

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA**

MARCO ANTONIO DI PINTO JÚNIOR

**ESTUDO DO IMPACTO DOS LIXOS PLÁSTICOS NA POPULAÇÃO DE
ALBATROZES ATRAVÉS DE ANÁLISES UTILIZANDO MATRIZ DE LESLIE
E LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA**

SANTOS/SP

2018

MARCO ANTONIO DI PINTO JÚNIOR

**ESTUDO DO IMPACTO DOS LIXOS PLÁSTICOS NA POPULAÇÃO DE
ALBATROZES ATRAVÉS DE ANÁLISES UTILIZANDO MATRIZ DE LESLIE E
LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA**

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação do Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho e coorientação do Prof. Dr. Walter Barrella.

SANTOS/SP

2018

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Di Pinto Jr, Marco Antonio.

Estudo do Impacto dos Lixos Plásticos na População de Albatrozes através de análises utilizando matriz de Leslie e Lógica Paraconsistente Anotada/ Marco Antonio Di Pinto Jr, 2018
90 p.

Orientador: Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho

Coorientador: Prof. Dr. Walter Barrella

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2018.

1. aves marinhas. 2. impacto. 3. plástico. 4. Matriz de Leslie 5. Lógica Paraconsistente Anotada.

I. Da Silva Filho, João Inácio, orient. II. Barrella, Walter, coorient. III. Estudo do Impacto dos Lixos Plásticos na População de Albatrozes através de análises utilizando matriz de Leslie e Lógica Paraconsistente Anotada.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família por todo incentivo, à minha esposa e aos meus professores que me apoiaram de diversas maneiras durante esta importante etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. João Inácio da Silva Filho, pela confiança, parceria, amizade, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado e por ser o maior incentivador na superação de meus limites.

Ao Professor Dr. Walter Barrella, pela amizade, confiança, incentivo, inspiração e parceria.

À Professora Doutora Milena Ramires pela amizade, incentivo, paciência e infinita disponibilidade para dúvidas e ensinamentos.

Aos meus amigos Brunno, Mariana, Paulo Ricardo, Natali e Leticia Parada por sempre incentivar e escutar sobre a Lógica Paraconsistente e minhas análises.

Aos meus avós Ruth e Lauro pelo amor e incentivo infinito desde minha origem.

Ao meu pai Marco e sua esposa Pati, pelo amor, incentivo, esperanças, sonhos a se realizarem, sempre um porto seguro.

A minha mãe Renata e seu marido Robson, pelas longas conversas, ideias, ideais, amor, também sempre um porto seguro.

E,

À minha amada esposa por toda paciência nos momentos de estudo e pesquisa, incentivos nos momentos falhos e a parceria de sempre.

RESUMO

Vários estudos tem demonstrado que a condição de nossa sobrevivência no planeta está relacionada à importância de se conhecer e preservar o meio ambiente desenvolvendo a sustentabilidade. O presente estudo tem como objetivo elaborar uma pesquisa capaz de estabelecer uma métrica para o problema da ingestão de lixo plástico pelas espécies de albatrozes utilizando a aplicação dos princípios matemáticos convencionais, através da matriz de Leslie e métodos computacionais fundamentados em uma lógica não clássica. A Lógica não clássica utilizada é a Lógica Paraconsistente Anotada (LPA), que em suas fundamentações e algoritmos aceita tratar dados contraditórios de modo que suas conclusões não sejam invalidadas. Neste trabalho são aplicados algoritmos extraídos de um tipo especial de Lógica Paraconsistente Anotada que é caracterizada pela utilização de dois valores evidenciais (LPA2v). Nesta técnica os sinais que recebem o tratamento pelos algoritmos paraconsistentes são obtidos a partir de medições efetuadas em amostras e são representados por graus de evidência favorável e desfavorável à proposição que estiver sob análise. Os estudos matriciais desenvolvidos são correlacionados com o tratamento de dados efetuados pela LPA2v obtendo-se o impacto causado por lixo plástico nas espécies de Albatrozes, estabelecendo-se assim, uma nova métrica baseada em matriz de Leslie e lógica paraconsistente. As análises matriciais e paraconsistentes foram realizadas através de dados obtidos por referências bibliográficas que apresentavam informações sobre a ingestão de lixo plástico por albatrozes, ou seja, o número de aves mortas cujos estômagos estavam cheios de lixo plástico. Para estimar a população de albatrozes ao longo dos anos foi utilizado um modelo de “crescimento populacional por faixa etária” e junto a esse modelo foi utilizado o índice paraconsistente obtido, sobre o grau de impacto por plásticos, para descrever a dinâmica das populações de albatrozes. Desse modo, com os resultados obtidos pode-se prever, sob o cenário apresentado, como as ações humanas interferem, no tempo de vida dessa espécie, chegando a nível global que 73% das populações de albatrozes são caracterizados por albatrozes jovens, enquanto somente 27% são adultos. Após esses resultados, foi aplicado junto a matriz de Leslie as probabilidades obtidas pela LPA2v modelando a dinâmica das populações de albatrozes caso não houvesse o impacto plástico, mostrando que o número de albatrozes adultos aumenta em 20%. Por fim, pelo teste de hipótese e Qui-quadrado foi confirmada a hipótese inicial de que os lixos plásticos impactam na probabilidade de vida dos albatrozes.

Palavras Chave: Aves marinhas. Impacto. Plástico. Matriz de Leslie. Lógica Paraconsistente Anotada.

ABSTRACT

Several studies have shown that the condition of our survival on the planet is related to the importance of knowing and presenting the environment by developing sustainability. The present study aims to elaborate a research capable of establishing a metric for the problem of the ingestion of plastic debris by albatross species using the application of conventional mathematical principles through Leslie matrix and computational methods based on a non-classical logic, the Paraconsistent Annotated Logic (PAL), which in its foundations and algorithms accepts to treat contradictory data and its conclusions are not invalidated. In this work will be applied algorithms extracted from a special type of Paraconsistent Annotated Logic that is characterized by the use of two evidential values (PAL2v). In this technique the signals that receive the treatment by the paraconsistent algorithms are obtained from measurements made on samples and are represented by degrees of evidence favorable and unfavorable to the proposition under analysis. The developed matrix studies are correlated with the treatment of data made by PAL2v obtaining the impact caused by plastic debris in Albatross species, thus establishing a new metric based on Leslie matrix and paraconsistent logic. Matrix and paraconsistent analyzes were carried out through data obtained from bibliographical references that presented information about the ingestion of plastic debris by albatross, that is, the number of dead birds whose stomachs were full of plastic debris. To estimate the population of albatrosses over the years, a model of "population growth by age group" was used and next to this model was used the paraconsistent index obtained on the degree of impact by plastics, in order to detect the decay of the population of albatrosses. Thus, with the results obtained, it can be predicted, under the presented scenario, how human actions interfere in the life of this species, reaching the global level that 73% of albatross populations are characterized by young albatrosses, whereas only 27% are adults. After these results, the probabilities obtained by the LPA2v were applied to the Leslie matrix modeling the dynamics of albatross populations if there was no plastic impact, showing that the number of adult albatrosses increases by 20%. Finally, the hypothesis test and Chi-square confirmed the initial hypothesis that plastic debris impacts on the probability of albatrosses life.

