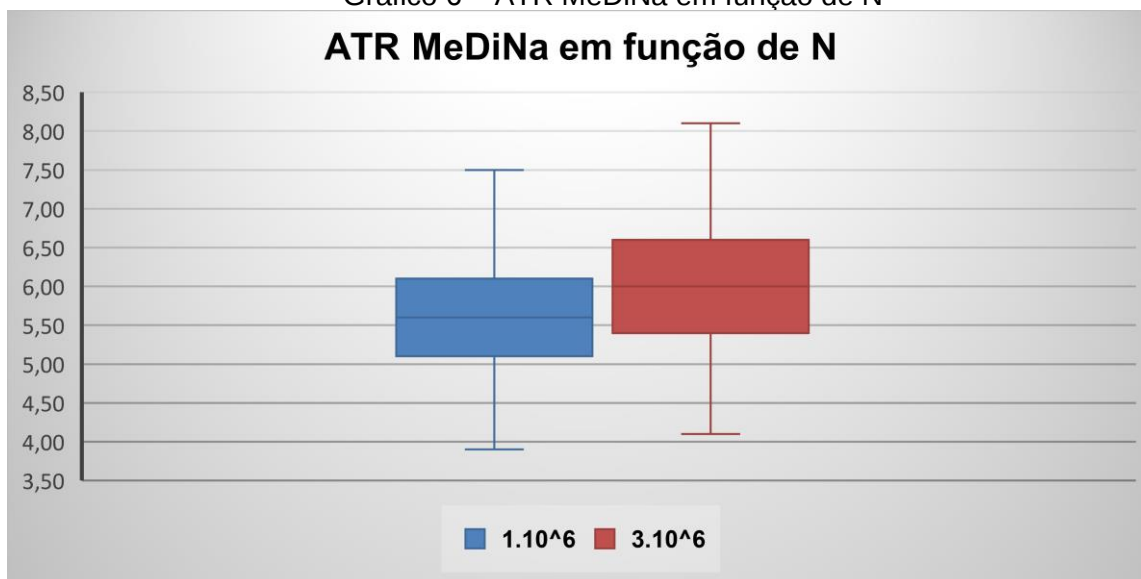
No Gráfico 5 observa-se a alta influência e a variação, diretamente proporcional, de Ψ_4 com os resultados de ATR, conforme explicado nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2.



Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 6 observa-se a pequena influência e a variação, diretamente proporcional, de N com os resultados de ATR, conforme explicado nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2.

Gráfico 6 – ATR MeDiNa em função de N



Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 ANÁLISE DO MODELO

O modelo proposto busca analisar a influência de 5 variáveis, sendo quatro inerentes ao material da camada analisada como o coeficiente de Poisson (μ) e os coeficientes de regressão da deformação permanente (Ψ_i) e um referente ao tráfego, representado pelo número N. Trata-se de um modelo de regressão linear múltipla, que correlaciona as cinco variáveis analisadas por meio de coeficientes β_i , conforme tabela 17, e resulta numa estimativa do valor de ATR, conforme Equação 9.

$$ATR(mm) = 4,7 - 1,0462 \cdot \mu - 3,6167 \cdot \Psi_2 - 1,7020 \cdot \Psi_3 + 50,8995 \cdot \Psi_4 + 2,2 \cdot 10^{-7} \cdot N \quad (9)$$

4.2.1 Principais resultados nos 1250 cenários de simulação

Nesta pesquisa considera-se um erro de até 10% entre valores medidos pelo MeDiNa e os calculados pelo modelo de regressão, como razoável. É necessário definir esse valor para orientar a discussão dos resultados e determinar se o modelo é bom ou não para prever o ATR considerando as variáveis analisadas.

A Tabela 21 apresenta os 25 cenários em que ocorrem os maiores erros entre ATR calculados pelo MeDiNa e pelo modelo de regressão. (Tabela 21 completa com

os erros calculados para todos os cenários está contida no Apêndice A). Em apenas 2 dos 1250 cenários de simulação o erro foi maior que 10%, isto representa 0,16% do total de simulações.

Nestes 25 cenários, todos os valores analisados de μ e Ψ_2 ocorrem sem um padrão de repetição marcante, o que indica sua pequena contribuição para os resultados de ATR. Por sua vez, o menor valor de Ψ_4 (0,038) ocorre em todos os 25 cenários em que o ATR calculado pelo modelo é inferior ao ATR calculado pelo MeDiNa. O que se justifica devido a sua elevada contribuição ($\beta_0 = 50,89$), de modo diretamente proporcional, aos resultados de ATR.

Lógica semelhante ocorre com a variável Ψ_3 (1,875), maior para esta variável, que ocorre em 22 destes 25 cenários (Tabela 21). Devido a sua influência, inversamente proporcional, nos resultados de ATR, quando se utiliza valores maiores para Ψ_3 obtém-se menores valores de ATR, o que pode ser observado também no Gráfico 3. Quanto à variável N, o valor 1.10^6 , menor valor para este parâmetro, ocorre em 24 dos 25 cenários. Resultado esperado devido à contribuição, diretamente proporcional, aos valores de ATR.

Tabela 21 – 25 cenários em que ocorrem maiores erros.

Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
0,400	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,48	-10,75
0,380	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,50	-10,22
0,380	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,62	-9,54
0,350	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,53	-9,41
0,330	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,55	-8,88
0,350	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,65	-8,76
0,330	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,67	-8,23
0,300	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,59	-8,07
0,400	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,60	-7,76
0,300	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,70	-7,45
0,300	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,20	4,83	-7,14
0,350	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,91	-6,95
0,330	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,93	-6,45
0,400	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10	3,86	-5,95
0,330	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,10	4,80	-5,94
0,300	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,60	5,27	-5,90
0,330	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,60	4,33	-5,81
0,300	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,96	-5,70

Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Tráfego (N)	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
0,380	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10	3,88	-5,44
0,400	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,50	4,26	-5,34
0,400	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,07	-5,24
0,400	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20	3,98	-5,13
0,300	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,60	4,36	-5,13
0,380	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,00	4,74	-5,10
0,300	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,09	-4,91

Fonte: elaborado pelo autor.

Entre as 1250 simulações, 783 (62,64%) apresentaram erro positivo, superestimação de resultados pelo modelo de regressão, com erro médio de 1,33%. Outras 467 (37,36%) apresentaram erro negativo, subestimação de resultados pelo modelo de regressão, com erro médio de 1,63%.

Por isso, infere-se que o modelo funciona bem para prever os resultados de ATR com base nos parâmetros μ e Ψ_2 da camada de base, Ψ_3 e Ψ_4 do subleito e N.

4.2.2 Análise das estatísticas de regressão

A análise das estatísticas de regressão é um importante parâmetro para se avaliar numericamente a precisão do modelo. O coeficiente de determinação (R^2) foi igual 0,693. Este coeficiente indica o percentual de variação dos dados que podem ser explicados pela variável preditora. Nesse caso, aproximadamente, 70% dos resultados são explicados pelo modelo de regressão. Para Damásio (2022) é importante salientar que o R^2 incorpora um viés, ele aumenta à medida que aumenta a quantidade de dados ainda que os dados sejam ruins enquanto preditores. Para corrigir esse valor adota-se o R^2 (ajustado), o qual leva em consideração a quantidade de dados do modelo e limita o viés do R^2 . O valor de R^2 ajustado (0,692) é bem próximo do R^2 (0,693) indica que o modelo é bom e que é pouco influenciado pela quantidade de dados, conforme Tabela 22.

Destaca-se que R^2 (69,3%) é um bom resultado. O *software* MeDiNa incorpora muitas variáveis e procedimentos complexos para calcular o valor de ATR. Apenas com 5 variáveis o modelo de regressão explica aproximadamente 70% da variação dos resultados.

Tabela 22– Estatística do modelo de regressão

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,832
R-Quadrado	0,693
R-quadrado ajustado	0,692
Erro padrão	0,545
Observações	1250

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando o “Valor P” para cada β_i , todos os valores encontrados são menores que 0,05, isto indica que as variáveis analisadas são significativas estatisticamente para determinar a variável dependente, conforme Tabela 23.

Tabela 23 – Valor P dos coeficientes de beta.

β_i	valor-P
β_0	$7,99.10^{-90}$
β_i	valor-P
β_1	$1,87.10^{-2}$
β_2	$3,73.10^{-146}$
β_3	$7,51.10^{-94}$
β_4	$2,42.10^{-186}$
β_5	$4,6.10^{-43}$

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 24 – Parâmetros Anova.

ANOVA				
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>
Regressão	5	833,36	166,67	561,34
Resíduo	1244	369,37	0,30	
Total	1249	1202,73		

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 25 – Coeficientes e erro padrão.

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
β_0	4,70	0,22	21,85	$7,99.10^{-90}$
β_1	-1,05	0,44	-2,36	$1,87.10^{-2}$
β_2	-3,62	0,12	-29,59	$3,73.10^{-146}$
β_3	-1,70	0,08	-22,43	$7,51.10^{-94}$
β_4	50,90	1,46	34,86	$2,42.10^{-186}$

β_5	$2,20 \cdot 10^{-7}$	$1,54 \cdot 10^{-8}$	14,30	$4,60 \cdot 10^{-43}$
-----------	----------------------	----------------------	-------	-----------------------

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.2.1 Análise dos coeficientes de regressão

Os valores de β_i são indicativos da influência desta variável no modelo, isto é, quanto maior seus valores em módulo mais esta variável modifica o resultado e o oposto também é verdadeiro. No entanto, deve-se analisar a magnitude numérica das variáveis, isto é, o número de casas decimais. Neste modelo, por exemplo, observa-se que o β_5 possui um valor muito pequeno comparada aos demais β_i , porém deve-se observar que a variável associada a ele possui valores elevados da ordem de 10^6 , o que, portanto, é razoável.

Análise das constantes β_i :

- a) O valor de β_0 (intersecção) igual a 4,7017 representa o valor de ATR quando os demais parâmetros μ , Ψ_i e N forem nulos, o que não é possível ocorrer fisicamente. Portanto, esta constante tem valor apenas estatístico para o modelo;
- b) A constante β_1 está associada ao coeficiente de Poisson (μ) da camada de base. Ele é igual -1,0462, possui valor em módulo pouco expressivo em relação aos demais β_i e o sinal negativo indica relação inversamente proporcional aos valores de ATR, isto é, maiores valores de μ da camada de base tendem a reduzir os valores de ATR. Estes resultados ratificam os encontrados na análise dos 10 maiores e dos 10 menores valores de ATR, nos quais o μ foi pouco influente, porém com correlação inversamente proporcional. No entanto, esta interpretação de β_1 difere da de Araujo & Lima (2022) no qual apresentou alta relevância do coeficiente de Poisson e correlação inversamente proporcional nos valores de ATR;
- c) A constante β_2 (-3,6167) associa-se ao Ψ_2 do material componente da camada de base. Seu valor em módulo é considerável, segundo maior entre os β_i , excluindo-se o β_0 , e, portanto, exerce considerável influência nos resultados de

ATR. Embora seu valor seja negativo, seu impacto é medido pelo produto com os valores de Ψ_2 , os quais são todos negativos, e, portanto, seus resultados alteram positivamente os valores de ATR. Estes resultados ratificam os de Araujo & Lima (2022) os quais encontraram na variável Ψ_2 do material da camada de base a maior influência diretamente proporcional nos resultados de ATR. Estes resultados também confirmam a hipótese do tópico 4.1 em relação a Ψ_2 para os dez maiores e menores valores de ATR;

- d) A constante β_3 (-1,7020) associa-se ao Ψ_3 do material componente da camada de subleito. Trata-se do terceiro maior valor em módulo entre os β_i , excluindo-se o β_0 . Seu valor negativo, associado aos valores positivos de Ψ_3 analisados, indica correlação inversamente proporcional aos resultados de ATR. Estes resultados coincidem com os de Araújo & Lima (2022) sobre a sensibilidade inversamente proporcional dos valores de ATR às variações do parâmetro Ψ_3 do material componente da camada de subleito;
- e) A constante β_4 (50,8995) associa-se ao Ψ_4 do material componente da camada de subleito. Nesta constante encontra-se o maior valor entre as constantes de regressão β_i . Indicativo de que o parâmetro Ψ_4 do material da camada de subleito é mais influente para modificar os resultados de ATR. Possui correlação diretamente proporcional aos valores de ATR. Estes resultados coincidem com os de Araujo & Lima (2022) sobre a sensibilidade diretamente proporcional dos valores de ATR às variações significativas do parâmetro Ψ_4 do material componente da camada de subleito. Ratifica também as hipóteses de influenciam do Ψ_4 apresentadas no tópico 4.1;
- f) A constante β_5 ($2,20 \cdot 10^{-7}$) associa-se ao número N que representa o número de repetições do eixo padrão ($1 \cdot 10^6$ e $3 \cdot 10^6$). Trata-se de um valor muito pequeno, mas que não pode ser desprezado devido aos elevados valores N associados a ele. Ao multiplicar esta constante pelos valores de N, obtém-se acréscimos de 0,22 e 0,66 mm aos valores de ATR. Estes resultados condizem com as hipóteses admitidas no tópico 4.1 referentes ao impacto do número N nos resultados de ATR.

A Tabela 26 apresenta o produto entre os coeficientes de regressão (β_i) e os valores médios para as variáveis analisadas. Observa-se o maior impacto devido aos produtos $\beta_4.\Psi_4$ que acrescenta 2,88 mm e $\beta_3.\Psi_3$ que reduz 2,59 mm, ambos em média, dos resultados de ATR. Por outro lado, $\beta_2.\Psi_2$ e $\beta_5.N$ acrescentam 0,73 mm e 0,44 mm, respectivamente e $\beta_1.\mu$ reduz 0,36 mm em média os resultados de ATR. Portanto, pode-se definir uma ordem de importância para os resultados de ATR. Os parâmetros Ψ_4 , Ψ_2 e N , nesta ordem, são os que mais acrescentam e Ψ_3 e μ os que mais reduzem os resultados de ATR.

Tabela 26 – Produto entre β_i e variáveis do pavimento.

$\beta_1.\mu$	$\beta_2.\Psi_2$	$\beta_3.\Psi_3$	$\beta_4.\Psi_4$	$\beta_5.N$
-0,36828	0,736935	-2,59685	2,880915	0,440811

Fonte: elabora pelo autor.

4.3 VALIDAÇÃO DO MODELO

A validação do modelo de regressão para estimar o ATR baseou-se na extrapolação dos valores inicialmente adotados e a posterior interpolação entre essas variáveis produziu 243 novos cenários de simulação.

Os parâmetros foram extrapoladas em 10% abaixo do valor mínimo, 10% acima do valor médio e 10% acima do valor máximo adotado. Os valores calculados para cada variável, nos três níveis de extrapolação, organizam-se na Tabela 16, mostrada no Método.

O ATR foi calculado pelo modelo de regressão, de acordo com a Equação 9, e confrontado com o ATR calculado pelo MeDiNa, conforme Equação 8, descrita no Método. A Tabela 27 apresenta os primeiros 25 resultados. (Totalidade dos resultados consta no Apêndice B).

Tabela 27 – Primeiros 25 resultados cenários de validação do modelo.

Cenários	μ	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02.10^5$	6,30	5,98	-5,10
2	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$2,20.10^6$	6,60	6,26	-5,08
3	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$3,30.10^6$	6,70	6,51	-2,88
4	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$9,02.10^5$	7,50	7,23	-3,59
Cenários	μ	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro

5	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	2,20.10 ⁶	7,90	7,52	-4,85
6	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	3,30.10 ⁶	8,10	7,76	-4,20
7	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	9,02.10 ⁵	8,60	8,10	-5,80
8	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	2,20.10 ⁶	9,20	8,39	-8,83
9	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	3,30.10 ⁶	9,50	8,63	-9,16
10	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	9,02.10 ⁵	5,50	5,00	-9,03
11	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	2,20.10 ⁶	5,80	5,29	-8,80
12	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	3,30.10 ⁶	6,00	5,53	-7,80
13	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	9,02.10 ⁵	6,50	6,26	-3,76
14	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	2,20.10 ⁶	6,90	6,54	-5,19
15	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	3,30.10 ⁶	7,10	6,78	-4,45
16	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	9,02.10 ⁵	7,30	7,13	-2,38
17	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	2,20.10 ⁶	7,80	7,41	-4,97
18	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	3,30.10 ⁶	8,10	7,65	-5,50
19	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	9,02.10 ⁵	5,20	4,47	-13,96
20	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	2,20.10 ⁶	5,50	4,76	-13,45
21	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	3,30.10 ⁶	5,70	5,00	-12,23
22	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	9,02.10 ⁵	6,00	5,73	-4,56
23	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	2,20.10 ⁶	6,40	6,01	-6,05
24	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	3,30.10 ⁶	6,60	6,25	-5,23
25	0,27	-0,4493	2,062	0,0759	9,02.10 ⁵	6,80	6,60	-2,99

Fonte: elabora pelo autor.

Na Tabela 28 observa-se cenários com erros superiores a 10%, em módulo, de previsão do ATR, medido pelo modelo de regressão, comparado ao calculado pelo software MeDiNa. Nestes resultados, o modelo de regressão subestimou os valores de ATR em valores médios de erro iguais a 12,91 %. Níveis de erro significativos e que não atuam a favor da segurança (subestimam valores reais de ATR).

Estabelecendo o valor de 10% como um erro razoável e admissível para o modelo. Observa-se que apenas 15 cenários obtiveram erros percentuais superiores a 10%, isto representa 6,17% do total de cenários analisados (243).

Tabela 28 – Erros superiores a 10% entre ATR(MeDiNa) e ATR(Modelo) nos cenários de validação.

Cenários	μ	$\Psi 2$	$\Psi 3$	$\Psi 4$	N	ATR MeDiNa	ATR MODELO	ERRO
235	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	9,02.10 ⁵	3,50	2,88	-17,66
154	0,39	-0,0582	2,062	0,0342	9,02.10 ⁵	3,50	2,93	-16,16
73	0,27	-0,0582	2,062	0,0342	9,02.10 ⁵	3,60	3,06	-15,01
236	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	2,20.10 ⁶	3,70	3,17	-14,38
19	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	9,02.10 ⁵	5,20	4,47	-13,96
20	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	2,20.10 ⁶	5,50	4,76	-13,45
Cenários	μ	$\Psi 2$	$\Psi 3$	$\Psi 4$	N	ATR MeDiNa	ATR MODELO	ERRO

155	0,39	-0,0582	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	3,70	3,22	-12,96
21	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,70	5,00	-12,23
74	0,27	-0,0582	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	3,80	3,35	-11,95
208	0,44	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,44	-11,87
46	0,27	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,10	3,61	-11,83
145	0,39	-0,0582	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,46	-11,19
127	0,39	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,49	-10,53
237	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	3,80	3,41	-10,25
226	0,44	-0,0582	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,80	3,41	-10,23

Fonte: elaborado pelo autor.

