



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS PÓLO ACARÁ
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA

WEVERTTON ANTONIO DA SILVA E SILVA

**UM ESTUDO MATRICIAL DE PROJEÇÃO POPULACIONAL
BASEADA EM FAIXAS ETÁRIAS NO MUNICÍPIO DE
ACARÁ/PA**

Abaetetuba – PA
2022

WEVERTTON ANTONIO DA SILVA E SILVA

**UM ESTUDO MATRICIAL DE PROJEÇÃO POPULACIONAL
BASEADA EM FAIXAS ETÁRIAS NO MUNICÍPIO DE
ACARÁ/PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da
Universidade Federal do Pará, Polo Acará,
como requisito final para obtenção do grau de
Licenciado Pleno em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Manuel de Jesus dos
Santos Costa

Abaetetuba – PA
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586e Silva, Weverton Antonio da Silva E.
Um estudo matricial de projeção populacional baseada em
faixas etárias no município de Acará-Pa / Weverton Antonio da
Silva E Silva. — 2022.
24 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Manuel de Jesus dos Santos Costa
Costa
Coorientador(a): Prof. Dr. Drielson Davison Silva Gouvêa
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba, Curso de
Matemática, Abaetetuba, 2022.
1. Matriz. 2. Populos. 3. Crescimento. I. Título.

CDD 512

WEVERTTON ANTONIO DA SILVA E SILVA

**UM ESTUDO MATRICIAL DE PROJEÇÃO POPULACIONAL
BASEADA EM FAIXAS ETÁRIAS NO MUNICÍPIO DE
ACARÁ/PA**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado, para a obtenção do título de Licenciado Pleno em Matemática pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Polo Acará.

Abaetetuba, 27 de dezembro de 2022.

Manuel de Jesus dos S. Costa

Prof. Dr. Manuel, de Jesus dos Santos Costa
UFPA
Orientador

Rômulo Correa Lima

Prof. Dr. Rômulo Correa Lima
UFPA
Examinador

Sebastião Martins Siqueira Cordeiro

Prof. Dr. Sebastião Martins Siqueira Cordeiro
UFPA
Examinador

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a DEUS por ter me concedido esta oportunidade e ter me abençoado em todos os dias da minha vida.

A minha querida mãe Rita de Fátima da Silva e Silva juntamente com o meu pai Antonio Maria Martins Silva, tesouros da minha vida. Tento aqui recompensá-los por todo o incentivo, carinho e esforço dado na construção da minha educação.

A minha esposa Elianne, que me incentivou neste projeto de vida. Você é a base da nossa família, não teria chegado aqui sem o seu apoio, sem sua compreensão e principalmente sem seu carinho.

Ao meu lindo filho Davi Lucas, pela compreensão nos momentos ausentes. Papai te ama.

Ao meu primo Drielson Gouvêa por todo incentivo, e apoio durante todo o curso.

Ao professor Manuel Costa pelas suas orientações e paciência.

A minha vó Kelé e minha tia Ray que me acolheram em sua residência nesses anos da graduação, obrigado por tudo.

Ao meu grupo de estudo: Igor, Brenda, Lisandra, Tércia, Thaisla e Marcela

“Quem nunca cometeu um erro nunca tentou nada de novo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

O presente estudo mostra novas formas de gerar e aplicar informações interdisciplinares com o uso da Matemática, de forma específica no campo da Álgebra Linear. A aplicação em Biologia de Populações mostra um interessante ramo de pesquisa que exige mais atenção por meio dos profissionais de ambas as áreas. Foram estudados os movimentos na estrutura etária de uma população feminina que é frequentemente acompanhada por uma migração rural-urbana sendo, portanto, um caso convincente para as implicações das taxas de fertilidade e mortalidade. O objetivo geral deste estudo, após analisar os dados destes movimentos na estrutura etária, foi estimar o crescimento, ou não, da população feminina no município de Acará, estado do Pará. O modelo aplicado foi da matriz de Leslie e os cálculos realizados com a utilização do software *Populus*. O resultado obtido permitiu uma comparação gráfica com os dados populacionais retirados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

Palavras chave: Matriz de Leslie. *Populus*. Crescimento Populacional.