Keywords: Sea birds. Impact. Plastic. Leslie's matrix. Paraconsistent Annotated Logic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reticulado de quatro vértices.....	18
Figura 2 - O estado lógico paraconsistente ε_T obtido de duas medições em fontes de informação no mundo físico	19
Figura 3 – Tipos de curvas de sobrevivência	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:31

Quadro 2:32

Quadro 3:32

Quadro 4:33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LP	–	Lógica Paraconsistente
LPA	–	Lógica Paraconsistente Anotada
Li.	--	Matriz de Leslie com o grau de impacto plástico
Ls.i	--	Matriz de Leslie sem o grau de impacto plástico

LISTA DE SÍMBOLOS

G_C	–	Grau de Certeza
G_{CR}	–	Grau de Certeza real
G_{CT}	–	Grau de Contradição
V	–	Verdadeiro
F	–	Falso
p	–	Proposição p
q	–	Proposição q

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Biodiversidade geral e a poluição por plástico	14
1.2	Lixo plástico e a família dos Albatrozes	14
1.3	A Lógica Paraconsistente	16
1.4	Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores	17
1.5	Algoritmo NAP – Nó de Análise Paraconsistente	19
1.6	Algoritmo Extrator dos Efeitos da Contradição	20
1.7	Dinâmica Populacional	21
1.8	Modelo de Leslie	22
1.9	Estruturação do Modelo de Leslie	22
1.10	Cuvas de Sobrevivência	26
2	OBJETIVOS	27
2.1	Objetivos secundários	27
2.2	Justificativa e relevância do tema	27
2.2.2	Organização da Dissertação	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Determinação do grau de evidência real de impacto	32
4.2	Estruturando os dados para o modelo de Leslie	34
4.3	Resultados da aplicação do Modelo de Leslie	36
4.4	Consideração final	43
5	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Vários estudos têm demonstrado que a condição de sobrevivência em nosso planeta esta relacionada à importância de se conhecer o meio ambiente, bem como a sua diversidade de espécies e necessidade de sua preservação, desenvolvendo-se a sustentabilidade (ALLEN,1993).

As ações direcionadas a suprir as necessidades básicas de sobrevivência devem ser direcionadas para explorar as riquezas naturais de modo sustentável. As métricas que irão equacionar esta questão devem ser especificadas de tal forma que as ações tragam o desenvolvimento econômico através da exploração destes recursos de forma inteligente com respeito a fauna e a flora e que a diversidade de especies seja conservada e se mantenham no futuro (YOUNG & HAMSHIRE, 2000)

Para encontrar estes parâmetros são necessárias pesquisas que resultem em conhecimento e assim gerem os índices e as regras tão importantes para que a humanidade possa garantir o desenvolvimento sustentável (HARGROVES & SMITH, 2005).

Para a extração do conhecimento necessita-se de um valor (métrica) que irá estabelecer parâmetros e, através de análises, forneçam dados conclusivos às condições da biodiversidade.

As pesquisas que apoiam as condições de sustentabilidade é de suma importância para os ecossistemas presentes nas regiões sob influência da água do mar. O ecossistema marinho que, abrange os oceanos e sua zona costeira necessita de extrema atenção, estudos e observações das diferentes formas de vida e diversidade de espécies tanto a fauna, os animais marinhos e peixes, como também os pássaros que habitam suas ilhas e regiões costeiras.

O ecossistema marinho que, abrange os oceanos e sua zona costeira necessita de extrema atenção, estudos e observações das diferentes formas de vida e diversidade de espécies tanto a fauna, os animais marinhos e peixes, como também os pássaros que habitam suas ilhas e regiões costeiras (LONG et al., 2015).

1.1 Biodiversidade geral e a Poluição por plásticos

Sobre os mares e costas do mundo, pode-se dizer que há muito tempo os oceanos vêm servindo de depósito para todo tipo de resíduos produzidos pelo homem, desde efluentes líquidos sanitários ou industriais até as mais diversas classes de lixo, como plásticos, vidros e materiais radioativos ou tóxicos (ARAÚJO e COSTA 2003).

Em relação a biodiversidade geral, existem cento e quarenta e oito espécies de aves marinhas e costeiras, que constituem em conjunto 8,8% do total das 1680 espécies de aves registradas por Sick (1997) para o Brasil. Nove ordens e vinte e nove famílias de aves marinhas e costeiras são representadas. Ao total das 148 espécies, três ordens contribuem em conjunto com 81% como segue: Procellariiformes (albatrozes e petréis) 26%; Pelecaniformes (fragatas, atobás e afins) 9%; Charadriiformes-Subordem Charadrii (maçaricos, batuíras e afins) 24%; Charadriiformes-Subordem Lari (gaivotas, trinta-réis e afins) 22% (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

1.2. Lixo Plástico os albatrozes

No século XIX, passageiros e marujos das caravelas inglesas costumavam afastar o tédio da viagem caçando albatrozes, pescando-os também com anzóis, e aproveitando a caça para vários fins: os pés, para bolsa de guardar fumo; os ossos da asa, para cabo de cachimbo; o bico, para prendedor de papéis; a plumagem, para artigos de vestido; e o ovo eventualmente encontrado na ave, para uma ótima variação do cardápio de bordo (MEDWAY, 1998).

Na Ilha de Laysan, situada no Oceano Pacífico, ovos dos albatrozes eram colhidos como matéria-prima para a produção industrial de albumina, e 300.000 aves adultas foram abatidas no ano de 1909 para o comércio de penas (ZISWILER, 1967). A população humana que existia, até o ano de 1930 na Ilha de São Kilda, no Oceano Atlântico frente à Escócia, comia principalmente aves marinhas e seus ovos. As aves eram depenadas, evisceradas e salgadas em barris (STEEL, 1975).