Todos os maiores erros são negativos, isto é, resultam de uma subestimação entre ATR calculado pelo modelo e pelo *software* MeDiNa. Por isso, os parâmetros envolvidos nestes cenários tendem a reduzir os resultados de ATR, seja contribuindo pouco com $\Psi_4(0,0342)$, Ψ_2 (-0,0582) e N ($9,02$) ou reduzindo muito com Ψ_3 (2,062) e μ (0,27;0,39 e 0,44).

Todos os valores do parâmetro μ (0,27;0,39 e 0,44) variados na validação, são observados sem um padrão de repetição marcante, compondo os cenários de simulação que resultam nos maiores erros. Por isso, infere-se que esta variável pouco influencia os resultados de ATR, o que pode ser observado também pelo Gráfico 2.

Por sua vez, Ψ_2 (-0,0582), menor valor desta variável em módulo, ocorre em 9 dos 15 cenários que resultam nos maiores erros. Por isso, infere-se que esta variável altera, de forma diretamente proporcional, os resultados de ATR, porém sem modificações significantes, devido a ordem de grandeza dos seus valores comparado às demais variáveis.

O parâmetro Ψ_3 (2,062) ocorre 13 destes 15 cenários. Este parâmetro impacta, de modo inversamente proporcional, os resultados de ATR. Logo, era esperado que seu maior valor (2,062) fosse encontrado com significância nestes resultados.

O parâmetro Ψ_4 (0,0342), menor valor desta variável, repete-se em todos os 15 cenários que resultam nos maiores erros, conforme Tabela 28. Resultado esperado, pois Ψ_4 modifica significativamente, de modo diretamente proporcional, os resultados de ATR.

Em geral, quando se utiliza valores extrapolados (10% acima do mínimo ou 10% acima do máximo) daqueles utilizados para a calibração do modelo, especialmente nas variáveis Ψ_3 e Ψ_4 os erros são grandes. Porém, quando se

interpola, isto é, usam-se valores próximos da média dos valores de calibração do modelo, os erros são muito menores, conforme Tabela 29.

Tabela 29 – 25 menores erros entre ATR(MeDiNa) e ATR(Modelo) nos cenários de validação.

Cenários	μ	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MEDINA	ATR MODELO	ERRO
194	0,44	-0,2117	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,50	6,48	-0,31
41	0,27	-0,2117	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,70	5,68	-0,31
162	0,39	-0,0582	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,60	5,59	-0,26
151	0,39	-0,0582	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,60	5,59	-0,25
211	0,44	-0,2117	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,70	4,69	-0,23
104	0,39	-0,4493	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,90	5,89	-0,22
98	0,39	-0,4493	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,30	7,29	-0,18
109	0,39	-0,2117	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,00	4,99	-0,12
86	0,39	-0,4493	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	7,40	7,39	-0,12
201	0,44	-0,2117	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,50	4,49	-0,11
45	0,27	-0,2117	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,80	6,80	-0,07
33	0,27	-0,2117	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,90	6,90	0,00
149	0,39	-0,0582	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,00	5,00	0,04
241	0,44	-0,0582	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,00	5,00	0,09
29	0,27	-0,2117	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,40	5,41	0,10
81	0,27	-0,0582	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,70	5,71	0,19
70	0,27	-0,0582	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,70	5,71	0,20
58	0,27	-0,0582	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,80	5,82	0,28
169	0,44	-0,4493	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,90	7,92	0,30
159	0,39	-0,0582	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	4,70	4,71	0,32
28	0,27	-0,2117	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,10	5,12	0,38
99	0,39	-0,4493	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,50	7,53	0,39
53	0,27	-0,2117	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,00	6,02	0,39
125	0,39	-0,2117	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,40	6,43	0,43
87	0,39	-0,4493	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	7,60	7,63	0,45

Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, ressalta-se que o modelo de regressão para prever os resultados de ATR por meio de parâmetros da camada de base, do subleito e do tráfego, funcionou bem para as condições de contorno em que foi criado. Em apenas em 2 dos 1250 cenários (0,16%) houve erros superiores a 10% comparados ao ATR previsto pelo MeDiNa. Seus coeficientes foram bem calibrados o que resultou em coeficiente de determinação R^2 igual 0,693, isto é, o modelo explica aproximadamente 70% dos resultados. Todas as variáveis analisadas possuem significância estatística e,

portanto, contribuem matematicamente e mecanicamente para os resultados do Afundamento de Trilha de Roda.

As variáveis que mais influenciam, de forma diretamente proporcional, os resultados de ATR são Ψ_4 do subleito, Ψ_2 da camada de base e número N, nesta ordem de importância. Isto pode observado nos Gráficos 3, 5 e 6 e nas Tabelas 18, 23, 24, 26 e 27. Estes resultados diferem parcialmente de Araujo & Lima (2022) que apontaram Ψ_2 da camada de base como a variável mais influente nos resultados de ATR.

As variáveis que mais influenciam, de forma inversamente proporcional, os resultados de ATR são Ψ_3 do subleito e coeficiente de Poisson da camada de base, nesta ordem de importância. Isto pode observado nos Gráficos 2 e 4 e nas Tabelas 18, 23, 24, 26 e 27. Estes resultados diferem parcialmente de Araujo & Lima (2022) que apontaram μ da camada de base como a variável mais influente, de modo inversamente proporcional, nos resultados de ATR. Destaca-se que Araujo & Lima (2022) usaram estruturas distintas de pavimento que continham camada de sub-base.

Estes resultados denotam que as variáveis escolhidas para compor o modelo de previsão de ATR são adequadas, mas que há necessidade de se continuar a linha de investigação para que se possa aquilatar de maneira mais adequada a influência da estrutura do pavimento (número e espessuras de camadas) nos modelos de previsão de ATR.

Por sua vez, na análise de validação do modelo, os resultados da regressão produzem percentuais de erros mais elevados e em maior número. Em 15/243 (6,17%) dos cenários de validação ocorrem erros maiores que 10% entre os resultados de ATR calculados pelo modelo e os calculados pelo *software* MeDiNa. Os maiores erros ocorrem nos cenários em que uma ou mais das variáveis mais influentes como Ψ_4 e Ψ_3 assumem valores 10% abaixo do valor mínimo ou 10% acima do valor máximo (valores extrapolados). Por outro lado, os menores erros ocorrem nos cenários em que as variáveis assumem valores próximos aos do modelo de calibração, conforme Tabela 27.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa tem por objetivo gerar um modelo de previsão do Afundamento de Trilha de Roda (ATR) em função de parâmetros do tráfego, da base e do subleito. O software MeDiNa exige ensaios complexos para a caracterização dos materiais. Estes ensaios ainda não são executados de forma corriqueira, especialmente na região Norte do Brasil, isto faz com que pesquisadores busquem correlações, publicadas na literatura, para obter os parâmetros de entrada do MeDiNa. Essas correlações incorporam erros e não devem ser utilizadas indiscriminadamente. Por isso, verificações adicionais, como análises de sensibilidade e modelos de previsão do comportamento da estrutura, são importantes para auxiliar o projetista na tomada de decisão.

Além disso, os modelos teóricos que alimentam o MeDiNa são complexos e necessitam de muitas variáveis para completa caracterização e utilização. Desse modo, o desenvolvimento de equações lineares, embora percam em qualidade, facilitam o entendimento do que acontece com o ATR em função dos parâmetros de entrada e permitem ao projetista um conhecimento mais completo, sem ficar restrito ao valor numérico e pontual emitido pelo MeDiNa.

O trabalho atingiu seu objetivo, pois conseguiu gerar um modelo de previsão do ATR, a partir de cinco variáveis (N , μ e Ψ_2 da base, Ψ_3 e Ψ_4 do subleito). Seus principais resultados foram:

- a) O parâmetro Ψ_4 do subleito foi o que mais contribuiu, de modo diretamente proporcional, para os valores de ATR;
- b) O parâmetro Ψ_3 do subleito foi o que mais contribuiu, de modo inversamente proporcional, para os valores de ATR;
- c) O parâmetro Ψ_2 foi responsável pela segunda maior contribuição, de modo diretamente proporcional, para os valores de ATR;
- d) O parâmetro N pouco contribuiu, comparado a Ψ_3 e Ψ_4 , para os resultados de ATR. No entanto, foi mais influente que o μ .
- e) O parâmetro μ proporcionou a menor contribuição para os valores de ATR;

- f) Constatou-se que, para a estrutura em estudo – revestimento com 7,5 cm e base com 20,0 cm, os parâmetros de deformação do subleito (Ψ_3 e Ψ_4) explicam a maior parte da variação do ATR;
- g) O Coeficiente de Determinação (R^2) encontrado foi de 0,693, o que representa um bom modelo de regressão linear múltipla e explica aproximadamente 70% dos resultados.
- h) Em apenas 2 dos 1250 cenários de simulação o erro foi maior que 10%, isto representa 0,16% do total de simulações, o que indica a boa qualidade de previsão do modelo de regressão.
- i) Em 15 dos 243 (6,17%) dos cenários de validação ocorrem erros maiores que 10% entre os resultados de ATR calculados pelo modelo e os calculados pelo *software* MeDiNa. Os maiores erros ocorrem nos cenários em que uma ou mais das variáveis mais influentes como Ψ_4 e Ψ_3 assumem valores 10% abaixo do valor mínimo ou 10% acima do valor máximo (valores extrapolados). Por outro lado, os menores erros ocorrem nos cenários em que as variáveis assumem valores próximos aos do modelo de calibração.
- j) O modelo de regressão funciona melhor quando os valores dos parâmetros de inserção estão próximos das condições de contorno estabelecidas. Por outro lado, perde-se precisão se utiliza valores extrapolados (10% abaixo do mínimo e 10% acima do máximo).

Por fim, cabe destacar que as conclusões ora expostas são válidas para as condições de contorno dessa pesquisa, ou seja, pavimento com apenas 2 camadas, revestimento e base, constituída por Concreto Asfáltico Classe C1 e Material Granular tipo BGG C1 e com espessuras de 7,50 cm e 20,0 cm, respectivamente. Modificações importantes nessas condições de contorno como inclusão de camadas, mudanças de material ou mesmo de espessura ensejariam novas análises.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante dos resultados obtidos e buscando uma continuidade e complementação da pesquisa, sugerem-se investigações nas seguintes direções:

- A) Adotar mais níveis de variação das variáveis, produzindo um maior número de cenários de análise para geração do modelo de previsão de ATR;
- B) Modificar a estrutura do pavimento, com a inclusão de camadas;
- C) Busca por um modelo matemático não linear de previsão do ATR, visando obter maiores valores de R^2 ;
- D) Efetuar análises semelhantes, porém buscando gerar modelo de regressão linear múltipla para explicar a previsão de área trincada do pavimento, que é o outro importante resultado gerado pelo MeDiNa.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. B. M.; LIMA, L. P. R. **Análise de sensibilidade das respostas do software MeDiNa às variações dos parâmetros de entrada das camadas e do subleito de um pavimento flexível**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Légi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS. 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001735737>. Acesso em: 01 dez. 2022.
- CARDOSO, S. H. **Estudo de deformações resilientes de solos lateríticos da região de Brasília**. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 23, Florianópolis, 1988, Anais. Florianópolis-SC, ABPV, 1988. v.1; p.203-219.
- COUTINHO, J. C. P. **Dimensionamento de pavimentos asfálticos: comparação do método do DNER com um método mecanístico-empírico aplicada a um trecho**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- CUNTO, F. J. C. **Determinação do módulo de resiliência através de ensaios triaxiais dinâmicos e a sua estimativa a parti de ensaios de compressão simples: estudo de três solos do nordeste brasileiro**. 1998. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- DAMÁSIO, Bruno. **O que é regressão linear múltipla**. Psicometria Online. Disponível em: https://psicometriaonline.com.br/o-que-e-regressao-linear-multippla/?ltk_gcm=17931339741<k_gag=142884992791<k_gac=615943752685<k_gne=q&qclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUlcKGBOOYneWpZsnatMPviRI7nAuULjKEY7exSZiFwzwkPA_qp7-zlaAvm4EALw_wcB. Acesso em: 13 dez. 2022.
- DE BARROS, L.M. **Deformação permanente de misturas asfálticas: Avaliação do desempenho pelo critério de Flow Number de misturas quentes e mornas**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
- FRANCO, F. A. C. P. **Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SisPav**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- FRITZEN, Marcos Antonio. **Desenvolvimento e validação de função de transferência para previsão do dano por fadiga em pavimentos asfálticos**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

GUIMARÃES, A. C. R. **Um método mecanístico empírico para a previsão da deformação permanente em solos tropicais constituintes de pavimentos**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Informações gerais. **AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT)**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/ptbr/assuntos/rodovias/informacoes-gerais>. Acesso em: 13 dez. 2022.

Instituto de Pesquisas em Transporte. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de utilização do software MeDiNa**. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/medina/medina-1-1.5>. Acesso em: 12 dez. 2022.

LISBOA, Rose Suellen. **Guia de elaboração de trabalhos acadêmicos**. 2. ed. Belém: Universidade Federal do Pará, Biblioteca Central, 2021. 101p.

MEDINA, J; PREUSSLER, E. S. **Características resilientes de solos em estudos de pavimentos**. Solos e Rochas, v.3, n.1, p. 3-26, abr.

MOTTA, Laura Maria Goretti da. **Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis**: critério de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas. 1991. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/teses-de-doutorado/135-1991/753>. Acesso em: 05 set. 2022.

PITANGUI, Lara Cordeiro. **Análise comparativa do método do DNER com o método mecanístico-empírico MeDiNa**. 2019. Monografia de Projeto Final (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/25932>. Acesso em: 12 set. 2022.

SOUZA, Murilo Lopes de. **Método de projeto de pavimentos flexíveis**. 3 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: DNER, 1981.

APÊNDICE A – CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1	0,300	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,55	-1,12
2	0,300	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,90	4,99	1,82
3	0,300	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,41	0,26
4	0,300	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,85	0,94
5	0,300	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,52	0,28
6	0,300	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,96	0,96
7	0,300	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,87	-0,48
8	0,300	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,40	6,31	-1,36
9	0,300	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,13	-1,19
10	0,300	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,57	-1,98
11	0,300	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,50	-2,27
12	0,300	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80	4,94	2,85
13	0,300	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,36	-0,72
14	0,300	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70	5,80	1,79
15	0,300	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,50	5,46	-0,68
16	0,300	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80	5,90	1,79
17	0,300	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80	5,82	0,33
18	0,300	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,30	6,26	-0,64
19	0,300	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,07	-2,04
20	0,300	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60	6,51	-1,30
21	0,300	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,18	-2,81
22	0,300	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,60	4,62	0,43
23	0,300	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00	5,04	0,89
24	0,300	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,40	5,49	1,58
25	0,300	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10	5,15	0,91
26	0,300	-0,0647	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,59	1,58
27	0,300	-0,0647	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,50	0,05
28	0,300	-0,0647	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,94	0,74
29	0,300	-0,0647	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,76	-0,74
30	0,300	-0,0647	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,20	-0,03
31	0,300	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,09	-4,91
32	0,300	-0,0647	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,53	0,66
33	0,300	-0,0647	1,579	0,055	1.10^6	5,00	4,95	-0,91
34	0,300	-0,0647	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,40	1,79
35	0,300	-0,0647	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,06	-0,86
36	0,300	-0,0647	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,50	1,79
37	0,300	-0,0647	1,579	0,064	1.10^6	5,40	5,41	0,23
38	0,300	-0,0647	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,85	0,92
39	0,300	-0,0647	1,579	0,069	1.10^6	5,70	5,67	-0,58
40	0,300	-0,0647	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,11	0,13
41	0,300	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,59	-8,07

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
42	0,300	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,20	4,03	-4,14
43	0,300	-0,0647	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,45	-1,10
44	0,300	-0,0647	1,875	0,055	3.10^6	4,80	4,89	1,90
45	0,300	-0,0647	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,55	-1,04
46	0,300	-0,0647	1,875	0,057	3.10^6	4,90	4,99	1,90
47	0,300	-0,0647	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,91	0,18
48	0,300	-0,0647	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,35	0,93
49	0,300	-0,0647	1,875	0,069	1.10^6	5,10	5,16	1,24
50	0,300	-0,0647	1,875	0,069	3.10^6	5,60	5,60	0,07
51	0,300	-0,0970	1,309	0,038	1.10^6	4,70	4,67	-0,74
52	0,300	-0,0970	1,309	0,038	3.10^6	5,00	5,11	2,12
53	0,300	-0,0970	1,309	0,055	1.10^6	5,50	5,53	0,56
54	0,300	-0,0970	1,309	0,055	3.10^6	5,90	5,97	1,21
55	0,300	-0,0970	1,309	0,057	1.10^6	5,60	5,63	0,58
56	0,300	-0,0970	1,309	0,057	3.10^6	6,00	6,07	1,22
57	0,300	-0,0970	1,309	0,064	1.10^6	6,00	5,99	-0,19
58	0,300	-0,0970	1,309	0,064	3.10^6	6,50	6,43	-1,08
59	0,300	-0,0970	1,309	0,069	1.10^6	6,30	6,24	-0,90
60	0,300	-0,0970	1,309	0,069	3.10^6	6,80	6,68	-1,71
61	0,300	-0,0970	1,340	0,038	1.10^6	4,70	4,61	-1,86
62	0,300	-0,0970	1,340	0,038	3.10^6	4,90	5,05	3,13
63	0,300	-0,0970	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,48	1,44
64	0,300	-0,0970	1,340	0,055	3.10^6	5,80	5,92	2,05
65	0,300	-0,0970	1,340	0,057	1.10^6	5,60	5,58	-0,36
66	0,300	-0,0970	1,340	0,057	3.10^6	5,90	6,02	2,04
67	0,300	-0,0970	1,340	0,064	1.10^6	5,90	5,94	0,61
68	0,300	-0,0970	1,340	0,064	3.10^6	6,40	6,38	-0,36
69	0,300	-0,0970	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,19	-0,15
70	0,300	-0,0970	1,340	0,069	3.10^6	6,70	6,63	-1,03
71	0,300	-0,0970	1,526	0,038	1.10^6	4,40	4,30	-2,36
72	0,300	-0,0970	1,526	0,038	3.10^6	4,70	4,74	0,78
73	0,300	-0,0970	1,526	0,055	1.10^6	5,10	5,16	1,20
74	0,300	-0,0970	1,526	0,055	3.10^6	5,50	5,60	1,86
75	0,300	-0,0970	1,526	0,057	1.10^6	5,20	5,26	1,21
76	0,300	-0,0970	1,526	0,057	3.10^6	5,60	5,70	1,86
77	0,300	-0,0970	1,526	0,064	1.10^6	5,60	5,62	0,35
78	0,300	-0,0970	1,526	0,064	3.10^6	6,00	6,06	1,00
79	0,300	-0,0970	1,526	0,069	1.10^6	5,90	5,87	-0,44
80	0,300	-0,0970	1,526	0,069	3.10^6	6,30	6,31	0,23
81	0,300	-0,0970	1,579	0,038	1.10^6	4,40	4,21	-4,41
82	0,300	-0,0970	1,579	0,038	3.10^6	4,60	4,65	1,01
83	0,300	-0,0970	1,579	0,055	1.10^6	5,10	5,07	-0,57
84	0,300	-0,0970	1,579	0,055	3.10^6	5,40	5,51	2,07
85	0,300	-0,0970	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,17	1,43
86	0,300	-0,0970	1,579	0,057	3.10^6	5,50	5,61	2,07