ABSTRACT

The present work was performed to show new ways of generating and applying interdisciplinary information using Mathematics, specifically in the field of Linear Algebra. The applications of Linear Algebra in Population Biology show a promising branch of great importance and that requires more attention from professionals in both areas. The movements in the age structure of a population that are often accompanied by rural-urban migration were studied and are therefore a compelling case for the implications of fertility, mortality and migration patterns together. The general objective of this work was to analyze data on female population growth of these movements in the age structure in the municipality of Acará, State of Pará, using Leslie's matrix model to estimate the increase, or not, of the population in the future. Populus software were used to meet the overall objective. The model obtained allowed an analysis of long-term population properties, as well as a graphic comparison between the female population data provided by IBGE and DATASUS and those obtained after the study.

Key words: Populus; Matrix of Leslie; Population growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	12
Figura 2:	16
Figura 3:	16
Figura 4:	17
Figura 5:	17
Figura 6:	18
Figura 7:	18
Figura 8:	18
Figura 9:	19
Figura 10:	20
Figura 11:	20
Figura 12:	21
Figura 13:	21
Figura 14:	21

LISTA DE TABELA E GRÁFICO

Tabela de Comparação.....	21
Gráfico de Comparação.....	22

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:	13
Equação 2:	14
Equação 3:	14
Equação 4:	15
Equação 5:	15
Equação 6:	16
Equação 7:	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	CAPÍTULO 1 : MODELO MATRICIAL DE LESLIE	12
3	CAPÍTULO 2 : ORGANIZAÇÃO DESTE ESTUDO.....	14
4	CAPÍTULO 3 :PROJEÇÃO POPULACIONAL NO MUNICÍPIO DE ACARÁ....	18
5	CONCLUSÃO	20
6	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

Com a constante evolução computacional as aplicações matemáticas, seus métodos e modelos, vêm sendo utilizados cada vez mais em todas as áreas da ciência, dentre elas a área biológica. Quando a variação de uma população é feita em função do tempo, obtemos um processo que é chamado de dinâmica da população cujo objetivo é estudar as mudanças numéricas sofridas por uma população, determinar suas causas, prever seu comportamento e analisar suas consequências dentro da Ecologia. (Moreno, 2014). Um importante modelo de variação em dinâmica populacional é a chamada Matriz de Leslie em homenagem ao autor do método, o fisiologista Patrick Holt Leslie (1900 - 1974).

Segundo Caswell (2001), em seu estudo com roedores Leslie (1945) observou que a taxa de mortalidade e a taxa de natalidade dependem da faixa etária dos indivíduos da espécie estudada, ou seja, a taxa de mortalidade é maior entre os indivíduos mais velhos do que entre os mais jovens já a taxa de fertilidade dependerá da idade do indivíduo-fêmea, pois fêmeas muito jovens não serão capazes de reproduzir cedo na vida, onde no que diz respeito às questões reprodutivas, o papel determinante é desempenhado por elas e não pelos machos.

Neste estudo foi analisada uma população de espécie humana em que foi levado em conta situações numéricas e específicas das taxas etárias de natalidade e mortalidade, por exemplo, se o nascimento ou a morte de determinada pessoa se deu em um hospital ou em sua residência. Após o agrupamento das classes etárias, de mesmo tamanho, com suas respectivas taxas, pôde-se aplicar o modelo de Leslie para análise da evolução da população feminina com fins de projeção de tamanho futuro.

Considerando o exposto acima, o estudo mostrou que o modelo matricial de Leslie serve como ferramenta auxiliar para estimar o crescimento, ou não, de populações femininas. A população estudada foi do município de Acará no estado do Pará. Os dados públicos reais foram retirados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), onde foram estudados os anos de 2010 e 2011, tais dados foram comparados com os dados obtidos na simulação do modelo de Leslie.

Este estudo foi dividido em três capítulos, sendo o primeiro tratando sobre o modelo matricial de Leslie, desde sua concepção até sua utilização, o segundo capítulo expôs a organização do trabalho com os dados sobre a população de fluxo de nascimento, probabilidades de sobrevivência, fertilidades, programa utilizado e obtenção de dados. No terceiro fez uso do estudo de caso elaborado pelo autor. Ao termino dos capítulos são apresentadas as considerações finais.