No Brasil, o biguá *Phalacrocorax olivaceus* foi considerado como praga, alegando-se que esta ave comia os peixes cobiçados pelos pescadores (TESCHAUER, 1925).

O bando do talha-mar *Rhynchops nigra*, durante o ano de 1998, pousou na

desembocadura da Lagoa dos Patos, no sul do Brasil, consumiu cerca de 500000 pequenos peixes em um ano (NAVES, 1999). Em abril de 1983, bandos do maçarico-de-peito-vermelho *Calidris canutus* alimentavam-se constantemente na zona de varrido da costa do Rio Grande do Sul, com densidade média de uma ave por sete metros de extensão de costa (VOOREN & CHIARADIA, 1990).

Anteriormente, as espécies eram consideradas como pragas, porém, no decorrer dos anos foi observado a nossa praga, o impacto causado por nosso lixo plástico, nessas populações.

Os albatrozes, da família biológica dos diomedédeos (*Diomedidae*), são aves marinhas de grandes dimensões que, em conjunto com os procelariídeos, painhos e petréis-mergulhadores, formam a ordem dos Procellariiformes. A família possui atualmente cerca de 21 espécies conhecidas que são distribuídas em quatro gêneros: *Diomedea*, *Thalassarche*, *Phoebetria* e *Phoebastria*.

Estudos com aves marinhas têm proporcionado importantes informações sobre poluição marinha por plásticos, inclusive no Brasil, detectaram esse tipo de poluente em moelas de Procellariiformes encontrados mortos nas praias do Rio Grande do Sul. Todo esse lixo é ingerido acidentalmente pelas aves, que entre outros efeitos, bloqueia o trato digestivo, resultando em efeitos sub-letais, e até mesmo a morte (PELANDA 2007).

Pelo menos sete espécies de albatroz ocorrem no Brasil. Distribuem-se por quase toda a extensão do Oceano Antártico e norte do Oceano Pacífico. Os albatrozes estão entre as aves voadoras de maiores dimensões. Os grandes albatrozes, do gênero *Diomedea* têm a maior envergadura de asa de qualquer espécie não-extinta. Das 21 espécies de albatroz reconhecidas pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), 19 estão ameaçadas de algum grau de extinção (Projeto Albatroz, 2017).

1.3. Dinâmica populacional

A dinâmica populacional é a ciência que estuda a curto e longo prazo mudanças no tamanho e na composição etária das populações. Dessa forma se obtém métodos que demonstram a maneira como as populações são afetadas por taxas de nascimento e morte como também por fatores como imigração (GOTELLI, 2007;

FRECKLETON et al., 2003).

A pesquisa em ecologia utiliza a dinâmica populacional e traz estas questões excepcionalmente relevantes para a discussão. Para realizar modelos que possam auxiliar nas questões deste tipo verifica-se que a matemática e ecologia possuem uma interessante relação na qual a matemática pode ajudar a criar adequadamente modelos para a dinâmica populacional de modo que estes auxiliarão na análise desses diversos problemas (GUREVITCH & SCHEINER, 2009).

Durante esse estudo, podem surgir inúmeras perguntas, onde na procura de suas respostas se abrem os caminhos para o desenvolvimento das soluções. Entre estas perguntas estão aquelas que procuram o que possa explicar ou estimar quantos indivíduos se espera que existam no habitat em determinada data. Também têm aquelas que querem respostas para qual quantidade de indivíduos pode morrer por tipos de mortalidade anualmente sem colocar em risco sua população. Ou então questiona-se sobre como o fator de determinada doença influenciará as faixas etárias que constituem a população daqui a determinados anos, ou ainda, como o impacto plástico afeta a distribuição em faixas etárias das populações de albatrozes (BRANCO, 2006).

Através da matemática, utilizando álgebra matricial foram criados inúmeros modelos matemáticos capazes de auxiliar a busca da necessidade de se encontrar as respostas para essas perguntas. Com isso foram elaborados inúmeros modelos matemáticos (SILVA MATOS, 1999) e entre estes se destaca o modelo de Leslie, que é bastante utilizado em pesquisas de dinâmica populacional.

No presente estudo, tem-se como foco analisar o problema da ingestão de lixo plástico pelas espécies de albatrozes desde quando o problema foi notado pela primeira vez. Com base nestas considerações, neste trabalho é apresentado um método para a obtenção de um novo índice capaz de ser utilizado na medição do impacto sobre a mortandade pela ingestão de lixo plástico pelas espécies de albatrozes. O método proposto utiliza uma lógica não clássica, denominada de Lógica Paraconsistente (DA SILVA FILHO, *et al.*, 2008) e a chamada matriz de Leslie (ANTON & RORRES, 2002).

1.4 A Lógica Paraconsistente

A Lógica Clássica, foi criada por Aristóteles e seus discípulos na Grécia antiga

(199 A.C.). Sua fundamentação, toda estruturada em leis binárias, se modelou bem aos complexos circuitos de chaveamento criados por transistores e que atualmente compõem os sistemas de computação. Dessa forma hoje em dia a Lógica Clássica sustenta todo o nosso mundo tecnológico. No entanto, em algumas situações onde as informações expressam contradição, imperfeição ou ambiguidades, a incerteza dificulta o modelo clássico com suas rígidas leis binárias, e assim não conseguem retratar a realidade para a tomada de decisão de modo eficiente (DA COSTA, ABE, SUBRAHMANNIAN, 2000).

Para a construção de Sistemas de análises que possam atuar com maior eficácia nestas situações onde a Lógica Clássica é incapaz de agir, foram criadas as chamadas lógicas não-clássicas (ABE, 2004).

As lógicas não clássicas são fundamentadas com propriedades que, de alguma forma, contradizem um ou mais princípios binários da lógica clássica. Entre as lógicas não clássicas se destacam as Lógicas Paraconsistentes, que tem como principal fundamento a propriedade de aceitar contradição sem que os conflitos de informações possam dissolver as conclusões (DA SILVA FILHO, 1999).

A Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) pertence a uma família de lógicas paraconsistentes e pode ser representada de modo particular, através de um Reticulado de quatro Vértices em que, intuitivamente, as constantes de anotação representadas nos seus Vértices vão dar conotações de estados Lógicos extremos às proposições (SUBRAHMANNIAN, 1990).