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
87	0,300	-0,0970	1,579	0,064	1.10^6	5,50	5,53	0,53
88	0,300	-0,0970	1,579	0,064	3.10^6	5,90	5,97	1,19
89	0,300	-0,0970	1,579	0,069	1.10^6	5,80	5,78	-0,28
90	0,300	-0,0970	1,579	0,069	3.10^6	6,20	6,22	0,40
91	0,300	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,70	-7,45
92	0,300	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,30	4,14	-3,65
93	0,300	-0,0970	1,875	0,055	1.10^6	4,60	4,57	-0,71
94	0,300	-0,0970	1,875	0,055	3.10^6	4,90	5,01	2,21
95	0,300	-0,0970	1,875	0,057	1.10^6	4,70	4,67	-0,66
96	0,300	-0,0970	1,875	0,057	3.10^6	5,00	5,11	2,20
97	0,300	-0,0970	1,875	0,064	1.10^6	5,00	5,03	0,51
98	0,300	-0,0970	1,875	0,064	3.10^6	5,40	5,47	1,23
99	0,300	-0,0970	1,875	0,069	1.10^6	5,20	5,28	1,54
100	0,300	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,90	5,98	1,34
101	0,300	-0,1685	1,309	0,038	1.10^6	4,90	4,92	0,49
102	0,300	-0,1685	1,309	0,038	3.10^6	5,20	5,36	3,17
103	0,300	-0,1685	1,309	0,055	1.10^6	5,70	5,79	1,57
104	0,300	-0,1685	1,309	0,055	3.10^6	6,10	6,23	2,13
105	0,300	-0,1685	1,309	0,057	1.10^6	5,80	5,89	1,57
106	0,300	-0,1685	1,309	0,057	3.10^6	6,30	6,33	0,51
107	0,300	-0,1685	1,309	0,064	1.10^6	6,20	6,25	0,76
108	0,300	-0,1685	1,309	0,064	3.10^6	6,70	6,69	-0,18
109	0,300	-0,1685	1,309	0,069	1.10^6	6,50	6,50	0,03
110	0,300	-0,1685	1,309	0,069	3.10^6	7,10	6,94	-2,22
111	0,300	-0,1685	1,340	0,038	1.10^6	4,90	4,87	-0,59
112	0,300	-0,1685	1,340	0,038	3.10^6	5,20	5,31	2,15
113	0,300	-0,1685	1,340	0,055	1.10^6	5,70	5,74	0,64
114	0,300	-0,1685	1,340	0,055	3.10^6	6,10	6,18	1,27
115	0,300	-0,1685	1,340	0,057	1.10^6	5,80	5,84	0,66
116	0,300	-0,1685	1,340	0,057	3.10^6	6,20	6,28	1,28
117	0,300	-0,1685	1,340	0,064	1.10^6	6,20	6,19	-0,09
118	0,300	-0,1685	1,340	0,064	3.10^6	6,60	6,64	0,54
119	0,300	-0,1685	1,340	0,069	1.10^6	6,50	6,45	-0,78
120	0,300	-0,1685	1,340	0,069	3.10^6	7,00	6,89	-1,57
121	0,300	-0,1685	1,526	0,038	1.10^6	4,60	4,55	-0,99
122	0,300	-0,1685	1,526	0,038	3.10^6	4,90	5,00	1,95
123	0,300	-0,1685	1,526	0,055	1.10^6	5,40	5,42	0,37
124	0,300	-0,1685	1,526	0,055	3.10^6	5,70	5,86	2,82
125	0,300	-0,1685	1,526	0,057	1.10^6	5,50	5,52	0,39
126	0,300	-0,1685	1,526	0,057	3.10^6	5,80	5,96	2,80
127	0,300	-0,1685	1,526	0,064	1.10^6	5,80	5,88	1,34
128	0,300	-0,1685	1,526	0,064	3.10^6	6,30	6,32	0,30
129	0,300	-0,1685	1,526	0,069	1.10^6	6,10	6,13	0,53
130	0,300	-0,1685	1,526	0,069	3.10^6	6,60	6,57	-0,40
131	0,300	-0,1685	1,579	0,038	1.10^6	4,60	4,46	-2,95

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
132	0,300	-0,1685	1,579	0,038	3.10^6	4,90	4,91	0,11
133	0,300	-0,1685	1,579	0,055	1.10^6	5,30	5,33	0,56
134	0,300	-0,1685	1,579	0,055	3.10^6	5,60	5,77	3,04
135	0,300	-0,1685	1,579	0,057	1.10^6	5,40	5,43	0,58
136	0,300	-0,1685	1,579	0,057	3.10^6	5,80	5,87	1,25
137	0,300	-0,1685	1,579	0,064	1.10^6	5,70	5,79	1,54
138	0,300	-0,1685	1,579	0,064	3.10^6	6,20	6,23	0,46
139	0,300	-0,1685	1,579	0,069	1.10^6	6,00	6,04	0,70
140	0,300	-0,1685	1,579	0,069	3.10^6	6,50	6,48	-0,26
141	0,300	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,96	-5,70
142	0,300	-0,1685	1,875	0,038	3.10^6	4,50	4,40	-2,19
143	0,300	-0,1685	1,875	0,055	1.10^6	4,80	4,83	0,54
144	0,300	-0,1685	1,875	0,055	3.10^6	5,20	5,27	1,28
145	0,300	-0,1685	1,875	0,057	1.10^6	4,90	4,93	0,57
146	0,300	-0,1685	1,875	0,057	3.10^6	5,30	5,37	1,29
147	0,300	-0,1685	1,875	0,064	1.10^6	5,20	5,28	1,62
148	0,300	-0,1685	1,875	0,064	3.10^6	5,60	5,72	2,23
149	0,300	-0,1685	1,875	0,069	1.10^6	5,50	5,54	0,70
150	0,300	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,90	5,98	1,34
151	0,300	-0,2801	1,309	0,038	1.10^6	5,30	5,33	0,52
152	0,300	-0,2801	1,309	0,038	3.10^6	5,70	5,77	1,20
153	0,300	-0,2801	1,309	0,055	1.10^6	6,10	6,19	1,52
154	0,300	-0,2801	1,309	0,055	3.10^6	6,60	6,63	0,51
155	0,300	-0,2801	1,309	0,057	1.10^6	6,20	6,29	1,53
156	0,300	-0,2801	1,309	0,057	3.10^6	6,70	6,74	0,53
157	0,300	-0,2801	1,309	0,064	1.10^6	6,60	6,65	0,77
158	0,300	-0,2801	1,309	0,064	3.10^6	7,10	7,09	-0,12
159	0,300	-0,2801	1,309	0,069	1.10^6	6,90	6,91	0,08
160	0,300	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,50	7,35	-2,05
161	0,300	-0,2801	1,340	0,038	1.10^6	5,30	5,27	-0,48
162	0,300	-0,2801	1,340	0,038	3.10^6	5,60	5,72	2,06
163	0,300	-0,2801	1,340	0,055	1.10^6	6,10	6,14	0,66
164	0,300	-0,2801	1,340	0,055	3.10^6	6,50	6,58	1,24
165	0,300	-0,2801	1,340	0,057	1.10^6	6,20	6,24	0,68
166	0,300	-0,2801	1,340	0,057	3.10^6	6,60	6,68	1,25
167	0,300	-0,2801	1,340	0,064	1.10^6	6,60	6,60	-0,03
168	0,300	-0,2801	1,340	0,064	3.10^6	7,10	7,04	-0,86
169	0,300	-0,2801	1,340	0,069	1.10^6	6,90	6,85	-0,69
170	0,300	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,40	7,29	-1,44
171	0,300	-0,2801	1,526	0,038	1.10^6	5,10	4,96	-2,78
172	0,300	-0,2801	1,526	0,038	3.10^6	5,40	5,40	-0,02
173	0,300	-0,2801	1,526	0,055	1.10^6	5,80	5,82	0,41
174	0,300	-0,2801	1,526	0,055	3.10^6	6,20	6,26	1,04
175	0,300	-0,2801	1,526	0,057	1.10^6	5,90	5,93	0,43
176	0,300	-0,2801	1,526	0,057	3.10^6	6,30	6,37	1,05

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
177	0,300	-0,2801	1,526	0,064	1.10^6	6,20	6,28	1,32
178	0,300	-0,2801	1,526	0,064	3.10^6	6,70	6,72	0,33
179	0,300	-0,2801	1,526	0,069	1.10^6	6,50	6,54	0,56
180	0,300	-0,2801	1,526	0,069	3.10^6	7,00	6,98	-0,33
181	0,300	-0,2801	1,579	0,038	1.10^6	5,00	4,87	-2,64
182	0,300	-0,2801	1,579	0,038	3.10^6	5,30	5,31	0,17
183	0,300	-0,2801	1,579	0,055	1.10^6	5,70	5,73	0,58
184	0,300	-0,2801	1,579	0,055	3.10^6	6,10	6,17	1,22
185	0,300	-0,2801	1,579	0,057	1.10^6	5,80	5,84	0,61
186	0,300	-0,2801	1,579	0,057	3.10^6	6,20	6,28	1,22
187	0,300	-0,2801	1,579	0,064	1.10^6	6,10	6,19	1,50
188	0,300	-0,2801	1,579	0,064	3.10^6	6,60	6,63	0,49
189	0,300	-0,2801	1,579	0,069	1.10^6	6,40	6,45	0,72
190	0,300	-0,2801	1,579	0,069	3.10^6	6,90	6,89	-0,19
191	0,300	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,60	4,36	-5,13
192	0,300	-0,2801	1,875	0,038	3.10^6	4,90	4,81	-1,94
193	0,300	-0,2801	1,875	0,055	1.10^6	5,20	5,23	0,57
194	0,300	-0,2801	1,875	0,055	3.10^6	5,60	5,67	1,26
195	0,300	-0,2801	1,875	0,057	1.10^6	5,30	5,33	0,59
196	0,300	-0,2801	1,875	0,057	3.10^6	5,70	5,77	1,27
197	0,300	-0,2801	1,875	0,064	1.10^6	5,60	5,69	1,56
198	0,300	-0,2801	1,875	0,064	3.10^6	6,10	6,13	0,47
199	0,300	-0,2801	1,875	0,069	1.10^6	5,90	5,94	0,71
200	0,300	-0,2801	1,875	0,069	3.10^6	6,30	6,38	1,32
201	0,300	-0,4085	1,309	0,038	1.10^6	5,90	5,79	-1,83
202	0,300	-0,4085	1,309	0,038	3.10^6	6,30	6,23	-1,07
203	0,300	-0,4085	1,309	0,055	1.10^6	6,70	6,66	-0,64
204	0,300	-0,4085	1,309	0,055	3.10^6	7,20	7,10	-1,42
205	0,300	-0,4085	1,309	0,057	1.10^6	6,80	6,76	-0,60
206	0,300	-0,4085	1,309	0,057	3.10^6	7,30	7,20	-1,37
207	0,300	-0,4085	1,309	0,064	1.10^6	7,20	7,12	-1,18
208	0,300	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,80	7,56	-3,13
209	0,300	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,50	7,37	-1,74
210	0,300	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	8,10	7,81	-3,57
211	0,300	-0,4085	1,340	0,038	1.10^6	5,90	5,74	-2,73
212	0,300	-0,4085	1,340	0,038	3.10^6	6,30	6,18	-1,91
213	0,300	-0,4085	1,340	0,055	1.10^6	6,70	6,60	-1,43
214	0,300	-0,4085	1,340	0,055	3.10^6	7,10	7,05	-0,77
215	0,300	-0,4085	1,340	0,057	1.10^6	6,80	6,71	-1,38
216	0,300	-0,4085	1,340	0,057	3.10^6	7,30	7,15	-2,09
217	0,300	-0,4085	1,340	0,064	1.10^6	7,10	7,06	-0,53
218	0,300	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,70	7,50	-2,55
219	0,300	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,40	7,32	-1,12
220	0,300	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	8,10	7,76	-4,22
221	0,300	-0,4085	1,526	0,038	1.10^6	5,60	5,42	-3,17

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
222	0,300	-0,4085	1,526	0,038	3.10^6	6,00	5,86	-2,28
223	0,300	-0,4085	1,526	0,055	1.10^6	6,30	6,29	-0,19
224	0,300	-0,4085	1,526	0,055	3.10^6	6,80	6,73	-1,05
225	0,300	-0,4085	1,526	0,057	1.10^6	6,40	6,39	-0,16
226	0,300	-0,4085	1,526	0,057	3.10^6	6,90	6,83	-1,01
227	0,300	-0,4085	1,526	0,064	1.10^6	6,80	6,75	-0,79
228	0,300	-0,4085	1,526	0,064	3.10^6	7,30	7,19	-1,55
229	0,300	-0,4085	1,526	0,069	1.10^6	7,10	7,00	-1,40
230	0,300	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,60	7,44	-2,09
231	0,300	-0,4085	1,579	0,038	1.10^6	5,60	5,33	-4,78
232	0,300	-0,4085	1,579	0,038	3.10^6	5,90	5,77	-2,15
233	0,300	-0,4085	1,579	0,055	1.10^6	6,30	6,20	-1,62
234	0,300	-0,4085	1,579	0,055	3.10^6	6,70	6,64	-0,92
235	0,300	-0,4085	1,579	0,057	1.10^6	6,30	6,30	-0,01
236	0,300	-0,4085	1,579	0,057	3.10^6	6,80	6,74	-0,88
237	0,300	-0,4085	1,579	0,064	1.10^6	6,70	6,66	-0,66
238	0,300	-0,4085	1,579	0,064	3.10^6	7,20	7,10	-1,44
239	0,300	-0,4085	1,579	0,069	1.10^6	7,00	6,91	-1,28
240	0,300	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,50	7,35	-1,99
241	0,300	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,20	4,83	-7,14
242	0,300	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,60	5,27	-5,90
243	0,300	-0,4085	1,875	0,055	1.10^6	5,80	5,69	-1,83
244	0,300	-0,4085	1,875	0,055	3.10^6	6,30	6,13	-2,62
245	0,300	-0,4085	1,875	0,057	1.10^6	5,90	5,80	-1,77
246	0,300	-0,4085	1,875	0,057	3.10^6	6,30	6,24	-1,01
247	0,300	-0,4085	1,875	0,064	1.10^6	6,20	6,15	-0,77
248	0,300	-0,4085	1,875	0,064	3.10^6	6,70	6,59	-1,60
249	0,300	-0,4085	1,875	0,069	1.10^6	6,40	6,41	0,10
250	0,300	-0,4085	1,875	0,069	3.10^6	7,00	6,85	-2,18
251	0,330	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,52	-1,80
252	0,330	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,90	4,96	1,18
253	0,330	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,38	-0,33
254	0,330	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,82	0,40
255	0,330	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,48	-0,29
256	0,330	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,93	0,42
257	0,330	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,84	-1,01
258	0,330	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,30	6,28	-0,30
259	0,330	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,10	-1,69
260	0,330	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,54	-2,45
261	0,330	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,46	-2,95
262	0,330	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80	4,91	2,19
263	0,330	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,30	5,33	0,56
264	0,330	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70	5,77	1,24
265	0,330	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,40	5,43	0,58
266	0,330	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80	5,87	1,25

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
267	0,330	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80	5,79	-0,21
268	0,330	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,30	6,23	-1,13
269	0,330	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,10	6,04	-0,95
270	0,330	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60	6,48	-1,77
271	0,330	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,15	-3,54
272	0,330	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,60	4,59	-0,25
273	0,330	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00	5,01	0,26
274	0,330	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,40	5,45	1,00
275	0,330	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10	5,11	0,29
276	0,330	-0,0647	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,56	1,01
277	0,330	-0,0647	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,47	-0,52
278	0,330	-0,0647	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,91	0,20
279	0,330	-0,0647	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,73	-1,28
280	0,330	-0,0647	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,17	-0,54
281	0,330	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20	4,06	-3,39
282	0,330	-0,0647	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,50	-0,04
283	0,330	-0,0647	1,579	0,055	1.10^6	4,90	4,92	0,47
284	0,330	-0,0647	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,36	1,20
285	0,330	-0,0647	1,579	0,057	1.10^6	5,00	5,02	0,49
286	0,330	-0,0647	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,47	1,21
287	0,330	-0,0647	1,579	0,064	1.10^6	5,40	5,38	-0,35
288	0,330	-0,0647	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,82	0,38
289	0,330	-0,0647	1,579	0,069	1.10^6	5,60	5,64	0,63
290	0,330	-0,0647	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,08	-0,39
291	0,330	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,55	-8,88
292	0,330	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10	3,99	-2,57
293	0,330	-0,0647	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,42	-1,80
294	0,330	-0,0647	1,875	0,055	3.10^6	4,80	4,86	1,25
295	0,330	-0,0647	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,52	-1,72
296	0,330	-0,0647	1,875	0,057	3.10^6	4,90	4,96	1,26
297	0,330	-0,0647	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,88	-0,47
298	0,330	-0,0647	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,32	0,34
299	0,330	-0,0647	1,875	0,069	1.10^6	5,10	5,13	0,62
300	0,330	-0,0647	1,875	0,069	3.10^6	5,50	5,57	1,32
301	0,330	-0,0970	1,309	0,038	1.10^6	4,70	4,63	-1,41
302	0,330	-0,0970	1,309	0,038	3.10^6	5,00	5,07	1,50
303	0,330	-0,0970	1,309	0,055	1.10^6	5,50	5,50	-0,01
304	0,330	-0,0970	1,309	0,055	3.10^6	5,90	5,94	0,68
305	0,330	-0,0970	1,309	0,057	1.10^6	5,60	5,60	0,02
306	0,330	-0,0970	1,309	0,057	3.10^6	6,00	6,04	0,70
307	0,330	-0,0970	1,309	0,064	1.10^6	6,00	5,96	-0,71
308	0,330	-0,0970	1,309	0,064	3.10^6	6,40	6,40	-0,03
309	0,330	-0,0970	1,309	0,069	1.10^6	6,30	6,21	-1,40
310	0,330	-0,0970	1,309	0,069	3.10^6	6,80	6,65	-2,17
311	0,330	-0,0970	1,340	0,038	1.10^6	4,70	4,58	-2,53