2 CAPÍTULO 1 - MODELO MATRICIAL DE LESLIE

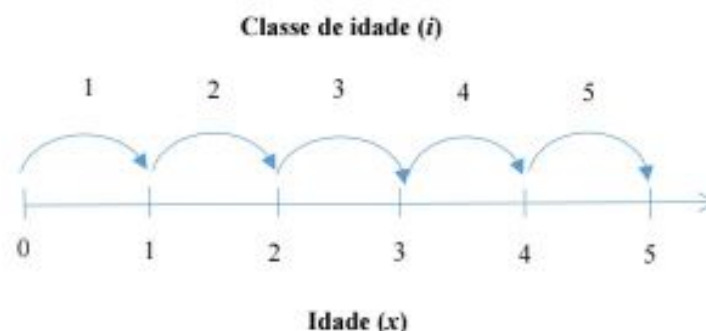
Patrick Holt Leslie, considerado o pai da matriz de Leslie, nasceu em 1900, na Escócia, numa cidade próxima cidade a Edimburgo. Estudou na Universidade de Oxford e em 1921 tornou-se em Fisiologia. Durante seus estudos formulou um modelo matricial que inicialmente teve como base os estudos introduzidos pelo matemático Alfred J. Lotka que estudava o comportamento de duas espécies da população que interagiam entre si, sendo ambas denominadas de predador e presa (Caswell, 2001).

Leslie trabalhou por vários anos no departamento de patologia da referida universidade e lá se juntou ao cientista Charles Elton para estudar as estatísticas relacionadas à população animal. A partir desse momento começou a ser delineado o modelo de Leslie no qual através de importantes informações acerca das taxas de natalidade e mortalidade de várias espécies de uma determinada população feminina foi possível calcular o crescimento populacional da espécie estudada, bem como fazer projeções para épocas futuras (Bacaër, 2011).

O modelo de população da matriz de Leslie é um modelo discreto (ou finito, ou seja, o tempo passa em etapas) e dependente da idade (a construção do modelo considera apenas a idade). Esse modelo de matriz populacional é amplamente utilizado na ecologia populacional e demografia, a fim de determinar o crescimento de uma população, bem como a distribuição etária dentro da população ao longo do tempo (Bacaër, 2011).

A discretização das classes de idade e tempo (ou idade contínua) é mostrada na Figura 1, onde a classe de idade i corresponde as idades $i - 1 \leq x \leq i$:

Figura 1: Classe etária discreta i e idade contínua x .



Fonte: adaptada Caswell 2001

o modelo é escrito de forma compacta como

$$n(t+1) = An(t) \quad (1)$$

Onde $n(t)$ é um vetor populacional com elementos $n_1(t), n_2(t), n_3(t) \dots$ representando o número de indivíduos em cada classe de idade no tempo t ; $n(t+1)$ é um vetor populacional no próximo período e A representa a matriz quadrada de Leslie, ou matriz de projeção (Caswell, 2001).

Em uma forma matricial escreve-se:

$$\begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_k \end{pmatrix} (t+1) = \begin{pmatrix} F_1 & F_2 & F_3 & \dots & \dots & F_{k-1} & F_k \\ P_1 & & & & & & 0 \\ 0 & P_2 & & & & & \\ \vdots & \vdots & P_3 & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & & & \\ 0 & \dots & \dots & \dots & P_{k-1} & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_k \end{pmatrix} (t) \quad (2)$$

$\uparrow$ $n(t+1) =$ $\uparrow$ A $\uparrow$ $n(t)$

As entradas F_i da primeira linha da matriz são dadas pela fertilidade, e a sub-diagonal (as células abaixo da diagonal superior esquerda a inferior direita) são dadas pela probabilidade de sobrevivência, P_i e existem zeros em outros lugares.

Agora, considerando apenas as fêmeas em uma escala de idade finita, podemos definir fertilidade e probabilidade de sobrevivência da seguinte maneira:

- Fertilidades

A fertilidade depende da distribuição dos nascimentos e óbitos na faixa etária, dada por:

$$F_i = P_i m_{i+1}, \quad (3)$$

sendo P o número de descendentes nascidos no ano seguinte i , multiplicado pela probabilidade de sobrevivência e onde m caracteriza mortalidade.