1.5 Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v)

A Lógica Paraconsistente possui como principal característica a tolerância a contradição, ou seja, trabalha informações entre grupos distintos em sua fundamentação sem que os conflitos invalidem a conclusão. Segundo Abe & Da Costa (1999), toda Lógica não-clássica que, de certo modo, consegue tratar contradição é dita lógica paraconsistente. Atualmente existem diversos tipos de lógica paraconsistente e, entre estes, utilizaremos neste trabalho a Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v). Os algoritmos extraídos da LPA2v utilizam dois valores como dados de informação e esta condição, alinhada as equações originadas desta interpretação, permite que as variâncias dos dados sejam consideradas para todas as amostras com os mesmos níveis de intensidade, o que

estabelece uma diferença frente as técnicas estatísticas, pois em todo o conjunto de dados existirá o mesmo nível de variância, apresentando-se como uma técnica bem sensível no tratamento das incertezas.

A Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) pertence a uma família de lógicas paraconsistentes e pode ser representada de modo particular, através de um reticulado de quatro vértices em que, intuitivamente, as constantes de anotação representadas nos seus vértices vão dar conotações de estados lógicos extremos às proposições (SUBRAHMANIAN, 1990).

Segundo Da Silva Filho, Abe e Lambert-Torres (2008), pode-se obter através da LPA uma representação sobre o quanto as anotações, ou evidências, expressam o conhecimento sobre uma proposição P . Isso é feito utilizando um reticulado associado formado por pares ordenados de valores (μ, λ) , os quais comporão a anotação que dará a conotação lógica a proposição P . O reticulado associado à LPA2v é visto na figura 1.

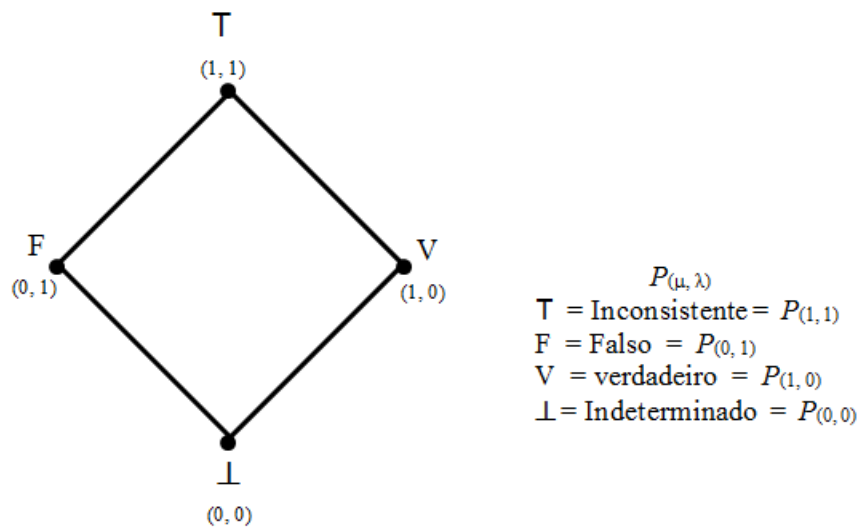


Figura 1: Reticulado de quatro vértices onde cada vértice apresenta um valor lógico.

Em uma medição em variáveis observáveis no mundo físico (grandezas, quantidades, padrões), na qual se obtém os valores de graus de evidência favorável μ e desfavorável λ para a determinação dos graus de certeza (G_C) e de contradição (G_{ct}), sempre é encontrado um único estado lógico paraconsistente ε_T . Este estado lógico ε_T que se localiza dentro do reticulado está relacionado as duas informações obtidas no meio físico. A figura 2 mostra esta representação (DA SILVA FILHO, ABE

e LAMBERT-TORRES, 2008).

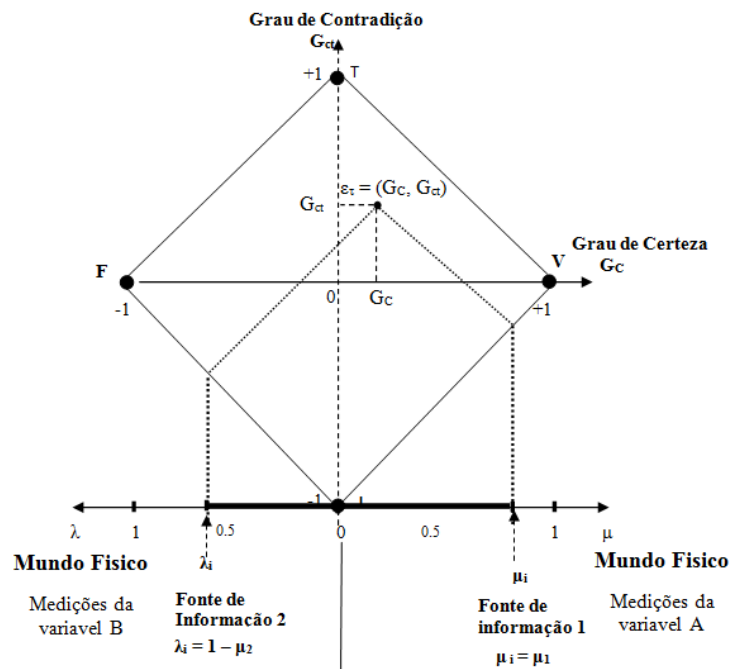


Figura 2. O estado lógico paraconsistente ε_r obtido de duas medições em fontes de informação no mundo físico.

Para iniciar as análises paraconsistentes são necessários citar os dois algoritmos que são utilizados nesta pesquisa; o NAP - Nó de análise Paraconsistente e o Algoritmo Extrator de Efeitos da Contradição. As descrições de ambos estão dadas a seguir.