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
312	0,330	-0,0970	1,340	0,038	3.10^6	4,90	5,02	2,49
313	0,330	-0,0970	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,45	0,86
314	0,330	-0,0970	1,340	0,055	3.10^6	5,80	5,89	1,51
315	0,330	-0,0970	1,340	0,057	1.10^6	5,50	5,55	0,88
316	0,330	-0,0970	1,340	0,057	3.10^6	5,90	5,99	1,51
317	0,330	-0,0970	1,340	0,064	1.10^6	5,90	5,90	0,08
318	0,330	-0,0970	1,340	0,064	3.10^6	6,40	6,35	-0,85
319	0,330	-0,0970	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,16	-0,66
320	0,330	-0,0970	1,340	0,069	3.10^6	6,70	6,60	-1,49
321	0,330	-0,0970	1,526	0,038	1.10^6	4,40	4,26	-3,08
322	0,330	-0,0970	1,526	0,038	3.10^6	4,70	4,71	0,12
323	0,330	-0,0970	1,526	0,055	1.10^6	5,10	5,13	0,59
324	0,330	-0,0970	1,526	0,055	3.10^6	5,50	5,57	1,29
325	0,330	-0,0970	1,526	0,057	1.10^6	5,20	5,23	0,61
326	0,330	-0,0970	1,526	0,057	3.10^6	5,60	5,67	1,30
327	0,330	-0,0970	1,526	0,064	1.10^6	5,60	5,59	-0,21
328	0,330	-0,0970	1,526	0,064	3.10^6	6,00	6,03	0,48
329	0,330	-0,0970	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,84	0,73
330	0,330	-0,0970	1,526	0,069	3.10^6	6,30	6,28	-0,26
331	0,330	-0,0970	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,17	-2,92
332	0,330	-0,0970	1,579	0,038	3.10^6	4,60	4,62	0,33
333	0,330	-0,0970	1,579	0,055	1.10^6	5,00	5,04	0,79
334	0,330	-0,0970	1,579	0,055	3.10^6	5,40	5,48	1,49
335	0,330	-0,0970	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,14	0,81
336	0,330	-0,0970	1,579	0,057	3.10^6	5,50	5,58	1,50
337	0,330	-0,0970	1,579	0,064	1.10^6	5,50	5,50	-0,04
338	0,330	-0,0970	1,579	0,064	3.10^6	5,90	5,94	0,65
339	0,330	-0,0970	1,579	0,069	1.10^6	5,70	5,75	0,92
340	0,330	-0,0970	1,579	0,069	3.10^6	6,20	6,19	-0,11
341	0,330	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,67	-8,23
342	0,330	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20	4,11	-2,11
343	0,330	-0,0970	1,875	0,055	1.10^6	4,60	4,54	-1,39
344	0,330	-0,0970	1,875	0,055	3.10^6	4,90	4,98	1,57
345	0,330	-0,0970	1,875	0,057	1.10^6	4,70	4,64	-1,32
346	0,330	-0,0970	1,875	0,057	3.10^6	5,00	5,08	1,57
347	0,330	-0,0970	1,875	0,064	1.10^6	5,00	4,99	-0,12
348	0,330	-0,0970	1,875	0,064	3.10^6	5,40	5,43	0,65
349	0,330	-0,0970	1,875	0,069	1.10^6	5,20	5,25	0,93
350	0,330	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,90	5,95	0,81
351	0,330	-0,1685	1,309	0,038	1.10^6	4,90	4,89	-0,15
352	0,330	-0,1685	1,309	0,038	3.10^6	5,20	5,33	2,56
353	0,330	-0,1685	1,309	0,055	1.10^6	5,70	5,76	1,01
354	0,330	-0,1685	1,309	0,055	3.10^6	6,10	6,20	1,62
355	0,330	-0,1685	1,309	0,057	1.10^6	5,80	5,86	1,03
356	0,330	-0,1685	1,309	0,057	3.10^6	6,20	6,30	1,62

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
357	0,330	-0,1685	1,309	0,064	1.10^6	6,20	6,22	0,26
358	0,330	-0,1685	1,309	0,064	3.10^6	6,70	6,66	-0,65
359	0,330	-0,1685	1,309	0,069	1.10^6	6,50	6,47	-0,45
360	0,330	-0,1685	1,309	0,069	3.10^6	7,00	6,91	-1,27
361	0,330	-0,1685	1,340	0,038	1.10^6	4,90	4,84	-1,23
362	0,330	-0,1685	1,340	0,038	3.10^6	5,20	5,28	1,55
363	0,330	-0,1685	1,340	0,055	1.10^6	5,60	5,71	1,88
364	0,330	-0,1685	1,340	0,055	3.10^6	6,00	6,15	2,43
365	0,330	-0,1685	1,340	0,057	1.10^6	5,70	5,81	1,87
366	0,330	-0,1685	1,340	0,057	3.10^6	6,20	6,25	0,77
367	0,330	-0,1685	1,340	0,064	1.10^6	6,10	6,16	1,04
368	0,330	-0,1685	1,340	0,064	3.10^6	6,60	6,60	0,06
369	0,330	-0,1685	1,340	0,069	1.10^6	6,40	6,42	0,28
370	0,330	-0,1685	1,340	0,069	3.10^6	6,90	6,86	-0,60
371	0,330	-0,1685	1,526	0,038	1.10^6	4,60	4,52	-1,67
372	0,330	-0,1685	1,526	0,038	3.10^6	4,90	4,96	1,31
373	0,330	-0,1685	1,526	0,055	1.10^6	5,30	5,39	1,67
374	0,330	-0,1685	1,526	0,055	3.10^6	5,70	5,83	2,27
375	0,330	-0,1685	1,526	0,057	1.10^6	5,40	5,49	1,67
376	0,330	-0,1685	1,526	0,057	3.10^6	5,80	5,93	2,26
377	0,330	-0,1685	1,526	0,064	1.10^6	5,80	5,85	0,80
378	0,330	-0,1685	1,526	0,064	3.10^6	6,20	6,29	1,41
379	0,330	-0,1685	1,526	0,069	1.10^6	6,00	6,10	1,69
380	0,330	-0,1685	1,526	0,069	3.10^6	6,50	6,54	0,64
381	0,330	-0,1685	1,579	0,038	1.10^6	4,50	4,43	-1,49
382	0,330	-0,1685	1,579	0,038	3.10^6	4,80	4,87	1,54
383	0,330	-0,1685	1,579	0,055	1.10^6	5,20	5,30	1,89
384	0,330	-0,1685	1,579	0,055	3.10^6	5,60	5,74	2,48
385	0,330	-0,1685	1,579	0,057	1.10^6	5,30	5,40	1,89
386	0,330	-0,1685	1,579	0,057	3.10^6	5,70	5,84	2,47
387	0,330	-0,1685	1,579	0,064	1.10^6	5,70	5,76	0,99
388	0,330	-0,1685	1,579	0,064	3.10^6	6,10	6,20	1,59
389	0,330	-0,1685	1,579	0,069	1.10^6	5,90	6,01	1,88
390	0,330	-0,1685	1,579	0,069	3.10^6	6,40	6,45	0,81
391	0,330	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,93	-6,45
392	0,330	-0,1685	1,875	0,038	3.10^6	4,50	4,37	-2,89
393	0,330	-0,1685	1,875	0,055	1.10^6	4,80	4,79	-0,11
394	0,330	-0,1685	1,875	0,055	3.10^6	5,10	5,24	2,65
395	0,330	-0,1685	1,875	0,057	1.10^6	4,90	4,90	-0,08
396	0,330	-0,1685	1,875	0,057	3.10^6	5,20	5,34	2,64
397	0,330	-0,1685	1,875	0,064	1.10^6	5,20	5,25	1,01
398	0,330	-0,1685	1,875	0,064	3.10^6	5,60	5,69	1,67
399	0,330	-0,1685	1,875	0,069	1.10^6	5,40	5,51	1,98
400	0,330	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,90	5,95	0,81
401	0,330	-0,2801	1,309	0,038	1.10^6	5,30	5,30	-0,07

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
402	0,330	-0,2801	1,309	0,038	3.10^6	5,60	5,74	2,45
403	0,330	-0,2801	1,309	0,055	1.10^6	6,10	6,16	1,01
404	0,330	-0,2801	1,309	0,055	3.10^6	6,50	6,60	1,57
405	0,330	-0,2801	1,309	0,057	1.10^6	6,20	6,26	1,02
406	0,330	-0,2801	1,309	0,057	3.10^6	6,60	6,70	1,58
407	0,330	-0,2801	1,309	0,064	1.10^6	6,60	6,62	0,30
408	0,330	-0,2801	1,309	0,064	3.10^6	7,10	7,06	-0,56
409	0,330	-0,2801	1,309	0,069	1.10^6	6,90	6,87	-0,38
410	0,330	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,40	7,31	-1,15
411	0,330	-0,2801	1,340	0,038	1.10^6	5,20	5,24	0,83
412	0,330	-0,2801	1,340	0,038	3.10^6	5,60	5,68	1,50
413	0,330	-0,2801	1,340	0,055	1.10^6	6,00	6,11	1,81
414	0,330	-0,2801	1,340	0,055	3.10^6	6,40	6,55	2,34
415	0,330	-0,2801	1,340	0,057	1.10^6	6,10	6,21	1,81
416	0,330	-0,2801	1,340	0,057	3.10^6	6,60	6,65	0,78
417	0,330	-0,2801	1,340	0,064	1.10^6	6,50	6,57	1,03
418	0,330	-0,2801	1,340	0,064	3.10^6	7,00	7,01	0,11
419	0,330	-0,2801	1,340	0,069	1.10^6	6,80	6,82	0,31
420	0,330	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,40	7,26	-1,86
421	0,330	-0,2801	1,526	0,038	1.10^6	5,00	4,93	-1,46
422	0,330	-0,2801	1,526	0,038	3.10^6	5,30	5,37	1,28
423	0,330	-0,2801	1,526	0,055	1.10^6	5,70	5,79	1,62
424	0,330	-0,2801	1,526	0,055	3.10^6	6,10	6,23	2,18
425	0,330	-0,2801	1,526	0,057	1.10^6	5,80	5,89	1,62
426	0,330	-0,2801	1,526	0,057	3.10^6	6,20	6,33	2,17
427	0,330	-0,2801	1,526	0,064	1.10^6	6,20	6,25	0,81
428	0,330	-0,2801	1,526	0,064	3.10^6	6,60	6,69	1,38
429	0,330	-0,2801	1,526	0,069	1.10^6	6,40	6,50	1,64
430	0,330	-0,2801	1,526	0,069	3.10^6	6,90	6,95	0,66
431	0,330	-0,2801	1,579	0,038	1.10^6	4,90	4,84	-1,29
432	0,330	-0,2801	1,579	0,038	3.10^6	5,20	5,28	1,49
433	0,330	-0,2801	1,579	0,055	1.10^6	5,60	5,70	1,82
434	0,330	-0,2801	1,579	0,055	3.10^6	6,00	6,14	2,38
435	0,330	-0,2801	1,579	0,057	1.10^6	5,70	5,80	1,82
436	0,330	-0,2801	1,579	0,057	3.10^6	6,10	6,24	2,37
437	0,330	-0,2801	1,579	0,064	1.10^6	6,10	6,16	0,98
438	0,330	-0,2801	1,579	0,064	3.10^6	6,50	6,60	1,55
439	0,330	-0,2801	1,579	0,069	1.10^6	6,30	6,41	1,82
440	0,330	-0,2801	1,579	0,069	3.10^6	6,80	6,86	0,81
441	0,330	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,60	4,33	-5,81
442	0,330	-0,2801	1,875	0,038	3.10^6	4,90	4,77	-2,58
443	0,330	-0,2801	1,875	0,055	1.10^6	5,20	5,20	-0,04
444	0,330	-0,2801	1,875	0,055	3.10^6	5,60	5,64	0,70
445	0,330	-0,2801	1,875	0,057	1.10^6	5,30	5,30	0,00
446	0,330	-0,2801	1,875	0,057	3.10^6	5,70	5,74	0,72

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
447	0,330	-0,2801	1,875	0,064	1.10^6	5,60	5,66	1,00
448	0,330	-0,2801	1,875	0,064	3.10^6	6,00	6,10	1,62
449	0,330	-0,2801	1,875	0,069	1.10^6	5,80	5,91	1,91
450	0,330	-0,2801	1,875	0,069	3.10^6	6,30	6,35	0,82
451	0,330	-0,4085	1,309	0,038	1.10^6	5,80	5,76	-0,68
452	0,330	-0,4085	1,309	0,038	3.10^6	6,20	6,20	0,02
453	0,330	-0,4085	1,309	0,055	1.10^6	6,60	6,63	0,39
454	0,330	-0,4085	1,309	0,055	3.10^6	7,10	7,07	-0,47
455	0,330	-0,4085	1,309	0,057	1.10^6	6,70	6,73	0,41
456	0,330	-0,4085	1,309	0,057	3.10^6	7,20	7,17	-0,44
457	0,330	-0,4085	1,309	0,064	1.10^6	7,10	7,08	-0,23
458	0,330	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,70	7,52	-2,28
459	0,330	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,40	7,34	-0,83
460	0,330	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	8,00	7,78	-2,76
461	0,330	-0,4085	1,340	0,038	1.10^6	5,80	5,71	-1,59
462	0,330	-0,4085	1,340	0,038	3.10^6	6,10	6,15	0,80
463	0,330	-0,4085	1,340	0,055	1.10^6	6,50	6,57	1,12
464	0,330	-0,4085	1,340	0,055	3.10^6	7,00	7,01	0,20
465	0,330	-0,4085	1,340	0,057	1.10^6	6,60	6,67	1,13
466	0,330	-0,4085	1,340	0,057	3.10^6	7,10	7,12	0,22
467	0,330	-0,4085	1,340	0,064	1.10^6	7,00	7,03	0,45
468	0,330	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,60	7,47	-1,68
469	0,330	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,30	7,29	-0,20
470	0,330	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,90	7,73	-2,20
471	0,330	-0,4085	1,526	0,038	1.10^6	5,50	5,39	-1,98
472	0,330	-0,4085	1,526	0,038	3.10^6	5,90	5,83	-1,15
473	0,330	-0,4085	1,526	0,055	1.10^6	6,20	6,26	0,91
474	0,330	-0,4085	1,526	0,055	3.10^6	6,70	6,70	-0,04
475	0,330	-0,4085	1,526	0,057	1.10^6	6,30	6,36	0,93
476	0,330	-0,4085	1,526	0,057	3.10^6	6,80	6,80	-0,01
477	0,330	-0,4085	1,526	0,064	1.10^6	6,70	6,71	0,22
478	0,330	-0,4085	1,526	0,064	3.10^6	7,20	7,16	-0,62
479	0,330	-0,4085	1,526	0,069	1.10^6	7,00	6,97	-0,44
480	0,330	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,50	7,41	-1,20
481	0,330	-0,4085	1,579	0,038	1.10^6	5,50	5,30	-3,62
482	0,330	-0,4085	1,579	0,038	3.10^6	5,80	5,74	-1,00
483	0,330	-0,4085	1,579	0,055	1.10^6	6,10	6,17	1,09
484	0,330	-0,4085	1,579	0,055	3.10^6	6,60	6,61	0,11
485	0,330	-0,4085	1,579	0,057	1.10^6	6,20	6,27	1,10
486	0,330	-0,4085	1,579	0,057	3.10^6	6,70	6,71	0,13
487	0,330	-0,4085	1,579	0,064	1.10^6	6,60	6,62	0,37
488	0,330	-0,4085	1,579	0,064	3.10^6	7,10	7,07	-0,49
489	0,330	-0,4085	1,579	0,069	1.10^6	6,90	6,88	-0,31
490	0,330	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,40	7,32	-1,08
491	0,330	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,10	4,80	-5,94

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
492	0,330	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,50	5,24	-4,76
493	0,330	-0,4085	1,875	0,055	1.10^6	5,70	5,66	-0,66
494	0,330	-0,4085	1,875	0,055	3.10^6	6,10	6,10	0,05
495	0,330	-0,4085	1,875	0,057	1.10^6	5,80	5,76	-0,62
496	0,330	-0,4085	1,875	0,057	3.10^6	6,20	6,21	0,08
497	0,330	-0,4085	1,875	0,064	1.10^6	6,10	6,12	0,34
498	0,330	-0,4085	1,875	0,064	3.10^6	6,60	6,56	-0,58
499	0,330	-0,4085	1,875	0,069	1.10^6	6,30	6,38	1,19
500	0,330	-0,4085	1,875	0,069	3.10^6	6,80	6,82	0,23
501	0,350	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,50	-2,26
502	0,350	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,90	4,94	0,76
503	0,350	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,36	-0,71
504	0,350	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,80	0,04
505	0,350	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,46	-0,67
506	0,350	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,90	0,07
507	0,350	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,82	-1,36
508	0,350	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,30	6,26	-0,63
509	0,350	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,07	-2,03
510	0,350	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,51	-2,76
511	0,350	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,44	-3,40
512	0,350	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80	4,88	1,76
513	0,350	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,30	5,31	0,16
514	0,350	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70	5,75	0,87
515	0,350	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,40	5,41	0,20
516	0,350	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80	5,85	0,89
517	0,350	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80	5,77	-0,57
518	0,350	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,30	6,21	-1,47
519	0,350	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,10	6,02	-1,29
520	0,350	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60	6,46	-2,09
521	0,350	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,13	-4,03
522	0,350	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,60	4,57	-0,70
523	0,350	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00	4,99	-0,16
524	0,350	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,40	5,43	0,61
525	0,350	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10	5,09	-0,12
526	0,350	-0,0647	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,53	0,63
527	0,350	-0,0647	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,45	-0,90
528	0,350	-0,0647	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,89	-0,15
529	0,350	-0,0647	1,526	0,069	1.10^6	5,70	5,70	0,08
530	0,350	-0,0647	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,15	-0,88
531	0,350	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20	4,04	-3,89
532	0,350	-0,0647	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,48	-0,50
533	0,350	-0,0647	1,579	0,055	1.10^6	4,90	4,90	0,04
534	0,350	-0,0647	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,34	0,81
535	0,350	-0,0647	1,579	0,057	1.10^6	5,00	5,00	0,08
536	0,350	-0,0647	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,44	0,83