- Probabilidades de Sobrevivência

A probabilidade de sobrevivência depende da idade do indivíduo i e para $i+1$ aproximado por :

$$P_i = \frac{l(i+1)}{l(i)} \quad (4)$$

A propriedade mais atraente da matriz A é que o número de equações que temos neste modelo depende crucialmente do modo de representação.

Tudo isso leva A a ser uma função do tempo ou de um vetor populacional. Obviamente, pode-se ver que quando a primeira expressão é usada repetidamente por um determinado período de tempo, p , então a expressão em uma forma compacta se torna

$$n(t + p) = A^p n(t) \quad (5)$$

Em suma, o modelo funciona da seguinte maneira: a cada passo de tempo, talvez um mês ou um ano, dependendo da discretização seus passos de tempo, a população total é dada como um vetor com o número de indivíduos em cada classe de idade. Este vetor é pré-multiplicado pela matriz de Leslie para dar um novo vetor com o número de indivíduos em cada classe de idade no seguinte intervalo de tempo. Essa multiplicação é posta em ação por um intervalo de um ano de crescimento ou projeção populacional estruturado por idade, e quando esse processo é repetido, uma projeção da população pode ser feita (Gotelli, 2010).

3 **CAPITULO 2: ORGANIZAÇÃO DESTE ESTUDO**

Para projetar populações estruturadas por idade e compreender a dinâmica que o modelo da matriz de Leslie descreve, será simulado a projeção de uma população feminina real do município de Acará/PA. A significância da distribuição estável por idade do modelo projetado foi investigada supondo que existe uma solução para o produto da matriz construída com o vetor populacional inicial.

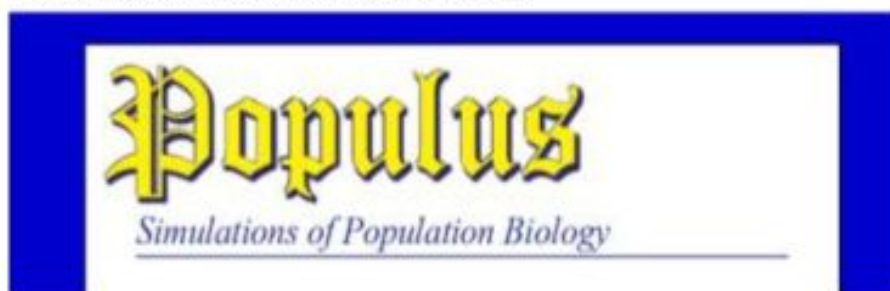
A fim de projetar um modelo de matriz, algumas estimativas necessárias serão feitas considerando-se as taxas vitais, que dependem das funções contínuas da probabilidade de sobrevivência e fertilidade.

- **Programa Populus**

Para uma aplicação da matriz de Leslie, será utilizado o programa *Populus – Simulações de Biologia Populacional* desenvolvido pelo departamento de Ecologia da Universidade de Minnesota (EUA) para auxiliar nos cálculos (Figura 2).

Profissionais da área biológica e demais interessados, como professores e alunos são os mais beneficiados na utilização deste programa uma vez que o mesmo propicia uma otimização na simulação de situações e fenômenos biológicos relacionados à população e evolução ecológica. Neste programa o usuário tem a possibilidade de escolher entre diversos modelos de simulação através do menu exibido, tais como, modelos genéticos, modelos de seleção natural, dinâmicas de uma ou mais espécies, estruturas de microrganismos, entre outras.