1.6 Algoritmo NAP- Nó de Análise Paraconsistente

O algoritmo denominado de NAP - Nó de Análise Paraconsistente recebe dois dados de informação, um grau de evidência favorável (μ) e um grau de evidência desfavorável (λ) à proposição, e faz a extração do efeito da contradição (DA SILVA FILHO, *et al.*, 2008). O valor da saída é um grau de evidência resultante purificado dos efeitos da contradição. As equações utilizadas para as análises paraconsistentes estão descritas em sequência compondo o algoritmo NAP (DA SILVA FILHO, *et al.*, 2008):

1. Entre com os valores de entrada de μ_1 e λ_2
 μ - grau de evidência favorável $0 \leq \mu \leq 1$

λ – grau de evidência desfavorável ($1 - \mu$) $0 \leq \lambda \leq 1$

2. Calcule o Grau de Certeza (conforme a equação 2).

$$G_c = \mu - \lambda$$

3. Calcule o Grau de Contradição (conforme a equação 3).

$$G_{ct} = \mu + \lambda - 1$$

4. Calcule a distância d (esta é a distância geométrica entre o estado lógico Paraconsistente e um dos vértices máximos do eixo dos graus de certeza no reticulado da LPA2v).

$$d = \sqrt{(1 - |G_c|)^2 + G_{ct}^2}$$

5. Determine o Grau de Certeza Real (é a projeção da distância d no eixo dos Graus de Certeza do reticulado da LPA2v).

$$\text{Se } G_c > 0, G_{CR} = 1 - d$$

$$\text{Se } G_c < 0, G_{CR} = d - 1$$

6. Calcule o Grau de Evidência Resultante Real (é o valor normalizado do grau de certeza real).

$$\mu_{ER} = \frac{G_{CR} + 1}{2}$$

7. Apresente os resultados na saída

$$\text{Faça } S1 = \mu_{ER}$$

8. Fim

1.7 Algoritmo Extrator de Efeitos da Contradição

O algoritmo denominado Extrator de Efeitos da Contradição recebe os sinais na forma de graus de evidência μ , que contém a contradição, e tem a função de fazer uma análise paraconsistente nos seus valores independentemente de qualquer outra informação externa, subtraindo os efeitos da contradição. Dado um grupo de graus de evidência, este algoritmo apresenta na saída um único grau de evidência extraído ($\mu_{Extract}$) representativo deste grupo (DA SILVA FILHO, 2009).

O algoritmo utilizado no processo de extração dos efeitos de contradição encontra-se descrito a seguir, e maiores detalhes podem ser visto em (DA SILVA

FILHO, 2009).

- Dado um conjunto de graus de evidência μ_n , agrupados da seguinte forma:

$$G = \{\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n\}$$

- Seleciona-se o maior valor do grau de evidência do conjunto G;
- Seleciona-se o menor valor do grau de evidência do conjunto G;
- Transforma-se o menor valor em grau de evidência desfavorável:

$$(\lambda_1 = 1 - \mu_1);$$

- Aplica-se o algoritmo NAP, encontrando o grau de evidência resultante real (μ_{ER});

- Retorna μ_{ER} no conjunto G;

- Retoma-se ao conjunto G e repetem-se os procedimentos acima até que no conjunto G reste apenas um único valor $\mu_{Extract}$, denominado Grau de Evidência Resultante.

1.8 Modelo de Leslie

A Matriz de Leslie (também chamada de modelo de Leslie) é uma das formas mais conhecidas para descrever o crescimento da população e sua distribuição etária projetada, em que a população está fechada para migração e onde apenas o sexo feminino é considerado.

O modelo foi descrito pela primeira vez, em 1920, pelo matemático Alfred J. Lotka mas foi formalizado e nomeado, em 1940, por Leslie Patrick Holt (1900-1974) (OLIVEIRA, 2016).

No modelo de Leslie a população é dividida em grupos baseados em faixas etárias. Especificamente, considera-se l a idade máxima atingida por qualquer fêmea da população estudada. Dividindo-se a população em n faixas etárias, então cada faixa etária terá l/n anos de idade. A matriz de Leslie é uma matriz quadrada, cuja ordem corresponde ao mesmo número de elementos do vetor população. Tal vetor representa a população a cada passo de tempo, com um elemento para cada classe de idade onde cada elemento indica o número de indivíduos atualmente em sua

respectiva classe. A medida que o tempo avança, o número de fêmeas dentro de cada uma das n faixas etárias muda em virtude de três processos biológicos: nascimento, morte e envelhecimento. Descrevendo estes três processos quantitativamente, pode-se projetar o vetor de distribuição etária inicial (ANTON & RORRES, 2001).

1.9 Estruturação do Modelo de Leslie

A estruturação do modelo com a Matriz de Leslie será feita com algumas definições e considerações que serão úteis na sua aplicação para o estudo do impacto de lixo plástico na população dos albatrozes. Primeiramente adota-se a seguinte nomenclatura: x_1^t fêmeas na primeira faixa etária no instante t , x_2^t fêmeas na segunda faixa etária no instante t , e assim por diante. Como são n faixas etárias, forma-se um vetor- coluna no instante t , indicado por X :

$$X = \begin{bmatrix} x_1^t \\ x_2^t \\ x_3^t \\ \vdots \\ x_n^t \end{bmatrix}$$

Este vetor é denominado de vetor de distribuição etária no instante t . O modelo de Leslie requer que a duração entre dois tempos de observação sucessivos seja igual a duração de uma faixa etária. Com essa hipótese, todas as fêmeas na $(i+1)$ -ésima faixa etária no instante t_k estavam na i -ésima faixa no instante t_{k-1} , ou seja, os indivíduos que sobreviveram da faixa i contados no instante t_{k-1} constituirão a faixa $(i+1)$ na contagem no instante t_k . Os processos de nascimento e morte entre dois tempos de observações sucessivas podem ser descritas por meio dos seguintes parâmetros demográficos:

a_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)	número médio de fêmeas nascidas por mãe durante o tempo em que a mãe se encontra na i -ésima faixa etária.
b_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)	fração de fêmeas da i -ésima faixa etária que se espera que irá sobreviver para $(i + 1)$ faixa etária.

Pelas definições acima e, em condições normais, têm-se as consequências:

$$I - a_i \geq 0, \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

II - $0 \leq b_i \leq 1$, para $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Nota-se que não se permite qualquer b_i ser zero, pois então nenhuma fêmea sobreviveria além da i -ésima faixa etária. Também é suposto que pelo menos um dos a_i é positivo, de modo que há algum nascimento. Qualquer faixa etária para a qual o correspondente valor de a_i é positivo é chamada uma faixa etária fértil. Deste modo, no instante t_k , as fêmeas na faixa etária 1 são exatamente as filhas nascidas entre os instantes t_{k-1} e t_k de todas as faixas etárias. Assim, pode-se escrever de modo genérico:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Número de} \\ \text{fêmeas na} \\ \text{faixa etária 1} \\ \text{no tempo } t_k \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Número de filhas} \\ \text{nascidas das fêmeas} \\ \text{na faixa etária 1 entre} \\ \text{os tempos } t_{k-1} \text{ e } t_k \end{array} \right) + \dots + \left(\begin{array}{c} \text{Número de filhas} \\ \text{nascidas das fêmeas} \\ \text{na faixa etária } n \text{ entre} \\ \text{os tempos } t_{k-1} \text{ e } t_k \end{array} \right)$$