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
537	0,350	-0,0647	1,579	0,064	1.10^6	5,40	5,36	-0,74
538	0,350	-0,0647	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,80	0,02
539	0,350	-0,0647	1,579	0,069	1.10^6	5,60	5,61	0,26
540	0,350	-0,0647	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,06	-0,73
541	0,350	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,53	-9,41
542	0,350	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10	3,97	-3,08
543	0,350	-0,0647	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,40	-2,26
544	0,350	-0,0647	1,875	0,055	3.10^6	4,80	4,84	0,81
545	0,350	-0,0647	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,50	-2,17
546	0,350	-0,0647	1,875	0,057	3.10^6	4,90	4,94	0,83
547	0,350	-0,0647	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,86	-0,89
548	0,350	-0,0647	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,30	-0,05
549	0,350	-0,0647	1,875	0,069	1.10^6	5,10	5,11	0,21
550	0,350	-0,0647	1,875	0,069	3.10^6	5,50	5,55	0,94
551	0,350	-0,0970	1,309	0,038	1.10^6	4,70	4,61	-1,85
552	0,350	-0,0970	1,309	0,038	3.10^6	5,00	5,05	1,08
553	0,350	-0,0970	1,309	0,055	1.10^6	5,50	5,48	-0,39
554	0,350	-0,0970	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,92	2,05
555	0,350	-0,0970	1,309	0,057	1.10^6	5,60	5,58	-0,36
556	0,350	-0,0970	1,309	0,057	3.10^6	6,00	6,02	0,35
557	0,350	-0,0970	1,309	0,064	1.10^6	6,00	5,94	-1,06
558	0,350	-0,0970	1,309	0,064	3.10^6	6,40	6,38	-0,36
559	0,350	-0,0970	1,309	0,069	1.10^6	6,30	6,19	-1,73
560	0,350	-0,0970	1,309	0,069	3.10^6	6,80	6,63	-2,47
561	0,350	-0,0970	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,56	-0,86
562	0,350	-0,0970	1,340	0,038	3.10^6	4,90	5,00	2,06
563	0,350	-0,0970	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,43	0,47
564	0,350	-0,0970	1,340	0,055	3.10^6	5,80	5,87	1,14
565	0,350	-0,0970	1,340	0,057	1.10^6	5,50	5,53	0,50
566	0,350	-0,0970	1,340	0,057	3.10^6	5,90	5,97	1,16
567	0,350	-0,0970	1,340	0,064	1.10^6	5,90	5,88	-0,28
568	0,350	-0,0970	1,340	0,064	3.10^6	6,40	6,32	-1,18
569	0,350	-0,0970	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,14	-1,00
570	0,350	-0,0970	1,340	0,069	3.10^6	6,70	6,58	-1,81
571	0,350	-0,0970	1,526	0,038	1.10^6	4,40	4,24	-3,55
572	0,350	-0,0970	1,526	0,038	3.10^6	4,70	4,68	-0,33
573	0,350	-0,0970	1,526	0,055	1.10^6	5,10	5,11	0,18
574	0,350	-0,0970	1,526	0,055	3.10^6	5,50	5,55	0,91
575	0,350	-0,0970	1,526	0,057	1.10^6	5,20	5,21	0,21
576	0,350	-0,0970	1,526	0,057	3.10^6	5,60	5,65	0,92
577	0,350	-0,0970	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,57	1,22
578	0,350	-0,0970	1,526	0,064	3.10^6	6,00	6,01	0,13
579	0,350	-0,0970	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,82	0,37
580	0,350	-0,0970	1,526	0,069	3.10^6	6,30	6,26	-0,60
581	0,350	-0,0970	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,15	-3,41

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
582	0,350	-0,0970	1,579	0,038	3.10^6	4,60	4,59	-0,12
583	0,350	-0,0970	1,579	0,055	1.10^6	5,00	5,02	0,38
584	0,350	-0,0970	1,579	0,055	3.10^6	5,40	5,46	1,10
585	0,350	-0,0970	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,12	0,40
586	0,350	-0,0970	1,579	0,057	3.10^6	5,50	5,56	1,12
587	0,350	-0,0970	1,579	0,064	1.10^6	5,50	5,48	-0,42
588	0,350	-0,0970	1,579	0,064	3.10^6	5,90	5,92	0,30
589	0,350	-0,0970	1,579	0,069	1.10^6	5,70	5,73	0,55
590	0,350	-0,0970	1,579	0,069	3.10^6	6,20	6,17	-0,45
591	0,350	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,65	-8,76
592	0,350	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20	4,09	-2,61
593	0,350	-0,0970	1,875	0,055	1.10^6	4,60	4,52	-1,85
594	0,350	-0,0970	1,875	0,055	3.10^6	4,90	4,96	1,14
595	0,350	-0,0970	1,875	0,057	1.10^6	4,70	4,62	-1,77
596	0,350	-0,0970	1,875	0,057	3.10^6	5,00	5,06	1,15
597	0,350	-0,0970	1,875	0,064	1.10^6	5,00	4,97	-0,54
598	0,350	-0,0970	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,41	2,15
599	0,350	-0,0970	1,875	0,069	1.10^6	5,20	5,23	0,53
600	0,350	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,93	2,19
601	0,350	-0,1685	1,309	0,038	1.10^6	4,90	4,87	-0,58
602	0,350	-0,1685	1,309	0,038	3.10^6	5,20	5,31	2,16
603	0,350	-0,1685	1,309	0,055	1.10^6	5,70	5,74	0,65
604	0,350	-0,1685	1,309	0,055	3.10^6	6,10	6,18	1,27
605	0,350	-0,1685	1,309	0,057	1.10^6	5,80	5,84	0,67
606	0,350	-0,1685	1,309	0,057	3.10^6	6,20	6,28	1,28
607	0,350	-0,1685	1,309	0,064	1.10^6	6,20	6,20	-0,08
608	0,350	-0,1685	1,309	0,064	3.10^6	6,60	6,64	0,54
609	0,350	-0,1685	1,309	0,069	1.10^6	6,50	6,45	-0,78
610	0,350	-0,1685	1,309	0,069	3.10^6	7,00	6,89	-1,57
611	0,350	-0,1685	1,340	0,038	1.10^6	4,80	4,82	0,39
612	0,350	-0,1685	1,340	0,038	3.10^6	5,10	5,26	3,13
613	0,350	-0,1685	1,340	0,055	1.10^6	5,60	5,68	1,50
614	0,350	-0,1685	1,340	0,055	3.10^6	6,00	6,12	2,08
615	0,350	-0,1685	1,340	0,057	1.10^6	5,70	5,79	1,51
616	0,350	-0,1685	1,340	0,057	3.10^6	6,10	6,23	2,08
617	0,350	-0,1685	1,340	0,064	1.10^6	6,10	6,14	0,69
618	0,350	-0,1685	1,340	0,064	3.10^6	6,60	6,58	-0,26
619	0,350	-0,1685	1,340	0,069	1.10^6	6,40	6,40	-0,05
620	0,350	-0,1685	1,340	0,069	3.10^6	6,90	6,84	-0,91
621	0,350	-0,1685	1,526	0,038	1.10^6	4,60	4,50	-2,12
622	0,350	-0,1685	1,526	0,038	3.10^6	4,90	4,94	0,88
623	0,350	-0,1685	1,526	0,055	1.10^6	5,30	5,37	1,28
624	0,350	-0,1685	1,526	0,055	3.10^6	5,70	5,81	1,90
625	0,350	-0,1685	1,526	0,057	1.10^6	5,40	5,47	1,28
626	0,350	-0,1685	1,526	0,057	3.10^6	5,80	5,91	1,90

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
627	0,350	-0,1685	1,526	0,064	1.10^6	5,70	5,83	2,20
628	0,350	-0,1685	1,526	0,064	3.10^6	6,20	6,27	1,07
629	0,350	-0,1685	1,526	0,069	1.10^6	6,00	6,08	1,34
630	0,350	-0,1685	1,526	0,069	3.10^6	6,50	6,52	0,32
631	0,350	-0,1685	1,579	0,038	1.10^6	4,50	4,41	-1,95
632	0,350	-0,1685	1,579	0,038	3.10^6	4,80	4,85	1,10
633	0,350	-0,1685	1,579	0,055	1.10^6	5,20	5,28	1,49
634	0,350	-0,1685	1,579	0,055	3.10^6	5,60	5,72	2,11
635	0,350	-0,1685	1,579	0,057	1.10^6	5,30	5,38	1,49
636	0,350	-0,1685	1,579	0,057	3.10^6	5,70	5,82	2,11
637	0,350	-0,1685	1,579	0,064	1.10^6	5,70	5,74	0,62
638	0,350	-0,1685	1,579	0,064	3.10^6	6,10	6,18	1,25
639	0,350	-0,1685	1,579	0,069	1.10^6	5,90	5,99	1,52
640	0,350	-0,1685	1,579	0,069	3.10^6	6,40	6,43	0,48
641	0,350	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,20	3,91	-6,95
642	0,350	-0,1685	1,875	0,038	3.10^6	4,40	4,35	-1,16
643	0,350	-0,1685	1,875	0,055	1.10^6	4,80	4,77	-0,55
644	0,350	-0,1685	1,875	0,055	3.10^6	5,10	5,21	2,24
645	0,350	-0,1685	1,875	0,057	1.10^6	4,90	4,88	-0,50
646	0,350	-0,1685	1,875	0,057	3.10^6	5,20	5,32	2,23
647	0,350	-0,1685	1,875	0,064	1.10^6	5,20	5,23	0,61
648	0,350	-0,1685	1,875	0,064	3.10^6	5,60	5,67	1,29
649	0,350	-0,1685	1,875	0,069	1.10^6	5,40	5,49	1,60
650	0,350	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,93	2,19
651	0,350	-0,2801	1,309	0,038	1.10^6	5,20	5,28	1,45
652	0,350	-0,2801	1,309	0,038	3.10^6	5,60	5,72	2,07
653	0,350	-0,2801	1,309	0,055	1.10^6	6,00	6,14	2,34
654	0,350	-0,2801	1,309	0,055	3.10^6	6,50	6,58	1,25
655	0,350	-0,2801	1,309	0,057	1.10^6	6,10	6,24	2,33
656	0,350	-0,2801	1,309	0,057	3.10^6	6,60	6,68	1,26
657	0,350	-0,2801	1,309	0,064	1.10^6	6,50	6,60	1,52
658	0,350	-0,2801	1,309	0,064	3.10^6	7,00	7,04	0,56
659	0,350	-0,2801	1,309	0,069	1.10^6	6,80	6,85	0,78
660	0,350	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,40	7,29	-1,43
661	0,350	-0,2801	1,340	0,038	1.10^6	5,20	5,22	0,43
662	0,350	-0,2801	1,340	0,038	3.10^6	5,50	5,66	2,97
663	0,350	-0,2801	1,340	0,055	1.10^6	6,00	6,09	1,46
664	0,350	-0,2801	1,340	0,055	3.10^6	6,40	6,53	2,01
665	0,350	-0,2801	1,340	0,057	1.10^6	6,10	6,19	1,47
666	0,350	-0,2801	1,340	0,057	3.10^6	6,50	6,63	2,01
667	0,350	-0,2801	1,340	0,064	1.10^6	6,50	6,55	0,71
668	0,350	-0,2801	1,340	0,064	3.10^6	7,00	6,99	-0,19
669	0,350	-0,2801	1,340	0,069	1.10^6	6,80	6,80	0,01
670	0,350	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,30	7,24	-0,81
671	0,350	-0,2801	1,526	0,038	1.10^6	5,00	4,91	-1,88

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
672	0,350	-0,2801	1,526	0,038	3.10^6	5,30	5,35	0,88
673	0,350	-0,2801	1,526	0,055	1.10^6	5,70	5,77	1,25
674	0,350	-0,2801	1,526	0,055	3.10^6	6,10	6,21	1,84
675	0,350	-0,2801	1,526	0,057	1.10^6	5,80	5,87	1,26
676	0,350	-0,2801	1,526	0,057	3.10^6	6,20	6,31	1,84
677	0,350	-0,2801	1,526	0,064	1.10^6	6,10	6,23	2,12
678	0,350	-0,2801	1,526	0,064	3.10^6	6,60	6,67	1,06
679	0,350	-0,2801	1,526	0,069	1.10^6	6,40	6,48	1,31
680	0,350	-0,2801	1,526	0,069	3.10^6	6,90	6,92	0,36
681	0,350	-0,2801	1,579	0,038	1.10^6	4,90	4,82	-1,72
682	0,350	-0,2801	1,579	0,038	3.10^6	5,20	5,26	1,09
683	0,350	-0,2801	1,579	0,055	1.10^6	5,60	5,68	1,45
684	0,350	-0,2801	1,579	0,055	3.10^6	6,00	6,12	2,03
685	0,350	-0,2801	1,579	0,057	1.10^6	5,70	5,78	1,45
686	0,350	-0,2801	1,579	0,057	3.10^6	6,10	6,22	2,03
687	0,350	-0,2801	1,579	0,064	1.10^6	6,00	6,14	2,32
688	0,350	-0,2801	1,579	0,064	3.10^6	6,50	6,58	1,23
689	0,350	-0,2801	1,579	0,069	1.10^6	6,30	6,39	1,49
690	0,350	-0,2801	1,579	0,069	3.10^6	6,80	6,83	0,51
691	0,350	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,50	4,31	-4,18
692	0,350	-0,2801	1,875	0,038	3.10^6	4,80	4,75	-0,98
693	0,350	-0,2801	1,875	0,055	1.10^6	5,10	5,18	1,51
694	0,350	-0,2801	1,875	0,055	3.10^6	5,50	5,62	2,15
695	0,350	-0,2801	1,875	0,057	1.10^6	5,20	5,28	1,52
696	0,350	-0,2801	1,875	0,057	3.10^6	5,60	5,72	2,14
697	0,350	-0,2801	1,875	0,064	1.10^6	5,50	5,64	2,46
698	0,350	-0,2801	1,875	0,064	3.10^6	6,00	6,08	1,27
699	0,350	-0,2801	1,875	0,069	1.10^6	5,80	5,89	1,55
700	0,350	-0,2801	1,875	0,069	3.10^6	6,20	6,33	2,11
701	0,350	-0,4085	1,309	0,038	1.10^6	5,70	5,74	0,70
702	0,350	-0,4085	1,309	0,038	3.10^6	6,10	6,18	1,32
703	0,350	-0,4085	1,309	0,055	1.10^6	6,50	6,60	1,61
704	0,350	-0,4085	1,309	0,055	3.10^6	7,00	7,05	0,65
705	0,350	-0,4085	1,309	0,057	1.10^6	6,60	6,71	1,62
706	0,350	-0,4085	1,309	0,057	3.10^6	7,10	7,15	0,67
707	0,350	-0,4085	1,309	0,064	1.10^6	7,00	7,06	0,90
708	0,350	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,60	7,50	-1,27
709	0,350	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,30	7,32	0,24
710	0,350	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,90	7,76	-1,79
711	0,350	-0,4085	1,340	0,038	1.10^6	5,70	5,69	-0,23
712	0,350	-0,4085	1,340	0,038	3.10^6	6,10	6,13	0,45
713	0,350	-0,4085	1,340	0,055	1.10^6	6,50	6,55	0,80
714	0,350	-0,4085	1,340	0,055	3.10^6	6,90	6,99	1,35
715	0,350	-0,4085	1,340	0,057	1.10^6	6,60	6,65	0,82
716	0,350	-0,4085	1,340	0,057	3.10^6	7,10	7,09	-0,07

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
717	0,350	-0,4085	1,340	0,064	1.10^6	7,00	7,01	0,15
718	0,350	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,50	7,45	-0,65
719	0,350	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,30	7,26	-0,48
720	0,350	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,90	7,71	-2,46
721	0,350	-0,4085	1,526	0,038	1.10^6	5,50	5,37	-2,36
722	0,350	-0,4085	1,526	0,038	3.10^6	5,80	5,81	0,19
723	0,350	-0,4085	1,526	0,055	1.10^6	6,20	6,24	0,57
724	0,350	-0,4085	1,526	0,055	3.10^6	6,60	6,68	1,16
725	0,350	-0,4085	1,526	0,057	1.10^6	6,30	6,34	0,59
726	0,350	-0,4085	1,526	0,057	3.10^6	6,70	6,78	1,17
727	0,350	-0,4085	1,526	0,064	1.10^6	6,60	6,69	1,42
728	0,350	-0,4085	1,526	0,064	3.10^6	7,10	7,13	0,49
729	0,350	-0,4085	1,526	0,069	1.10^6	6,90	6,95	0,70
730	0,350	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,40	7,39	-0,15
731	0,350	-0,4085	1,579	0,038	1.10^6	5,40	5,28	-2,22
732	0,350	-0,4085	1,579	0,038	3.10^6	5,70	5,72	0,37
733	0,350	-0,4085	1,579	0,055	1.10^6	6,10	6,15	0,74
734	0,350	-0,4085	1,579	0,055	3.10^6	6,50	6,59	1,33
735	0,350	-0,4085	1,579	0,057	1.10^6	6,20	6,25	0,76
736	0,350	-0,4085	1,579	0,057	3.10^6	6,60	6,69	1,33
737	0,350	-0,4085	1,579	0,064	1.10^6	6,50	6,60	1,59
738	0,350	-0,4085	1,579	0,064	3.10^6	7,00	7,04	0,63
739	0,350	-0,4085	1,579	0,069	1.10^6	6,80	6,86	0,85
740	0,350	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,30	7,30	-0,02
741	0,350	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,00	4,78	-4,47
742	0,350	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,40	5,22	-3,39
743	0,350	-0,4085	1,875	0,055	1.10^6	5,60	5,64	0,74
744	0,350	-0,4085	1,875	0,055	3.10^6	6,10	6,08	-0,29
745	0,350	-0,4085	1,875	0,057	1.10^6	5,70	5,74	0,76
746	0,350	-0,4085	1,875	0,057	3.10^6	6,20	6,18	-0,25
747	0,350	-0,4085	1,875	0,064	1.10^6	6,00	6,10	1,66
748	0,350	-0,4085	1,875	0,064	3.10^6	6,50	6,54	0,62
749	0,350	-0,4085	1,875	0,069	1.10^6	6,30	6,35	0,86
750	0,350	-0,4085	1,875	0,069	3.10^6	6,80	6,80	-0,07
751	0,380	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,46	-2,94
752	0,380	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,80	4,91	2,20
753	0,380	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,33	-1,29
754	0,380	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,70	5,77	1,24
755	0,380	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,43	-1,24
756	0,380	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,87	-0,46
757	0,380	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,79	-1,89
758	0,380	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,30	6,23	-1,13
759	0,380	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,04	-2,54
760	0,380	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,48	-3,23
761	0,380	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,50	4,41	-1,95