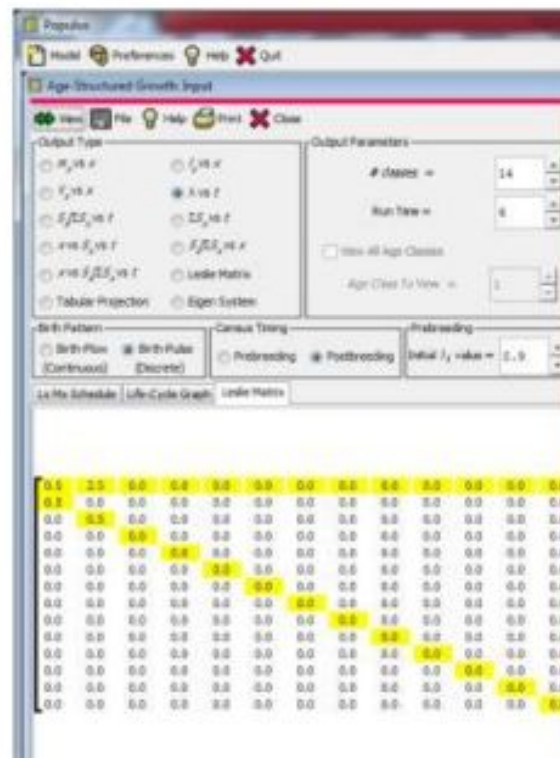
Figura 2: Programa Populus utilizado no trabalho



Fonte: Acervo de Internet.

A partir do das taxas vitais P_i e F_i , calculados separadamente, insere-se os mesmos no Populus obtendo-se a matriz de Leslie (Figura 3).

Figura 3: Representação esquemática da determinação da matriz de Leslie.



Fonte: Acervo de internet

- Obtenção dos dados

Os dados foram obtidos após uma pesquisa realizada no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS (Figura 4).

Figura 4: DATASUS- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde



Fonte: <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

Durante a coleta observou-se que o DATASUS organiza as informações de nascimento e óbitos em duas realidades, que são a ocorrência e a residência, ou seja, uma criança pode ter nascido durante uma ocorrência (hospital, presídio, etc) ou na residência da sua mãe, a mesma organização foi feita pelo DATASUS no quesito óbitos. Após coletar as informações dos dois campos, juntou-se em uma única tabela de onde retirou-se os dados finais que foram utilizados nas fórmulas das taxas de sobrevivência e natalidade.

Em relação à população feminina residente na cidade de Acará ano 2011, foram obtidos os seguintes dados através do sistema DATASUS, conforme consta na figura 9:

Figura 9: População residente na cidade de Acará no ano 2011

Figura 7: População residente na cidade de Acaá no ano 2011																	
POPULAÇÃO RESIDENTE - ESTUDO DE ESTIMATIVAS POPULACIONAIS POR MUNICÍPIO, IDADE E SEXO 2000-2001 - BRASIL																	
População residente por faixa etária 1 segundo Município																	
Região: 1 Região Norte																	
Unidade da Federação: Pará																	
Município: 150020 Acaá																	
Sexo: Feminino																	
Faixa Etária: 0 a 4 anos, 5 a 9 anos, 10 a 14 anos, 15 a 19 anos, 20 a 24 anos, 25 a 29 anos, 30 a 34 anos, 35 a 39 anos, 40 a 44 anos, 45 a 49 anos, 50 a 54 anos, 55 a 59 anos, 60 a 64 anos, 65 a 69 anos, 70 a 74 anos, 75 anos e mais																	
Período: 2011																	
Município	0 a 4 anos	5 a 9 anos	10 a 14 anos	15 a 19 anos	20 a 24 anos	25 a 29 anos	30 a 34 anos	35 a 39 anos	40 a 44 anos	45 a 49 anos	50 a 54 anos	55 a 59 anos	60 a 64 anos	65 a 69 anos	70 a 74 anos	75 anos e mais	Total
Total	3.258	3.198	3.158	2.926	4.663	3.412	2.312	1.443	1.029	512	236						26.882
150020 Acaá	3.258	3.198	3.158	2.926	4.663	3.412	2.312	1.443	1.029	512	236						26.882

Fonte: Adaptado de <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

Para determinação dos parâmetros de natalidade Fi , com $i = 1, 2, \dots, n$, foram utilizadas as informações contidas no sistema DATASUS, conforme demonstrado nas figuras 10 e 11. Na primeira temos o número de filhas nascidas por residência divididas em faixas etárias, enquanto que na segunda por ocorrência, mostrados nas figuras 10 e 11.

Figura 10: Mulheres nascidas por residência por faixa etária no ano 2011.