Ou matematicamente,

$$X_i^{t_k} = a_1 x_1^{t_{k-1}} + a_2 x_2^{t_{k-1}} + a_3 x_3^{t_{k-1}} + \dots \quad (6)$$

As fêmeas na $(i+1)$ -ésima faixa etária ($i = 1, 2, \dots, n-1$) no instante t_k são aquelas que estavam na i -ésima faixa etária no instante t_{k-1} e que ainda vivem no instante t_k . Assim,

$$\left(\begin{array}{c} \text{Número de fêmeas} \\ \text{na faixa} \\ \text{etária } i + 1 \\ \text{no instante } t_k \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Fração de fêmeas} \\ \text{na faixa etária } i \\ \text{que sobrevive e passa} \\ \text{para a faixa etária } i + 1 \end{array} \right) \cdot \left(\begin{array}{c} \text{Número de fêmeas} \\ \text{na faixa etária } i \\ \text{no instante } t_{k-1} \end{array} \right)$$

Ou seja:

$$X_{i+1}^{t_k} = b_i x_i^{t_k}, \text{ sendo } i = 1, 2, 3, \dots, n-1 \quad (7)$$

Sendo b_i a fração dos indivíduos que sobrevivem da faixa i para a faixa $i+1$ daqui a L/n anos. Deste modo, a quantidade de indivíduos na faixa $i+1$ no instante t_k é proveniente da taxa de sobrevivência da faixa i no instante t_{k-1} multiplicada pela quantidade de indivíduos que havia na faixa i no instante t_{k-1} .

Usando notação matricial, podem-se juntar as equações (6) e (7) e escrever:

$$\begin{bmatrix} x_1^{t_k} \\ x_2^{t_k} \\ x_3^{t_k} \\ \vdots \\ x_n^{t_k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{n-1} & a_n \\ b_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & b_2 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & b_{n-1} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1^{t_k} \\ x_1^{t_k} \\ x_1^{t_k} \\ \vdots \\ x_1^{t_k} \end{bmatrix}$$

Ou, na forma da equação:

$$X^{t_k} = L \cdot x^{t_{k-1}}, \text{ com } k = 1, 2, 3, \dots \quad (8)$$

Define-se L, a Matriz de Leslie como:

$$L = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{n-1} & a_n \\ b_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & b_2 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & b_{n-1} & 0 \end{bmatrix}$$

$$X^{t_1} = L \cdot x^{t_0}$$

$$X^{t_2} = L \cdot x^{t_1} = L_2 x^{t_0}$$

$$\vdots$$

$$X^{t_k} = L x^{t_{k-1}} = L_k x^{t_0} \quad (9)$$

Assim conhecendo-se a distribuição etária inicial x^{t_0} e a matriz de Leslie L, pode-se determinar a distribuição etária das fêmeas em tempos posteriores. Embora a equação (9) dê a distribuição etária da população em qualquer instante ela não dá automaticamente uma ideia geral da dinâmica do processo de crescimento. Por isso precisa-se investigar os autovalores e autovetores da matriz de Leslie. Para isso dispõe-se de alguns teoremas importantes que serão descritos a seguir.

- **Existência de um autovalor positivo**

Uma matriz de Leslie tem um único autovalor positivo. Este autovalor tem multiplicidade 1 e um autovetor associado xi cujas entradas são todas positivas (ANTON & RORRES, 2001).

- **Autovalores de uma Matriz de Leslie**

Se λ é o único autovalor positivo de uma matriz de Leslie L e λ_1 é qualquer outro autovalor real ou complexo de L, então $|\lambda_1| \leq \lambda_1$ (ANTON & RORRES, 2001).

- **Autovalor Dominante**

Se duas entradas sucessivas a_i e a_{i+1} da primeira linha de uma matriz de Leslie L são não nulas, então o autovalor positivo de L é dominante.

Assim, se a população de fêmeas tem duas faixas etárias férteis sucessivas, então a matriz de Leslie tem um autovalor dominante.

De acordo com o autovalor positivo λ temos três casos:

- (i) *A população acaba aumentando se $\lambda > 1$*
- (ii) *A população acaba diminuindo se $\lambda < 1$*
- (iii) *A população acaba se estabilizando se $\lambda = 1$*

O caso $\lambda = 1$ é particularmente interessante, pois determina uma população com crescimento populacional nulo (ANTON & RORRES, 2001).

Para gerar os modelos populacionais, foram tomados como referências os tipos de curvas de sobrevivência (PITÉ, AVELAR, 1996) definidos a seguir.

1.10 Curvas de Sobrevivência

Curvas de sobrevivência correspondem a gráficos que indicam a quantidade de indivíduos de uma população que sobrevive ao longo de um determinado período de tempo. Corresponde, por isso, à probabilidade que um determinado indivíduo, possui à nascença, de atingir uma certa idade. Portanto, trata-se de uma representação gráfica da probabilidade de sobrevivência de um indivíduo (população) ao longo de um período de tempo (PITÉ, AVELAR, 1996).

De forma geral, admitem-se três tipos de curvas de sobrevivência (PITÉ, AVELAR, 1996), conforme expostos a seguir:

Tipo I – corresponde a uma população cujos membros vivem, em geral, um longo período de tempo e as mortes à nascença são mínimas. A maior quantidade de mortes ocorre nas últimas fases da vida, sendo que o número de indivíduos na população se vai mantendo constante até às últimas etapas da vida. Indivíduos que possuem estas estratégias correspondem, por exemplo, ao grupo dos grandes mamíferos, entre outros;

Tipo II – corresponde a uma população em que a mortalidade encontra-se distribuída de forma igual por todas as faixas etárias, não havendo predominância em nenhuma. Por exemplo, muitas espécies de aves enquadram-se neste tipo de curva de sobrevivência;

Tipo III – caracteriza uma população cujos membros morrem maioritariamente à nascença ou nas primeiras etapas de vida. Estas curvas do tipo III correspondem normalmente a espécies de plantas ou animais que apostam na produção massiva de descendentes (sementes no caso das plantas e ovos no caso dos peixes, por exemplo) de forma a aumentar a probabilidade de sobrevivência da descendência. Nestas curvas é possível visualizar uma diminuição brusca inicial seguida de uma maior estabilidade na taxa de mortalidade;

As curvas de sobrevivência podem ser representadas em um gráfico por quantidade de indivíduos em função do tempo (BEGON, HARPER E TOWNSEND, 1990), conforme a figura 3, onde mostra-se com exemplos a inclinação de cada tipo de curva.