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
762	0,380	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80	4,85	1,10
763	0,380	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,30	5,28	-0,43
764	0,380	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70	5,72	0,32
765	0,380	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,40	5,38	-0,39
766	0,380	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80	5,82	0,34
767	0,380	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80	5,74	-1,11
768	0,380	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,20	6,18	-0,38
769	0,380	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,10	5,99	-1,80
770	0,380	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60	6,43	-2,56
771	0,380	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,10	-4,76
772	0,380	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,50	4,54	0,81
773	0,380	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00	4,96	-0,78
774	0,380	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,30	5,40	1,92
775	0,380	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10	5,06	-0,73
776	0,380	-0,0647	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,50	0,06
777	0,380	-0,0647	1,526	0,064	1.10^6	5,40	5,42	0,35
778	0,380	-0,0647	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,86	-0,68
779	0,380	-0,0647	1,526	0,069	1.10^6	5,70	5,67	-0,47
780	0,380	-0,0647	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,11	-1,38
781	0,380	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20	4,01	-4,64
782	0,380	-0,0647	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,45	-1,20
783	0,380	-0,0647	1,579	0,055	1.10^6	4,90	4,87	-0,60
784	0,380	-0,0647	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,31	0,21
785	0,380	-0,0647	1,579	0,057	1.10^6	5,00	4,97	-0,55
786	0,380	-0,0647	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,41	0,24
787	0,380	-0,0647	1,579	0,064	1.10^6	5,30	5,33	0,54
788	0,380	-0,0647	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,77	-0,53
789	0,380	-0,0647	1,579	0,069	1.10^6	5,60	5,58	-0,30
790	0,380	-0,0647	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,02	-1,25
791	0,380	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,50	-10,22
792	0,380	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10	3,94	-3,85
793	0,380	-0,0647	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,37	-2,96
794	0,380	-0,0647	1,875	0,055	3.10^6	4,80	4,81	0,16
795	0,380	-0,0647	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,47	-2,86
796	0,380	-0,0647	1,875	0,057	3.10^6	4,90	4,91	0,19
797	0,380	-0,0647	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,82	-1,53
798	0,380	-0,0647	1,875	0,064	3.10^6	5,20	5,27	1,26
799	0,380	-0,0647	1,875	0,069	1.10^6	5,10	5,08	-0,40
800	0,380	-0,0647	1,875	0,069	3.10^6	5,50	5,52	0,37
801	0,380	-0,0970	1,309	0,038	1.10^6	4,70	4,58	-2,52
802	0,380	-0,0970	1,309	0,038	3.10^6	4,90	5,02	2,50
803	0,380	-0,0970	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,45	0,87
804	0,380	-0,0970	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,89	1,51
805	0,380	-0,0970	1,309	0,057	1.10^6	5,60	5,55	-0,92
806	0,380	-0,0970	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,99	1,52

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
807	0,380	-0,0970	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,91	0,09
808	0,380	-0,0970	1,309	0,064	3.10^6	6,40	6,35	-0,85
809	0,380	-0,0970	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,16	-0,65
810	0,380	-0,0970	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,60	-1,49
811	0,380	-0,0970	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,53	-1,55
812	0,380	-0,0970	1,340	0,038	3.10^6	4,90	4,97	1,42
813	0,380	-0,0970	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,39	-0,11
814	0,380	-0,0970	1,340	0,055	3.10^6	5,80	5,83	0,60
815	0,380	-0,0970	1,340	0,057	1.10^6	5,50	5,50	-0,07
816	0,380	-0,0970	1,340	0,057	3.10^6	5,90	5,94	0,62
817	0,380	-0,0970	1,340	0,064	1.10^6	5,90	5,85	-0,81
818	0,380	-0,0970	1,340	0,064	3.10^6	6,30	6,29	-0,11
819	0,380	-0,0970	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,11	-1,50
820	0,380	-0,0970	1,340	0,069	3.10^6	6,70	6,55	-2,28
821	0,380	-0,0970	1,526	0,038	1.10^6	4,40	4,21	-4,27
822	0,380	-0,0970	1,526	0,038	3.10^6	4,60	4,65	1,15
823	0,380	-0,0970	1,526	0,055	1.10^6	5,10	5,08	-0,44
824	0,380	-0,0970	1,526	0,055	3.10^6	5,40	5,52	2,19
825	0,380	-0,0970	1,526	0,057	1.10^6	5,20	5,18	-0,40
826	0,380	-0,0970	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,62	2,19
827	0,380	-0,0970	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,54	0,65
828	0,380	-0,0970	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,98	1,30
829	0,380	-0,0970	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,79	-0,17
830	0,380	-0,0970	1,526	0,069	3.10^6	6,30	6,23	-1,10
831	0,380	-0,0970	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,12	-4,14
832	0,380	-0,0970	1,579	0,038	3.10^6	4,60	4,56	-0,81
833	0,380	-0,0970	1,579	0,055	1.10^6	5,00	4,99	-0,25
834	0,380	-0,0970	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,43	2,42
835	0,380	-0,0970	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,09	-0,21
836	0,380	-0,0970	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,53	2,41
837	0,380	-0,0970	1,579	0,064	1.10^6	5,40	5,45	0,84
838	0,380	-0,0970	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,89	1,49
839	0,380	-0,0970	1,579	0,069	1.10^6	5,70	5,70	0,00
840	0,380	-0,0970	1,579	0,069	3.10^6	6,20	6,14	-0,95
841	0,380	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	4,00	3,62	-9,54
842	0,380	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20	4,06	-3,35
843	0,380	-0,0970	1,875	0,055	1.10^6	4,60	4,48	-2,53
844	0,380	-0,0970	1,875	0,055	3.10^6	4,90	4,92	0,50
845	0,380	-0,0970	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,59	-0,32
846	0,380	-0,0970	1,875	0,057	3.10^6	5,00	5,03	0,52
847	0,380	-0,0970	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,94	0,85
848	0,380	-0,0970	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,38	1,56
849	0,380	-0,0970	1,875	0,069	1.10^6	5,20	5,20	-0,07
850	0,380	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,90	1,65
851	0,380	-0,1685	1,309	0,038	1.10^6	4,90	4,84	-1,22

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
852	0,380	-0,1685	1,309	0,038	3.10^6	5,10	5,28	3,55
853	0,380	-0,1685	1,309	0,055	1.10^6	5,60	5,71	1,88
854	0,380	-0,1685	1,309	0,055	3.10^6	6,00	6,15	2,44
855	0,380	-0,1685	1,309	0,057	1.10^6	5,70	5,81	1,88
856	0,380	-0,1685	1,309	0,057	3.10^6	6,20	6,25	0,78
857	0,380	-0,1685	1,309	0,064	1.10^6	6,10	6,16	1,04
858	0,380	-0,1685	1,309	0,064	3.10^6	6,60	6,60	0,07
859	0,380	-0,1685	1,309	0,069	1.10^6	6,40	6,42	0,28
860	0,380	-0,1685	1,309	0,069	3.10^6	7,00	6,86	-2,02
861	0,380	-0,1685	1,340	0,038	1.10^6	4,80	4,79	-0,26
862	0,380	-0,1685	1,340	0,038	3.10^6	5,10	5,23	2,52
863	0,380	-0,1685	1,340	0,055	1.10^6	5,60	5,65	0,94
864	0,380	-0,1685	1,340	0,055	3.10^6	6,00	6,09	1,56
865	0,380	-0,1685	1,340	0,057	1.10^6	5,70	5,75	0,96
866	0,380	-0,1685	1,340	0,057	3.10^6	6,10	6,20	1,56
867	0,380	-0,1685	1,340	0,064	1.10^6	6,10	6,11	0,18
868	0,380	-0,1685	1,340	0,064	3.10^6	6,50	6,55	0,79
869	0,380	-0,1685	1,340	0,069	1.10^6	6,40	6,37	-0,54
870	0,380	-0,1685	1,340	0,069	3.10^6	6,90	6,81	-1,36
871	0,380	-0,1685	1,526	0,038	1.10^6	4,60	4,47	-2,81
872	0,380	-0,1685	1,526	0,038	3.10^6	4,80	4,91	2,33
873	0,380	-0,1685	1,526	0,055	1.10^6	5,30	5,34	0,68
874	0,380	-0,1685	1,526	0,055	3.10^6	5,60	5,78	3,16
875	0,380	-0,1685	1,526	0,057	1.10^6	5,40	5,44	0,70
876	0,380	-0,1685	1,526	0,057	3.10^6	5,70	5,88	3,14
877	0,380	-0,1685	1,526	0,064	1.10^6	5,70	5,79	1,65
878	0,380	-0,1685	1,526	0,064	3.10^6	6,20	6,24	0,57
879	0,380	-0,1685	1,526	0,069	1.10^6	6,00	6,05	0,81
880	0,380	-0,1685	1,526	0,069	3.10^6	6,50	6,49	-0,16
881	0,380	-0,1685	1,579	0,038	1.10^6	4,50	4,38	-2,65
882	0,380	-0,1685	1,579	0,038	3.10^6	4,80	4,82	0,45
883	0,380	-0,1685	1,579	0,055	1.10^6	5,20	5,25	0,88
884	0,380	-0,1685	1,579	0,055	3.10^6	5,50	5,69	3,40
885	0,380	-0,1685	1,579	0,057	1.10^6	5,30	5,35	0,90
886	0,380	-0,1685	1,579	0,057	3.10^6	5,70	5,79	1,55
887	0,380	-0,1685	1,579	0,064	1.10^6	5,60	5,70	1,86
888	0,380	-0,1685	1,579	0,064	3.10^6	6,10	6,14	0,74
889	0,380	-0,1685	1,579	0,069	1.10^6	5,90	5,96	0,99
890	0,380	-0,1685	1,579	0,069	3.10^6	6,40	6,40	-0,01
891	0,380	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10	3,88	-5,44
892	0,380	-0,1685	1,875	0,038	3.10^6	4,40	4,32	-1,87
893	0,380	-0,1685	1,875	0,055	1.10^6	4,70	4,74	0,90
894	0,380	-0,1685	1,875	0,055	3.10^6	5,10	5,18	1,63
895	0,380	-0,1685	1,875	0,057	1.10^6	4,80	4,84	0,92
896	0,380	-0,1685	1,875	0,057	3.10^6	5,20	5,28	1,63

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
897	0,380	-0,1685	1,875	0,064	1.10^6	5,10	5,20	1,97
898	0,380	-0,1685	1,875	0,064	3.10^6	5,50	5,64	2,57
899	0,380	-0,1685	1,875	0,069	1.10^6	5,40	5,45	1,01
900	0,380	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,90	1,65
901	0,380	-0,2801	1,309	0,038	1.10^6	5,20	5,24	0,84
902	0,380	-0,2801	1,309	0,038	3.10^6	5,50	5,68	3,36
903	0,380	-0,2801	1,309	0,055	1.10^6	6,00	6,11	1,82
904	0,380	-0,2801	1,309	0,055	3.10^6	6,40	6,55	2,34
905	0,380	-0,2801	1,309	0,057	1.10^6	6,10	6,21	1,82
906	0,380	-0,2801	1,309	0,057	3.10^6	6,50	6,65	2,33
907	0,380	-0,2801	1,309	0,064	1.10^6	6,50	6,57	1,03
908	0,380	-0,2801	1,309	0,064	3.10^6	7,00	7,01	0,11
909	0,380	-0,2801	1,309	0,069	1.10^6	6,80	6,82	0,32
910	0,380	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,30	7,26	-0,51
911	0,380	-0,2801	1,340	0,038	1.10^6	5,10	5,19	1,79
912	0,380	-0,2801	1,340	0,038	3.10^6	5,50	5,63	2,40
913	0,380	-0,2801	1,340	0,055	1.10^6	5,90	6,06	2,65
914	0,380	-0,2801	1,340	0,055	3.10^6	6,30	6,50	3,13
915	0,380	-0,2801	1,340	0,057	1.10^6	6,00	6,16	2,64
916	0,380	-0,2801	1,340	0,057	3.10^6	6,50	6,60	1,52
917	0,380	-0,2801	1,340	0,064	1.10^6	6,40	6,51	1,79
918	0,380	-0,2801	1,340	0,064	3.10^6	6,90	6,96	0,80
919	0,380	-0,2801	1,340	0,069	1.10^6	6,70	6,77	1,03
920	0,380	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,30	7,21	-1,24
921	0,380	-0,2801	1,526	0,038	1.10^6	4,90	4,87	-0,52
922	0,380	-0,2801	1,526	0,038	3.10^6	5,20	5,32	2,22
923	0,380	-0,2801	1,526	0,055	1.10^6	5,60	5,74	2,50
924	0,380	-0,2801	1,526	0,055	3.10^6	6,00	6,18	3,01
925	0,380	-0,2801	1,526	0,057	1.10^6	5,70	5,84	2,48
926	0,380	-0,2801	1,526	0,057	3.10^6	6,10	6,28	2,99
927	0,380	-0,2801	1,526	0,064	1.10^6	6,10	6,20	1,61
928	0,380	-0,2801	1,526	0,064	3.10^6	6,50	6,64	2,13
929	0,380	-0,2801	1,526	0,069	1.10^6	6,30	6,45	2,42
930	0,380	-0,2801	1,526	0,069	3.10^6	6,80	6,89	1,37
931	0,380	-0,2801	1,579	0,038	1.10^6	4,80	4,78	-0,33
932	0,380	-0,2801	1,579	0,038	3.10^6	5,10	5,23	2,45
933	0,380	-0,2801	1,579	0,055	1.10^6	5,50	5,65	2,72
934	0,380	-0,2801	1,579	0,055	3.10^6	5,90	6,09	3,23
935	0,380	-0,2801	1,579	0,057	1.10^6	5,60	5,75	2,70
936	0,380	-0,2801	1,579	0,057	3.10^6	6,00	6,19	3,20
937	0,380	-0,2801	1,579	0,064	1.10^6	6,00	6,11	1,80
938	0,380	-0,2801	1,579	0,064	3.10^6	6,40	6,55	2,32
939	0,380	-0,2801	1,579	0,069	1.10^6	6,20	6,36	2,62
940	0,380	-0,2801	1,579	0,069	3.10^6	6,70	6,80	1,54
941	0,380	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,50	4,28	-4,88

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
942	0,380	-0,2801	1,875	0,038	3.10^6	4,80	4,72	-1,64
943	0,380	-0,2801	1,875	0,055	1.10^6	5,10	5,15	0,90
944	0,380	-0,2801	1,875	0,055	3.10^6	5,50	5,59	1,58
945	0,380	-0,2801	1,875	0,057	1.10^6	5,20	5,25	0,92
946	0,380	-0,2801	1,875	0,057	3.10^6	5,50	5,69	3,43
947	0,380	-0,2801	1,875	0,064	1.10^6	5,50	5,60	1,89
948	0,380	-0,2801	1,875	0,064	3.10^6	5,90	6,04	2,45
949	0,380	-0,2801	1,875	0,069	1.10^6	5,70	5,86	2,78
950	0,380	-0,2801	1,875	0,069	3.10^6	6,20	6,30	1,60
951	0,380	-0,4085	1,309	0,038	1.10^6	5,70	5,71	0,14
952	0,380	-0,4085	1,309	0,038	3.10^6	6,00	6,15	2,48
953	0,380	-0,4085	1,309	0,055	1.10^6	6,40	6,57	2,71
954	0,380	-0,4085	1,309	0,055	3.10^6	6,90	7,01	1,66
955	0,380	-0,4085	1,309	0,057	1.10^6	6,50	6,68	2,70
956	0,380	-0,4085	1,309	0,057	3.10^6	7,00	7,12	1,66
957	0,380	-0,4085	1,309	0,064	1.10^6	6,90	7,03	1,91
958	0,380	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,50	7,47	-0,37
959	0,380	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,20	7,29	1,20
960	0,380	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,80	7,73	-0,94
961	0,380	-0,4085	1,340	0,038	1.10^6	5,60	5,66	0,99
962	0,380	-0,4085	1,340	0,038	3.10^6	6,00	6,10	1,60
963	0,380	-0,4085	1,340	0,055	1.10^6	6,40	6,52	1,89
964	0,380	-0,4085	1,340	0,055	3.10^6	6,80	6,96	2,38
965	0,380	-0,4085	1,340	0,057	1.10^6	6,50	6,62	1,89
966	0,380	-0,4085	1,340	0,057	3.10^6	7,00	7,06	0,91
967	0,380	-0,4085	1,340	0,064	1.10^6	6,90	6,98	1,14
968	0,380	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,40	7,42	0,27
969	0,380	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,20	7,23	0,46
970	0,380	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,80	7,67	-1,61
971	0,380	-0,4085	1,526	0,038	1.10^6	5,40	5,34	-1,13
972	0,380	-0,4085	1,526	0,038	3.10^6	5,70	5,78	1,40
973	0,380	-0,4085	1,526	0,055	1.10^6	6,10	6,20	1,71
974	0,380	-0,4085	1,526	0,055	3.10^6	6,50	6,65	2,23
975	0,380	-0,4085	1,526	0,057	1.10^6	6,20	6,31	1,71
976	0,380	-0,4085	1,526	0,057	3.10^6	6,60	6,75	2,22
977	0,380	-0,4085	1,526	0,064	1.10^6	6,50	6,66	2,50
978	0,380	-0,4085	1,526	0,064	3.10^6	7,00	7,10	1,47
979	0,380	-0,4085	1,526	0,069	1.10^6	6,80	6,92	1,72
980	0,380	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,30	7,36	0,79
981	0,380	-0,4085	1,579	0,038	1.10^6	5,30	5,25	-0,97
982	0,380	-0,4085	1,579	0,038	3.10^6	5,60	5,69	1,60
983	0,380	-0,4085	1,579	0,055	1.10^6	6,00	6,11	1,90
984	0,380	-0,4085	1,579	0,055	3.10^6	6,40	6,55	2,42
985	0,380	-0,4085	1,579	0,057	1.10^6	6,10	6,22	1,90
986	0,380	-0,4085	1,579	0,057	3.10^6	6,50	6,66	2,41

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
987	0,380	-0,4085	1,579	0,064	1.10^6	6,40	6,57	2,69
988	0,380	-0,4085	1,579	0,064	3.10^6	6,90	7,01	1,64
989	0,380	-0,4085	1,579	0,069	1.10^6	6,70	6,83	1,89
990	0,380	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,20	7,27	0,94
991	0,380	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	5,00	4,74	-5,10
992	0,380	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,30	5,19	-2,16
993	0,380	-0,4085	1,875	0,055	1.10^6	5,60	5,61	0,18
994	0,380	-0,4085	1,875	0,055	3.10^6	6,00	6,05	0,85
995	0,380	-0,4085	1,875	0,057	1.10^6	5,60	5,71	2,00
996	0,380	-0,4085	1,875	0,057	3.10^6	6,10	6,15	0,87
997	0,380	-0,4085	1,875	0,064	1.10^6	5,90	6,07	2,85
998	0,380	-0,4085	1,875	0,064	3.10^6	6,40	6,51	1,71
999	0,380	-0,4085	1,875	0,069	1.10^6	6,20	6,32	1,98
1000	0,380	-0,4085	1,875	0,069	3.10^6	6,70	6,76	0,95
1001	0,400	-0,0647	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,44	-3,39
1002	0,400	-0,0647	1,309	0,038	3.10^6	4,80	4,88	1,76
1003	0,400	-0,0647	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,31	-1,68
1004	0,400	-0,0647	1,309	0,055	3.10^6	5,70	5,75	0,88
1005	0,400	-0,0647	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,41	-1,62
1006	0,400	-0,0647	1,309	0,057	3.10^6	5,80	5,85	0,89
1007	0,400	-0,0647	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,77	-2,25
1008	0,400	-0,0647	1,309	0,064	3.10^6	6,30	6,21	-1,46
1009	0,400	-0,0647	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,02	-2,87
1010	0,400	-0,0647	1,309	0,069	3.10^6	6,60	6,46	-2,08
1011	0,400	-0,0647	1,340	0,038	1.10^6	4,50	4,39	-2,42
1012	0,400	-0,0647	1,340	0,038	3.10^6	4,80	4,83	0,67
1013	0,400	-0,0647	1,340	0,055	1.10^6	5,30	5,26	-0,82
1014	0,400	-0,0647	1,340	0,055	3.10^6	5,70	5,70	-0,05
1015	0,400	-0,0647	1,340	0,057	1.10^6	5,40	5,36	-0,77
1016	0,400	-0,0647	1,340	0,057	3.10^6	5,80	5,80	-0,02
1017	0,400	-0,0647	1,340	0,064	1.10^6	5,80	5,71	-1,47
1018	0,400	-0,0647	1,340	0,064	3.10^6	6,20	6,16	-0,72
1019	0,400	-0,0647	1,340	0,069	1.10^6	6,10	5,97	-2,15
1020	0,400	-0,0647	1,340	0,069	3.10^6	6,60	6,41	-2,88
1021	0,400	-0,0647	1,526	0,038	1.10^6	4,30	4,07	-5,24
1022	0,400	-0,0647	1,526	0,038	3.10^6	4,50	4,52	0,34
1023	0,400	-0,0647	1,526	0,055	1.10^6	5,00	4,94	-1,20
1024	0,400	-0,0647	1,526	0,055	3.10^6	5,30	5,38	1,52
1025	0,400	-0,0647	1,526	0,057	1.10^6	5,10	5,04	-1,14
1026	0,400	-0,0647	1,526	0,057	3.10^6	5,40	5,48	1,53
1027	0,400	-0,0647	1,526	0,064	1.10^6	5,40	5,40	-0,04
1028	0,400	-0,0647	1,526	0,064	3.10^6	5,80	5,84	0,67
1029	0,400	-0,0647	1,526	0,069	1.10^6	5,70	5,65	-0,83
1030	0,400	-0,0647	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,09	-1,72
1031	0,400	-0,0647	1,579	0,038	1.10^6	4,20	3,98	-5,13