Nascim. p/resid. Mãe por idade da mãe segundo Município								
Município: 150020 Acará								
Sexo: Feminino								
Período: 2011								
Município	10 a 14 anos	15 a 19 anos	20 a 24 anos	25 a 29 anos	30 a 34 anos	35 a 39 anos	40 a 44 anos	Total
Total	19	140	168	89	39	23	10	488
150020 Acará	19	140	168	89	39	23	10	488

Fonte: Adaptado de <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

Figura 11: Mulheres nascidas por ocorrência por faixa etária no ano de 2011.

Nascim. p/ocorrênc. Por idade da mãe segundo Município								
Município: 150020 Acará								
Sexo: Fem.								
Período 2011								
Município	10 a 14 anos	15 a 19 anos	20 a 24 anos	25 a 29 anos	30 a 34 anos	35 a 39 anos	40 a 44 anos	Total
Total	12	103	116	66	31	17	6	351
150020 Acará	12	103	116	66	31	17	6	351

Fonte: Adaptado de <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

Em seguida, foram calculados as taxas de sobrevivência utilizando a formulação matemática (6). Para isto, também foram utilizadas as informações contidas no sistema DATASUS, conforme Figuras 12 e 13.

Figura 12: Número de óbitos por residência por faixa etária

Óbitos p/residênc. Por faixa etária segundo Município												
Município: 150020 Acará												
Sexo: Fem.												
Período 2011												
Município	Menor 1 ano	1 a 4 anos	5 a 9 anos	10 a 14 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	60 a 69 anos	70 a 79 anos	80 anos e mais	Total
Total	1	3	1	2	3	6	13	4	5	8	11	57
150020 Acará	1	3	1	2	3	6	13	4	5	8	11	57

Fonte: Adaptado de <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

Figura 43: Número de óbitos por ocorrência por faixa etária.

Óbitos p/residênc. Por faixa etária segundo Município								
Município: 150020 Acará								
Sexo: Fem.								
Período 2011								
Município	5 a 9 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	60 a 69 anos	70 a 79 anos	80 anos e mais	Total
Total	1	1	2	6	2	2	8	22
150020 Acará	1	1	2	6	2	2	8	22

Fonte: Adaptado de <http://datasus.gov.br>. Acessado em setembro/2022.

4 CAPÍTULO 3 : PROJEÇÃO POPULACIONAL NO MUNICÍPIO DE ACARÁ/PA

Feitos os cálculos necessários, com auxílio do Populus, determinou-se matriz de Leslie, como segue:

Figura: Matriz de Leslie obtida.

0.0	0.31	0.55	0.15	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.998	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.985	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.991	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.944	0.0

A quantidade populacional do ano de 2010 por faixa etária servirá como vetor populacional inicial que deve ser multiplicado a Matriz de Leslie para a obtenção da estimativa populacional no ano seguinte, 2011. Assim temos:

0.0	0.31	0.55	0.15	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6140.0
0.998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6097.0
0.0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4558.0
0.0	0.0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3331.0
0.0	0.0	0.0	0.998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2206.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1382.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.998	0.0	0.0	0.0	0.0	1020.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.985	0.0	0.0	0.0	485.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.991	0.0	0.0	235.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.944	0.0	0.0

Feita a multiplicação pelo Populus, obteve-se o vetor

$$\begin{pmatrix} 6120 \\ 6090 \\ 4550 \\ 3320 \\ 2190 \\ 1370 \\ 1000 \\ 480 \\ 221 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Neste vetor observamos que houve uma leve redução populacional no ano de 2011, por classe, em relação ao ano anterior, 2010.