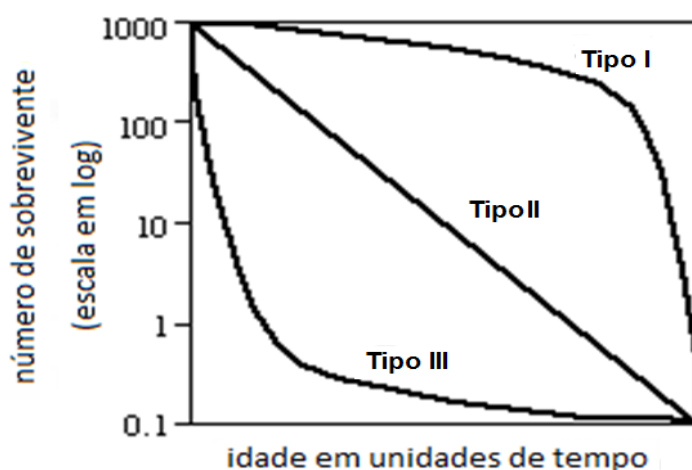


Figura 3: Tipos de curvas de sobrevivência.
Fonte: (Begon, Harper e Townsend, 1990).

2. OBJETIVOS

O Objetivo desta pesquisa é utilizar técnicas de inteligência artificial fundamentados em Lógica Paraconsistente, conjuntamente com processos matemáticos estruturados pela Matriz de Leslie, para efetuar estudos do impacto do lixo plástico nas populações de albatrozes.

2.1. Objetivos Secundários

Como objetivos secundários têm-se:

1. *A obtenção de métricas (valores) para elaboração de estudos fundamentados no Índice ou grau de impacto global por lixo plástico na vida dos albatrozes.*
2. *A implantação de novos métodos de análises que proporcionem uma nova leitura sobre os dados observacionais.*
3. *Geração de valores para banco de dados de informações sobre a vida dos albatrozes para futuras leituras/análises.*
4. *Apresentar técnicas para representação do cenário atual das populações de albatrozes correlacionando o impacto de lixo plástico com o grau de impacto obtido pela lógica paraconsistente e estimar os danos proporcionados a população de albatrozes, condicionando as ações humanas na contenção da poluição.*

2.2 Justificativa e Relevância do Tema

Os albatrozes são de grande importância para os ecossistemas onde vivem, pois, entre outros motivos, destaca-se o fato de que suas fezes adubam o solo oceânico dando capacidade a produção, crescimento e reprodução das pequenas espécies presentes naquele ambiente (PROJETO ALBATROZ, 2017).

Desde a primeira vez em que o plástico foi diagnosticado como problema de ingestão pelas populações de albatrozes e outros animais marinhos, permanecem informações deste tipo de poluente no mundo inteiro afetando diferentes espécies.

A prevalência de plástico em 18 espécies de aves marinhas nas ilhas havaianas e no atol de Johnston foi registrada nos anos de 1986 e 1987 (SILEO, 1989).

Segundo Sileo (1990), como parte de uma investigação do efeito da ingestão de plástico em aves marinhas no Havaí, foram necropsiadas as carcaças de 137 filhotes de albatrozes de Laysan (*Diomedea immutabilis*) em Midway Atoll no Oceano Pacífico durante o verão de 1987. Os tecidos selecionados foram coletados para uso microbiológico, exames parasitológicos, toxicológicos ou histopatológicos. A desidratação foi a causa mais comum de morte. Envenenamento por chumbo, traumatismo, inanição (fome) e trombidiose foram outras causas da morte.

Entre 1994 e 1995, também em Midway Atoll, foram avaliados filhotes de albatrozes de Laysan e os impactos da ingestão por plástico. Naquela época já se falava que o plástico ingerido provavelmente não causava a mortalidade direta significativa em linhagens albatrozes de Laysan, mas provavelmente causa estresse fisiológico como resultado de saciedade e bloqueios mecânicos (AUMAN, *et. al.*, 1997).

Blight e Burguer (1997) registraram que 73% das espécies de aves marinhas, incluindo os albatrozes, continham plástico em seus estômagos mas que a massa de plástico pode variar de muito a pouco.

Pierce (2004) relata que a ingestão de plástico por aves marinhas está bem documentada (ver Laist 1997 para uma lista de espécies com registros de ingestão). No entanto, casos que atribuem definitivamente a mortalidade de aves marinhas à ingestão de plástico são raros. As aves marinhas que morrem de ingestão muitas vezes sofrem obstrução do trato gastrointestinal. Em última análise, os pássaros morrem de fome e muitas vezes se afundam rapidamente nas águas do oceano ou são eliminados.

Em Midway Atoll, 40% dos filhotes de albatroz morrem com suas barrigas cheias de lixo (WEISS, 2006).

De acordo com Colabuono (2009), numa amostra de animais marinhos capturados pela pesca pelágica no sul do Brasil, foi analisada a frequência de resíduos plásticos nos albatrozes, onde constaram em 12% dos albatrozes de sobancelha preta, em 7% dos albatrozes de nariz amarelo, dentre outros.

Mariane (2016) afirma que as alterações patológicas mais relevantes, em aves marinhas, são as gastrointestinais e respiratórias. As gastrointestinais representaram 71,77% (117/163) da amostra e consistiram em diferentes graus de severidade de gastrites e enterites, a maioria relacionado a infestação parasitaria, ingestão de corpos estranhos como lixo plástico, entre outros.

"Treze de dezenove espécies de albatrozes estudadas sob a Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas estão em problemas profundos", afirmou Eric Gilman, Conselheiro de Ciência Marinha do Programa Marítimo Global da IUCN, " [...] e com isso as técnicas precisam ser aplicadas de forma mais universal se quisermos parar o declínio dos albatrozes e outras aves marinhas " (IUCN, 2008).

2.2.2 Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

Na introdução foi levantado um breve histórico e destacada a importância das espécies de Albatrozes e o problema da ingestão por lixo plástico. Foram apresentados os objetivos do trabalho, a justificativa e relevância do tema, bem como a base teórica da análise, primeiramente com a Lógica Paraconsistente e seus algoritmos, depois o modelo de Leslie e os tipos de curvas de sobrevivência.