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1032	0,400	-0,0647	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,43	-1,66
1033	0,400	-0,0647	1,579	0,055	1.10^6	4,90	4,85	-1,03
1034	0,400	-0,0647	1,579	0,055	3.10^6	5,20	5,29	1,74
1035	0,400	-0,0647	1,579	0,057	1.10^6	5,00	4,95	-0,97
1036	0,400	-0,0647	1,579	0,057	3.10^6	5,30	5,39	1,74
1037	0,400	-0,0647	1,579	0,064	1.10^6	5,30	5,31	0,15
1038	0,400	-0,0647	1,579	0,064	3.10^6	5,70	5,75	0,85
1039	0,400	-0,0647	1,579	0,069	1.10^6	5,60	5,56	-0,67
1040	0,400	-0,0647	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,00	-1,59
1041	0,400	-0,0647	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,48	-10,75
1042	0,400	-0,0647	1,875	0,038	3.10^6	4,10	3,92	-4,36
1043	0,400	-0,0647	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,35	-3,42
1044	0,400	-0,0647	1,875	0,055	3.10^6	4,80	4,79	-0,28
1045	0,400	-0,0647	1,875	0,057	1.10^6	4,50	4,45	-1,16
1046	0,400	-0,0647	1,875	0,057	3.10^6	4,90	4,89	-0,23
1047	0,400	-0,0647	1,875	0,064	1.10^6	4,80	4,80	0,08
1048	0,400	-0,0647	1,875	0,064	3.10^6	5,20	5,24	0,86
1049	0,400	-0,0647	1,875	0,069	1.10^6	5,10	5,06	-0,81
1050	0,400	-0,0647	1,875	0,069	3.10^6	5,50	5,50	-0,01
1051	0,400	-0,0970	1,309	0,038	1.10^6	4,60	4,56	-0,85
1052	0,400	-0,0970	1,309	0,038	3.10^6	4,90	5,00	2,07
1053	0,400	-0,0970	1,309	0,055	1.10^6	5,40	5,43	0,48
1054	0,400	-0,0970	1,309	0,055	3.10^6	5,80	5,87	1,15
1055	0,400	-0,0970	1,309	0,057	1.10^6	5,50	5,53	0,51
1056	0,400	-0,0970	1,309	0,057	3.10^6	5,90	5,97	1,16
1057	0,400	-0,0970	1,309	0,064	1.10^6	5,90	5,88	-0,27
1058	0,400	-0,0970	1,309	0,064	3.10^6	6,40	6,32	-1,17
1059	0,400	-0,0970	1,309	0,069	1.10^6	6,20	6,14	-0,99
1060	0,400	-0,0970	1,309	0,069	3.10^6	6,70	6,58	-1,80
1061	0,400	-0,0970	1,340	0,038	1.10^6	4,60	4,51	-2,00
1062	0,400	-0,0970	1,340	0,038	3.10^6	4,90	4,95	1,00
1063	0,400	-0,0970	1,340	0,055	1.10^6	5,40	5,37	-0,50
1064	0,400	-0,0970	1,340	0,055	3.10^6	5,80	5,81	0,24
1065	0,400	-0,0970	1,340	0,057	1.10^6	5,50	5,48	-0,45
1066	0,400	-0,0970	1,340	0,057	3.10^6	5,90	5,92	0,27
1067	0,400	-0,0970	1,340	0,064	1.10^6	5,90	5,83	-1,16
1068	0,400	-0,0970	1,340	0,064	3.10^6	6,30	6,27	-0,44
1069	0,400	-0,0970	1,340	0,069	1.10^6	6,20	6,09	-1,84
1070	0,400	-0,0970	1,340	0,069	3.10^6	6,70	6,53	-2,59
1071	0,400	-0,0970	1,526	0,038	1.10^6	4,40	4,19	-4,74
1072	0,400	-0,0970	1,526	0,038	3.10^6	4,60	4,63	0,70
1073	0,400	-0,0970	1,526	0,055	1.10^6	5,10	5,06	-0,85
1074	0,400	-0,0970	1,526	0,055	3.10^6	5,40	5,50	1,81
1075	0,400	-0,0970	1,526	0,057	1.10^6	5,20	5,16	-0,80
1076	0,400	-0,0970	1,526	0,057	3.10^6	5,50	5,60	1,81

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1077	0,400	-0,0970	1,526	0,064	1.10^6	5,50	5,51	0,27
1078	0,400	-0,0970	1,526	0,064	3.10^6	5,90	5,96	0,94
1079	0,400	-0,0970	1,526	0,069	1.10^6	5,80	5,77	-0,53
1080	0,400	-0,0970	1,526	0,069	3.10^6	6,20	6,21	0,16
1081	0,400	-0,0970	1,579	0,038	1.10^6	4,30	4,10	-4,62
1082	0,400	-0,0970	1,579	0,038	3.10^6	4,50	4,54	0,93
1083	0,400	-0,0970	1,579	0,055	1.10^6	5,00	4,97	-0,67
1084	0,400	-0,0970	1,579	0,055	3.10^6	5,30	5,41	2,02
1085	0,400	-0,0970	1,579	0,057	1.10^6	5,10	5,07	-0,62
1086	0,400	-0,0970	1,579	0,057	3.10^6	5,40	5,51	2,02
1087	0,400	-0,0970	1,579	0,064	1.10^6	5,40	5,42	0,45
1088	0,400	-0,0970	1,579	0,064	3.10^6	5,80	5,87	1,13
1089	0,400	-0,0970	1,579	0,069	1.10^6	5,70	5,68	-0,37
1090	0,400	-0,0970	1,579	0,069	3.10^6	6,10	6,12	0,33
1091	0,400	-0,0970	1,875	0,038	1.10^6	3,90	3,60	-7,76
1092	0,400	-0,0970	1,875	0,038	3.10^6	4,20	4,04	-3,85
1093	0,400	-0,0970	1,875	0,055	1.10^6	4,50	4,46	-0,83
1094	0,400	-0,0970	1,875	0,055	3.10^6	4,90	4,90	0,07
1095	0,400	-0,0970	1,875	0,057	1.10^6	4,60	4,56	-0,77
1096	0,400	-0,0970	1,875	0,057	3.10^6	5,00	5,01	0,11
1097	0,400	-0,0970	1,875	0,064	1.10^6	4,90	4,92	0,42
1098	0,400	-0,0970	1,875	0,064	3.10^6	5,30	5,36	1,16
1099	0,400	-0,0970	1,875	0,069	1.10^6	5,30	5,18	-2,35
1100	0,400	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,87	1,29
1101	0,400	-0,1685	1,309	0,038	1.10^6	4,80	4,82	0,40
1102	0,400	-0,1685	1,309	0,038	3.10^6	5,10	5,26	3,14
1103	0,400	-0,1685	1,309	0,055	1.10^6	5,60	5,68	1,51
1104	0,400	-0,1685	1,309	0,055	3.10^6	6,00	6,13	2,09
1105	0,400	-0,1685	1,309	0,057	1.10^6	5,70	5,79	1,52
1106	0,400	-0,1685	1,309	0,057	3.10^6	6,10	6,23	2,09
1107	0,400	-0,1685	1,309	0,064	1.10^6	6,10	6,14	0,70
1108	0,400	-0,1685	1,309	0,064	3.10^6	6,60	6,58	-0,25
1109	0,400	-0,1685	1,309	0,069	1.10^6	6,40	6,40	-0,04
1110	0,400	-0,1685	1,309	0,069	3.10^6	6,90	6,84	-0,90
1111	0,400	-0,1685	1,340	0,038	1.10^6	4,80	4,77	-0,70
1112	0,400	-0,1685	1,340	0,038	3.10^6	5,10	5,21	2,10
1113	0,400	-0,1685	1,340	0,055	1.10^6	5,60	5,63	0,57
1114	0,400	-0,1685	1,340	0,055	3.10^6	5,90	6,07	2,93
1115	0,400	-0,1685	1,340	0,057	1.10^6	5,70	5,73	0,59
1116	0,400	-0,1685	1,340	0,057	3.10^6	6,10	6,17	1,22
1117	0,400	-0,1685	1,340	0,064	1.10^6	6,00	6,09	1,50
1118	0,400	-0,1685	1,340	0,064	3.10^6	6,50	6,53	0,47
1119	0,400	-0,1685	1,340	0,069	1.10^6	6,30	6,34	0,71
1120	0,400	-0,1685	1,340	0,069	3.10^6	6,90	6,79	-1,66
1121	0,400	-0,1685	1,526	0,038	1.10^6	4,50	4,45	-1,11

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1122	0,400	-0,1685	1,526	0,038	3.10^6	4,80	4,89	1,89
1123	0,400	-0,1685	1,526	0,055	1.10^6	5,20	5,32	2,22
1124	0,400	-0,1685	1,526	0,055	3.10^6	5,60	5,76	2,79
1125	0,400	-0,1685	1,526	0,057	1.10^6	5,30	5,42	2,21
1126	0,400	-0,1685	1,526	0,057	3.10^6	5,70	5,86	2,77
1127	0,400	-0,1685	1,526	0,064	1.10^6	5,70	5,77	1,29
1128	0,400	-0,1685	1,526	0,064	3.10^6	6,10	6,21	1,87
1129	0,400	-0,1685	1,526	0,069	1.10^6	6,00	6,03	0,46
1130	0,400	-0,1685	1,526	0,069	3.10^6	6,40	6,47	1,07
1131	0,400	-0,1685	1,579	0,038	1.10^6	4,50	4,36	-3,12
1132	0,400	-0,1685	1,579	0,038	3.10^6	4,70	4,80	2,14
1133	0,400	-0,1685	1,579	0,055	1.10^6	5,20	5,23	0,48
1134	0,400	-0,1685	1,579	0,055	3.10^6	5,50	5,67	3,02
1135	0,400	-0,1685	1,579	0,057	1.10^6	5,30	5,33	0,51
1136	0,400	-0,1685	1,579	0,057	3.10^6	5,60	5,77	2,99
1137	0,400	-0,1685	1,579	0,064	1.10^6	5,60	5,68	1,49
1138	0,400	-0,1685	1,579	0,064	3.10^6	6,00	6,12	2,07
1139	0,400	-0,1685	1,579	0,069	1.10^6	5,90	5,94	0,64
1140	0,400	-0,1685	1,579	0,069	3.10^6	6,30	6,38	1,25
1141	0,400	-0,1685	1,875	0,038	1.10^6	4,10	3,86	-5,95
1142	0,400	-0,1685	1,875	0,038	3.10^6	4,40	4,30	-2,35
1143	0,400	-0,1685	1,875	0,055	1.10^6	4,70	4,72	0,45
1144	0,400	-0,1685	1,875	0,055	3.10^6	5,10	5,16	1,22
1145	0,400	-0,1685	1,875	0,057	1.10^6	4,80	4,82	0,48
1146	0,400	-0,1685	1,875	0,057	3.10^6	5,20	5,26	1,23
1147	0,400	-0,1685	1,875	0,064	1.10^6	5,10	5,18	1,56
1148	0,400	-0,1685	1,875	0,064	3.10^6	5,50	5,62	2,19
1149	0,400	-0,1685	1,875	0,069	1.10^6	5,30	5,43	2,53
1150	0,400	-0,1685	1,875	0,069	3.10^6	5,80	5,87	1,29
1151	0,400	-0,2801	1,309	0,038	1.10^6	5,20	5,22	0,44
1152	0,400	-0,2801	1,309	0,038	3.10^6	5,50	5,66	2,98
1153	0,400	-0,2801	1,309	0,055	1.10^6	5,90	6,09	3,19
1154	0,400	-0,2801	1,309	0,055	3.10^6	6,40	6,53	2,02
1155	0,400	-0,2801	1,309	0,057	1.10^6	6,00	6,19	3,17
1156	0,400	-0,2801	1,309	0,057	3.10^6	6,50	6,63	2,01
1157	0,400	-0,2801	1,309	0,064	1.10^6	6,40	6,55	2,29
1158	0,400	-0,2801	1,309	0,064	3.10^6	6,90	6,99	1,26
1159	0,400	-0,2801	1,309	0,069	1.10^6	6,70	6,80	1,50
1160	0,400	-0,2801	1,309	0,069	3.10^6	7,30	7,24	-0,80
1161	0,400	-0,2801	1,340	0,038	1.10^6	5,10	5,17	1,38
1162	0,400	-0,2801	1,340	0,038	3.10^6	5,40	5,61	3,91
1163	0,400	-0,2801	1,340	0,055	1.10^6	5,90	6,04	2,30
1164	0,400	-0,2801	1,340	0,055	3.10^6	6,30	6,48	2,80
1165	0,400	-0,2801	1,340	0,057	1.10^6	6,00	6,14	2,29
1166	0,400	-0,2801	1,340	0,057	3.10^6	6,40	6,58	2,78

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1167	0,400	-0,2801	1,340	0,064	1.10^6	6,40	6,49	1,46
1168	0,400	-0,2801	1,340	0,064	3.10^6	6,90	6,93	0,50
1169	0,400	-0,2801	1,340	0,069	1.10^6	6,70	6,75	0,72
1170	0,400	-0,2801	1,340	0,069	3.10^6	7,20	7,19	-0,15
1171	0,400	-0,2801	1,526	0,038	1.10^6	4,90	4,85	-0,95
1172	0,400	-0,2801	1,526	0,038	3.10^6	5,20	5,29	1,82
1173	0,400	-0,2801	1,526	0,055	1.10^6	5,60	5,72	2,12
1174	0,400	-0,2801	1,526	0,055	3.10^6	6,00	6,16	2,66
1175	0,400	-0,2801	1,526	0,057	1.10^6	5,70	5,82	2,12
1176	0,400	-0,2801	1,526	0,057	3.10^6	6,10	6,26	2,65
1177	0,400	-0,2801	1,526	0,064	1.10^6	6,00	6,18	2,95
1178	0,400	-0,2801	1,526	0,064	3.10^6	6,50	6,62	1,81
1179	0,400	-0,2801	1,526	0,069	1.10^6	6,30	6,43	2,09
1180	0,400	-0,2801	1,526	0,069	3.10^6	6,80	6,87	1,06
1181	0,400	-0,2801	1,579	0,038	1.10^6	4,80	4,76	-0,76
1182	0,400	-0,2801	1,579	0,038	3.10^6	5,10	5,20	2,04
1183	0,400	-0,2801	1,579	0,055	1.10^6	5,50	5,63	2,34
1184	0,400	-0,2801	1,579	0,055	3.10^6	5,90	6,07	2,87
1185	0,400	-0,2801	1,579	0,057	1.10^6	5,60	5,73	2,33
1186	0,400	-0,2801	1,579	0,057	3.10^6	6,00	6,17	2,85
1187	0,400	-0,2801	1,579	0,064	1.10^6	5,90	6,09	3,17
1188	0,400	-0,2801	1,579	0,064	3.10^6	6,40	6,53	1,99
1189	0,400	-0,2801	1,579	0,069	1.10^6	6,20	6,34	2,28
1190	0,400	-0,2801	1,579	0,069	3.10^6	6,70	6,78	1,23
1191	0,400	-0,2801	1,875	0,038	1.10^6	4,50	4,26	-5,34
1192	0,400	-0,2801	1,875	0,038	3.10^6	4,70	4,70	0,01
1193	0,400	-0,2801	1,875	0,055	1.10^6	5,00	5,12	2,50
1194	0,400	-0,2801	1,875	0,055	3.10^6	5,40	5,57	3,07
1195	0,400	-0,2801	1,875	0,057	1.10^6	5,10	5,23	2,48
1196	0,400	-0,2801	1,875	0,057	3.10^6	5,50	5,67	3,05
1197	0,400	-0,2801	1,875	0,064	1.10^6	5,40	5,58	3,39
1198	0,400	-0,2801	1,875	0,064	3.10^6	5,80	6,02	3,86
1199	0,400	-0,2801	1,875	0,069	1.10^6	5,70	5,84	2,41
1200	0,400	-0,2801	1,875	0,069	3.10^6	6,10	6,28	2,92
1201	0,400	-0,4085	1,309	0,038	1.10^6	5,60	5,69	1,56
1202	0,400	-0,4085	1,309	0,038	3.10^6	6,00	6,13	2,14
1203	0,400	-0,4085	1,309	0,055	1.10^6	6,40	6,55	2,38
1204	0,400	-0,4085	1,309	0,055	3.10^6	6,80	6,99	2,84
1205	0,400	-0,4085	1,309	0,057	1.10^6	6,50	6,65	2,38
1206	0,400	-0,4085	1,309	0,057	3.10^6	7,00	7,10	1,36
1207	0,400	-0,4085	1,309	0,064	1.10^6	6,90	7,01	1,60
1208	0,400	-0,4085	1,309	0,064	3.10^6	7,40	7,45	0,70
1209	0,400	-0,4085	1,309	0,069	1.10^6	7,20	7,27	0,91
1210	0,400	-0,4085	1,309	0,069	3.10^6	7,80	7,71	-1,21
1211	0,400	-0,4085	1,340	0,038	1.10^6	5,60	5,63	0,62