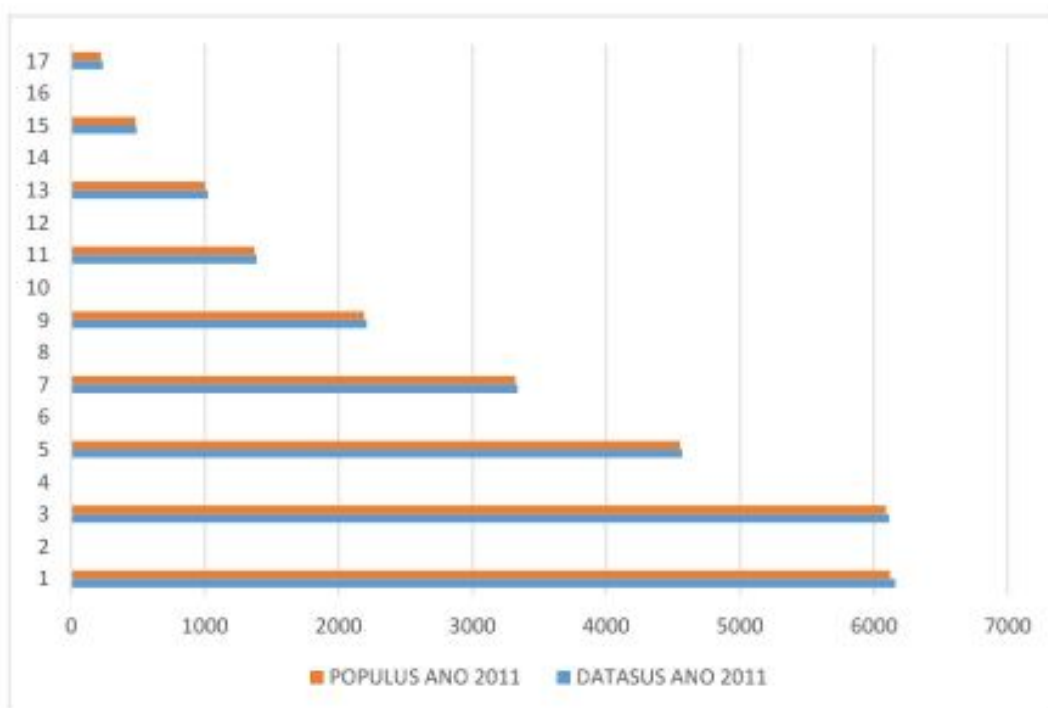
Conforme explicado, foram retirados os dados populacionais do ano de 2011 do sistema DATASUS, com o objetivo de comparar os valores obtidos no modelo de Leslie, a Tabela 1 e o gráfico 1 mostram a comparação dos valores extraídos nas duas situações.

Tabela 1: Tabela de Comparação

Faixa Etária	DATASUS	Resultado do Modelo	Percentual de acerto
(0-9)	6158	6120	99,3%
(10-19)	6112	6090	99,6%
(20-29)	4566	4550	99,6%
(30-39)	3337	3320	99,4%
(40-49)	2210	2190	99,1%
(50-59)	1384	1370	99,0%
(60-69)	1022	1000	97,8%
(70-79)	487	480	98,6%
(80-89)	236	221	93,6%
(90-99)	-	-	-

Fonte: Adaptado de DATASUS/POPULUS

Gráfico 1: Representação da comparação entre os dados oriundos do DATASUS e do modelo de Leslie



Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

Durante o estudo foi analisado o crescimento (ou decréscimo) de populações femininas no município de Acará obtendo-se as seguintes conclusões:

- 1) Houve uma leve redução populacional no ano de 2011, por classe, em relação ao ano anterior, 2010 no cálculo da matriz de Leslie com o vetor real populacional;
- 2) A eficácia da simulação variou de 93,6% a 99,6% durante a comparação, mostrando excelência na aplicação do modelo de Leslie para o estudo;
- 3) Sugere-se a aplicabilidade do modelo em outras formas populacionais como insetos, ou estudos relacionados a pandemia para auxílio e obtenção rápida de respostas à sociedade;
- 4) O programa Populus confirmou-se uma excelente ferramenta computacional para cálculos de dados extensos.

REFERÊNCIAS

ALSTAD, D.N. Basic Populus Models of Ecology. Prentice Hall. Upper Saddle River. NJ Chapter3, 2001.

BACAËR, Nicolas. A Short Story of Mathematical Population Dynamics. Springer, 2011.

CASWELL, H. Matrix population models: construction, analysis and interpretation. 2ª edição, Sinauer, EUA 2001.

DATASUS - MINISTERIO DA SAÚDE, <https://datasus.saude.gov.br/>

GOTELLI, Nicolas J, ECOLOGIA. Planta. 4ª edição, 2009.

MORENO, A.J.L, Modelo de Leslie. 2014,

http://www4.ujaen.es/~ajlopez/asignat/fm_ambientales/practi/leslie.pdf.