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1212	0,400	-0,4085	1,340	0,038	3.10^6	6,00	6,08	1,26
1213	0,400	-0,4085	1,340	0,055	1.10^6	6,40	6,50	1,56
1214	0,400	-0,4085	1,340	0,055	3.10^6	6,80	6,94	2,07
1215	0,400	-0,4085	1,340	0,057	1.10^6	6,50	6,60	1,56
1216	0,400	-0,4085	1,340	0,057	3.10^6	7,00	7,04	0,61
1217	0,400	-0,4085	1,340	0,064	1.10^6	6,90	6,96	0,84
1218	0,400	-0,4085	1,340	0,064	3.10^6	7,40	7,40	-0,02
1219	0,400	-0,4085	1,340	0,069	1.10^6	7,20	7,21	0,17
1220	0,400	-0,4085	1,340	0,069	3.10^6	7,80	7,65	-1,88
1221	0,400	-0,4085	1,526	0,038	1.10^6	5,30	5,32	0,34
1222	0,400	-0,4085	1,526	0,038	3.10^6	5,60	5,76	2,84
1223	0,400	-0,4085	1,526	0,055	1.10^6	6,00	6,18	3,05
1224	0,400	-0,4085	1,526	0,055	3.10^6	6,40	6,62	3,50
1225	0,400	-0,4085	1,526	0,057	1.10^6	6,10	6,29	3,03
1226	0,400	-0,4085	1,526	0,057	3.10^6	6,60	6,73	1,91
1227	0,400	-0,4085	1,526	0,064	1.10^6	6,50	6,64	2,17
1228	0,400	-0,4085	1,526	0,064	3.10^6	7,00	7,08	1,17
1229	0,400	-0,4085	1,526	0,069	1.10^6	6,70	6,90	2,92
1230	0,400	-0,4085	1,526	0,069	3.10^6	7,30	7,34	0,50
1231	0,400	-0,4085	1,579	0,038	1.10^6	5,20	5,23	0,53
1232	0,400	-0,4085	1,579	0,038	3.10^6	5,60	5,67	1,22
1233	0,400	-0,4085	1,579	0,055	1.10^6	5,90	6,09	3,27
1234	0,400	-0,4085	1,579	0,055	3.10^6	6,40	6,53	2,09
1235	0,400	-0,4085	1,579	0,057	1.10^6	6,00	6,19	3,25
1236	0,400	-0,4085	1,579	0,057	3.10^6	6,50	6,64	2,09
1237	0,400	-0,4085	1,579	0,064	1.10^6	6,40	6,55	2,36
1238	0,400	-0,4085	1,579	0,064	3.10^6	6,90	6,99	1,33
1239	0,400	-0,4085	1,579	0,069	1.10^6	6,60	6,81	3,12
1240	0,400	-0,4085	1,579	0,069	3.10^6	7,20	7,25	0,65
1241	0,400	-0,4085	1,875	0,038	1.10^6	4,90	4,72	-3,59
1242	0,400	-0,4085	1,875	0,038	3.10^6	5,20	5,16	-0,68
1243	0,400	-0,4085	1,875	0,055	1.10^6	5,50	5,59	1,62
1244	0,400	-0,4085	1,875	0,055	3.10^6	5,90	6,03	2,21
1245	0,400	-0,4085	1,875	0,057	1.10^6	5,60	5,69	1,63
1246	0,400	-0,4085	1,875	0,057	3.10^6	6,00	6,13	2,20
1247	0,400	-0,4085	1,875	0,064	1.10^6	5,90	6,05	2,50
1248	0,400	-0,4085	1,875	0,064	3.10^6	6,40	6,49	1,38
1249	0,400	-0,4085	1,875	0,069	1.10^6	6,10	6,30	3,31
1250	0,400	-0,4085	1,875	0,069	3.10^6	6,60	6,74	2,16

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO PARA VALIDAÇÃO

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
1	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	6,30	5,98	-5,10
2	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	6,60	6,26	-5,08
3	0,27	-0,4493	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	6,70	6,51	-2,88
4	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	7,50	7,23	-3,59
5	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	7,90	7,52	-4,85
6	0,27	-0,4493	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	8,10	7,76	-4,20
7	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	8,60	8,10	-5,80
8	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	9,20	8,39	-8,83
9	0,27	-0,4493	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	9,50	8,63	-9,16
10	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,50	5,00	-9,03
11	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,80	5,29	-8,80
12	0,27	-0,4493	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	6,00	5,53	-7,80
13	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,50	6,26	-3,76
14	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,90	6,54	-5,19
15	0,27	-0,4493	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	7,10	6,78	-4,45
16	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,30	7,13	-2,38
17	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,80	7,41	-4,97
18	0,27	-0,4493	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	8,10	7,65	-5,50
19	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,20	4,47	-13,96
20	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,50	4,76	-13,45
21	0,27	-0,4493	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,70	5,00	-12,23
22	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,00	5,73	-4,56
23	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,40	6,01	-6,05
24	0,27	-0,4493	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,60	6,25	-5,23
25	0,27	-0,4493	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,80	6,60	-2,99
26	0,27	-0,4493	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,20	6,88	-4,40
27	0,27	-0,4493	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,50	7,13	-5,00
28	0,27	-0,2117	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,10	5,12	0,38
29	0,27	-0,2117	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,40	5,41	0,10
30	0,27	-0,2117	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,50	5,65	2,69
31	0,27	-0,2117	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,30	6,37	1,14
32	0,27	-0,2117	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,70	6,66	-0,63
33	0,27	-0,2117	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,90	6,90	0,00
34	0,27	-0,2117	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,40	7,24	-2,14
35	0,27	-0,2117	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	8,00	7,53	-5,90
36	0,27	-0,2117	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	8,20	7,77	-5,24
37	0,27	-0,2117	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,40	4,14	-5,81
38	0,27	-0,2117	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,60	4,43	-3,69
39	0,27	-0,2117	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,70	4,67	-0,58
40	0,27	-0,2117	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,30	5,40	1,82
41	0,27	-0,2117	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,70	5,68	-0,31

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
42	0,27	-0,2117	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,80	5,92	2,15
43	0,27	-0,2117	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,20	6,27	1,08
44	0,27	-0,2117	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,60	6,55	-0,71
45	0,27	-0,2117	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,80	6,80	-0,07
46	0,27	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,10	3,61	-11,83
47	0,27	-0,2117	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,30	3,90	-9,28
48	0,27	-0,2117	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,40	4,14	-5,83
49	0,27	-0,2117	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,90	4,87	-0,67
50	0,27	-0,2117	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,20	5,15	-0,90
51	0,27	-0,2117	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,30	5,40	1,80
52	0,27	-0,2117	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,60	5,74	2,45
53	0,27	-0,2117	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,00	6,02	0,39
54	0,27	-0,2117	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,20	6,27	1,06
55	0,27	-0,0582	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,60	4,56	-0,78
56	0,27	-0,0582	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,80	4,85	1,05
57	0,27	-0,0582	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,90	5,09	3,94
58	0,27	-0,0582	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,80	5,82	0,28
59	0,27	-0,0582	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,20	6,10	-1,57
60	0,27	-0,0582	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,30	6,34	0,71
61	0,27	-0,0582	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,90	6,69	-3,09
62	0,27	-0,0582	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,40	6,97	-5,77
63	0,27	-0,0582	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,70	7,22	-6,29
64	0,27	-0,0582	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,59	-7,97
65	0,27	-0,0582	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,10	3,88	-5,48
66	0,27	-0,0582	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,20	4,12	-1,96
67	0,27	-0,0582	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,80	4,84	0,86
68	0,27	-0,0582	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,10	5,13	0,54
69	0,27	-0,0582	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,30	5,37	1,32
70	0,27	-0,0582	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,70	5,71	0,20
71	0,27	-0,0582	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,10	6,00	-1,68
72	0,27	-0,0582	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,30	6,24	-0,95
73	0,27	-0,0582	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,60	3,06	-15,01
74	0,27	-0,0582	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	3,80	3,35	-11,95
75	0,27	-0,0582	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	3,90	3,59	-7,99
76	0,27	-0,0582	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,40	4,31	-2,00
77	0,27	-0,0582	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	4,70	4,60	-2,17
78	0,27	-0,0582	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	4,80	4,84	0,84
79	0,27	-0,0582	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,10	5,18	1,61
80	0,27	-0,0582	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,50	5,47	-0,57
81	0,27	-0,0582	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,70	5,71	0,19
82	0,39	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,80	5,85	0,92
83	0,39	-0,4493	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	6,10	6,14	0,65
84	0,39	-0,4493	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	6,20	6,38	2,93
85	0,39	-0,4493	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	7,00	7,11	1,51
86	0,39	-0,4493	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	7,40	7,39	-0,12

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
87	0,39	-0,4493	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	7,60	7,63	0,45
88	0,39	-0,4493	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	8,10	7,98	-1,53
89	0,39	-0,4493	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	8,70	8,26	-5,04
90	0,39	-0,4493	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	8,90	8,50	-4,45
91	0,39	-0,4493	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,10	4,88	-4,35
92	0,39	-0,4493	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,30	5,16	-2,56
93	0,39	-0,4493	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,50	5,41	-1,70
94	0,39	-0,4493	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,00	6,13	2,17
95	0,39	-0,4493	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,30	6,42	1,85
96	0,39	-0,4493	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,50	6,66	2,44
97	0,39	-0,4493	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,80	7,00	2,95
98	0,39	-0,4493	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,30	7,29	-0,18
99	0,39	-0,4493	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,50	7,53	0,39
100	0,39	-0,4493	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,80	4,35	-9,40
101	0,39	-0,4493	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,00	4,63	-7,30
102	0,39	-0,4493	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,10	4,88	-4,37
103	0,39	-0,4493	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,50	5,60	1,83
104	0,39	-0,4493	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,90	5,89	-0,22
105	0,39	-0,4493	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,00	6,13	2,16
106	0,39	-0,4493	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,30	6,47	2,72
107	0,39	-0,4493	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,70	6,76	0,86
108	0,39	-0,4493	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,90	7,00	1,45
109	0,39	-0,2117	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,00	4,99	-0,12
110	0,39	-0,2117	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,20	5,28	1,54
111	0,39	-0,2117	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,30	5,52	4,20
112	0,39	-0,2117	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,20	6,25	0,74
113	0,39	-0,2117	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,50	6,53	0,49
114	0,39	-0,2117	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,70	6,77	1,11
115	0,39	-0,2117	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,30	7,12	-2,51
116	0,39	-0,2117	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,80	7,40	-5,10
117	0,39	-0,2117	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	8,00	7,64	-4,44
118	0,39	-0,2117	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,30	4,02	-6,54
119	0,39	-0,2117	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,50	4,30	-4,34
120	0,39	-0,2117	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,60	4,55	-1,15
121	0,39	-0,2117	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,20	5,27	1,36
122	0,39	-0,2117	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,50	5,56	1,04
123	0,39	-0,2117	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,60	5,80	3,56
124	0,39	-0,2117	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,00	6,14	2,35
125	0,39	-0,2117	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,40	6,43	0,43
126	0,39	-0,2117	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,60	6,67	1,06
127	0,39	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,49	-10,53
128	0,39	-0,2117	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,10	3,78	-7,91
129	0,39	-0,2117	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,20	4,02	-4,33
130	0,39	-0,2117	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,70	4,74	0,88
131	0,39	-0,2117	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,00	5,03	0,55

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
132	0,39	-0,2117	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,10	5,27	3,33
133	0,39	-0,2117	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,40	5,61	3,92
134	0,39	-0,2117	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,80	5,90	1,69
135	0,39	-0,2117	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,00	6,14	2,34
136	0,39	-0,0582	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,60	4,44	-3,50
137	0,39	-0,0582	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,80	4,72	-1,57
138	0,39	-0,0582	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,90	4,97	1,37
139	0,39	-0,0582	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,80	5,69	-1,88
140	0,39	-0,0582	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,10	5,98	-2,02
141	0,39	-0,0582	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,30	6,22	-1,28
142	0,39	-0,0582	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,90	6,56	-4,91
143	0,39	-0,0582	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,30	6,85	-6,20
144	0,39	-0,0582	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,60	7,09	-6,71
145	0,39	-0,0582	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,46	-11,19
146	0,39	-0,0582	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,00	3,75	-6,26
147	0,39	-0,0582	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,10	3,99	-2,63
148	0,39	-0,0582	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,80	4,72	-1,76
149	0,39	-0,0582	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,00	5,00	0,04
150	0,39	-0,0582	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,20	5,24	0,85
151	0,39	-0,0582	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,60	5,59	-0,25
152	0,39	-0,0582	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,00	5,87	-2,13
153	0,39	-0,0582	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,20	6,11	-1,38
154	0,39	-0,0582	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,50	2,93	-16,16
155	0,39	-0,0582	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	3,70	3,22	-12,96
156	0,39	-0,0582	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	3,80	3,46	-8,87
157	0,39	-0,0582	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,30	4,19	-2,64
158	0,39	-0,0582	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	4,60	4,47	-2,77
159	0,39	-0,0582	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	4,70	4,71	0,32
160	0,39	-0,0582	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,00	5,06	1,14
161	0,39	-0,0582	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,40	5,34	-1,06
162	0,39	-0,0582	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,60	5,59	-0,26
163	0,44	-0,4493	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	5,60	5,80	3,59
164	0,44	-0,4493	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,90	6,09	3,17
165	0,44	-0,4493	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	6,00	6,33	5,49
166	0,44	-0,4493	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,80	7,05	3,72
167	0,44	-0,4493	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	7,20	7,34	1,93
168	0,44	-0,4493	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	7,40	7,58	2,45
169	0,44	-0,4493	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,90	7,92	0,30
170	0,44	-0,4493	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	8,50	8,21	-3,42
171	0,44	-0,4493	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	8,70	8,45	-2,85
172	0,44	-0,4493	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,90	4,83	-1,52
173	0,44	-0,4493	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,20	5,11	-1,70
174	0,44	-0,4493	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,30	5,35	1,02
175	0,44	-0,4493	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,80	6,08	4,79
176	0,44	-0,4493	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,20	6,36	2,64

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
177	0,44	-0,4493	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,30	6,61	4,86
178	0,44	-0,4493	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,70	6,95	3,71
179	0,44	-0,4493	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,10	7,23	1,89
180	0,44	-0,4493	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,30	7,48	2,42
181	0,44	-0,4493	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,60	4,30	-6,60
182	0,44	-0,4493	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,80	4,58	-4,53
183	0,44	-0,4493	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,00	4,82	-3,50
184	0,44	-0,4493	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,40	5,55	2,75
185	0,44	-0,4493	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,70	5,83	2,36
186	0,44	-0,4493	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,90	6,08	3,00
187	0,44	-0,4493	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,10	6,42	5,23
188	0,44	-0,4493	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,50	6,71	3,15
189	0,44	-0,4493	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,70	6,95	3,69
190	0,44	-0,2117	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,90	4,94	0,85
191	0,44	-0,2117	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	5,10	5,23	2,50
192	0,44	-0,2117	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	5,20	5,47	5,20
193	0,44	-0,2117	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	6,10	6,19	1,54
194	0,44	-0,2117	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,50	6,48	-0,31
195	0,44	-0,2117	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,60	6,72	1,85
196	0,44	-0,2117	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	7,20	7,06	-1,89
197	0,44	-0,2117	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,70	7,35	-4,54
198	0,44	-0,2117	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,90	7,59	-3,89
199	0,44	-0,2117	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,20	3,97	-5,56
200	0,44	-0,2117	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,40	4,25	-3,35
201	0,44	-0,2117	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,50	4,49	-0,11
202	0,44	-0,2117	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,10	5,22	2,32
203	0,44	-0,2117	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,40	5,50	1,94
204	0,44	-0,2117	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,50	5,75	4,49
205	0,44	-0,2117	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,90	6,09	3,20
206	0,44	-0,2117	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	6,30	6,38	1,19
207	0,44	-0,2117	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,50	6,62	1,81
208	0,44	-0,2117	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,90	3,44	-11,87
209	0,44	-0,2117	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,10	3,72	-9,19
210	0,44	-0,2117	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,20	3,97	-5,58
211	0,44	-0,2117	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,70	4,69	-0,23
212	0,44	-0,2117	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	4,90	4,98	1,54
213	0,44	-0,2117	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,10	5,22	2,31
214	0,44	-0,2117	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,40	5,56	2,96
215	0,44	-0,2117	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,70	5,85	2,56
216	0,44	-0,2117	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,90	6,09	3,19
217	0,44	-0,0582	1,178	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	4,50	4,39	-2,52
218	0,44	-0,0582	1,178	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,70	4,67	-0,58
219	0,44	-0,0582	1,178	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,80	4,92	2,40
220	0,44	-0,0582	1,178	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	5,70	5,64	-1,08
221	0,44	-0,0582	1,178	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	6,10	5,92	-2,87

Cenários	Poisson	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	N	ATR MeDiNa	ATR Modelo	Erro
222	0,44	-0,0582	1,178	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	6,20	6,17	-0,53
223	0,44	-0,0582	1,178	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	6,80	6,51	-4,28
224	0,44	-0,0582	1,178	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	7,30	6,80	-6,92
225	0,44	-0,0582	1,178	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	7,50	7,04	-6,17
226	0,44	-0,0582	1,751	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,80	3,41	-10,23
227	0,44	-0,0582	1,751	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	4,00	3,70	-7,57
228	0,44	-0,0582	1,751	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	4,10	3,94	-3,91
229	0,44	-0,0582	1,751	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,70	4,66	-0,78
230	0,44	-0,0582	1,751	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	5,00	4,95	-1,01
231	0,44	-0,0582	1,751	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	5,10	5,19	1,80
232	0,44	-0,0582	1,751	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,60	5,53	-1,18
233	0,44	-0,0582	1,751	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,90	5,82	-1,36
234	0,44	-0,0582	1,751	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	6,10	6,06	-0,62
235	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	$9,02 \cdot 10^5$	3,50	2,88	-17,66
236	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	$2,20 \cdot 10^6$	3,70	3,17	-14,38
237	0,44	-0,0582	2,062	0,0342	$3,30 \cdot 10^6$	3,80	3,41	-10,25
238	0,44	-0,0582	2,062	0,0588	$9,02 \cdot 10^5$	4,30	4,13	-3,86
239	0,44	-0,0582	2,062	0,0588	$2,20 \cdot 10^6$	4,50	4,42	-1,77
240	0,44	-0,0582	2,062	0,0588	$3,30 \cdot 10^6$	4,70	4,66	-0,80
241	0,44	-0,0582	2,062	0,0759	$9,02 \cdot 10^5$	5,00	5,00	0,09
242	0,44	-0,0582	2,062	0,0759	$2,20 \cdot 10^6$	5,40	5,29	-2,03
243	0,44	-0,0582	2,062	0,0759	$3,30 \cdot 10^6$	5,50	5,53	0,60

Fonte: Elaborado pelo autor.