Após esta introdução será mostrada a utilização dos métodos citados e nos capítulos seguintes apresentados os resultados e discussões iniciando-se pelos procedimentos para obtenção destes resultados. Depois são discutidos os resultados finais obtidos com o método empregado finalizando com as conclusões.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados os algoritmos NAP e Extrator dos Efeitos da Contradição, ambos da Lógica Paraconsistente e o modelo de Leslie, para a análise da dinâmica populacional sustentada por um modelo de “crescimento populacional por faixa etária” representado por curvas de sobrevivência e assim investigar o impacto de lixo plástico nas populações de albatrozes.

Para a análise proposta considera-se relacionada a seguinte pergunta:

- Qual o grau de evidência real do impacto causado por lixo-plástico na população de Albatrozes?

- Para esta pergunta a proposição P que será analisada pela LPA2v é:

I : “O impacto causado por ingestão de lixos-plásticos é alto”.

Dessa forma, primeiramente uma coleção de pesquisas bibliográficas foi utilizada para a busca de evidências relacionadas a esta proposição. Em seguida, os valores categóricos foram transformados em graus de evidência favorável (μ) e desfavorável (λ) que por sua vez, foram equacionados conforme os fundamentos da LPA2v e deram como resposta a conotação lógica à proposição I representado por um Grau de Evidência resultante real (μ_{ER}) do impacto plástico. Neste método o Grau de Evidência resultante tem como objetivo servir de fonte para interpretação desse tipo de impacto na qualidade de vida dos albatrozes, relacionando-o ao grau de impacto por lixo plástico nas probabilidades de vida por faixa etária na matriz de Leslie. Após a aplicação da matriz de Leslie junto ao grau de evidência da LPA, os resultados representam, a longo termo, como as fêmeas estarão distribuídas entre as faixas etárias e em qual proporção, relacionando-se a um dos três tipos de curvas de sobrevivência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos dados históricos coletados sobre os albatrozes capturados mortos com lixo plástico em seus estômagos e que será utilizada como fonte de informação para obter o grau de evidência de impacto plástico. Esses dados foram transformados em graus de evidência, no intervalo real $[0, 1]$ preparados para a LPA2v, e ordenados de forma crescente.

Tabela 1: Frequência (%) de albatrozes capturados mortos e que continham lixo plástico no estômago e transformados em graus de evidência (μ_{ER}).

Referências	Porcentagem populacional de albatrozes mortos encontrados com quantidade excessiva de plástico no estômago.	Conjunto G de Graus de Evidência μ_{En}
Azzarello & Vleet, (1987)	41 %	$\mu_{E1} = 0,41$
Sievert & Sileu, (1987)	67%	$\mu_{E2} = 0,67$
Blight and Burger, (1987)	36, 36%	$\mu_{E3} = 0,3636$
Sileo, et al., (1990)	53,28%	$\mu_{E4} = 0,5328$
Auman; Ludwig; Giesy; Colborn; (1997).	31,87%	$\mu_{E5} = 0,3187$
Auman; Ludwig; Giesy; Colborn; 1997.	15,53%	$\mu_{E6} = 0,1553$
Derraik, (2002)	44%	$\mu_{E7} = 0,44$
Auman et al. (2004)	11,11%	$\mu_{E8} = 0,1111$
Weiss, (2006)	40%	$\mu_{E9} = 0,4$
Colabuono et al. (2009)	12%	$\mu_{E10} = 0,12$
Colabuono et al. (2009)	7%	$\mu_{E11} = 0,07$
Colabuono et al. (2009)	49%	$\mu_{E12} = 0,49$
Colabuono et al. (2009)	22%	$\mu_{E13} = 0,22$

Após a obtenção do conjunto de valores em graus de evidência é então feita a determinação do grau de evidência real de impacto por lixo plástico nas populações de albatrozes aplicando o algoritmo extrator de efeitos da contradição.

4.1 Determinação do Grau de Evidência Real de Impacto

Os valores (μ_{ER}), apresentados na tabela 1, em graus de evidência, formam o conjunto C1, dos graus de evidência ordenados de forma crescente, apresentado no quadro 1, e mostra a representação das NAPs junto ao algoritmo extrator de efeitos

da contradição. Os quadros com as etapas estão apresentados nos quadros 1-4 a seguir:

Quadro 1: Etapas 1, 2 e 3 do algoritmo extrator de contradições.

C1	Etapas 1	μ	C2	Etapas 2	μ	C3	Etapas 3	μ
0,07	0,07	0,07	0,1111	0,111	0,111	0,12	0,12	0,12
0,1111	0,67	λ	0,12	0,533	λ	0,1553	0,49	λ
0,12		0,33	0,1553		0,467	0,22		0,51
0,1553		Gc	0,22		Gc	0,3187		Gc
0,22		-0,26	0,3187		-0,3561	0,3636		-0,39
0,3187		Gct	0,3636		Gct	0,38485		Gct
0,3636		-0,6	0,4		-0,4217	0,4		-0,37
0,4		D	0,41		D	0,41		D
0,41		0,95268	0,44		0,7697	0,44		0,713442
0,44		G _{CR}	0,47634		G _{CR}	0,47634		G _{CR}
0,49		-0,04732	0,49		-0,2303	0,49		-0,28656
0,5328		μ_{ER}	0,5328		μ_{ER}			μ_{ER}
0,67		0,47634			0,38485			0,356721

Quadro 2: Etapas 4, 5 e 6 do algoritmo extrator de contradições.

C4	Etapas 4	μ	C5	Etapas 5	μ	C6	Etapas 6	μ
0,1553	0,155	0,155	0,22	0,22	0,22	0,3187	0,319	0,319
0,22	0,476	λ	0,3187	0,44	λ	0,347851	0,41	λ
0,3187		0,524	0,354272		0,56	0,354272		0,59
0,356721		Gc	0,356721		Gc	0,356721		Gc
0,3636		-0,36836	0,3636		-0,34	0,3636		-0,2713
0,38485		Gct	0,38485		Gct	0,38485		Gct
0,4		-0,32104	0,4		-0,22	0,4		-0,0913
0,41		D	0,41		D	0,41		D
0,44		0,708545	0,44		0,695701			0,734397
0,47634		G _{CR}			G _{CR}			G _{CR}
		-0,29146			-0,3043			-0,2656
		μ_{ER}			μ_{ER}			μ_{ER}
		0,354272			0,347851			0,367199

Quadro 3: Etapas 7, 8 e 9 do algoritmo extrator de contradições.

C7	Etapa 7	μ	C8	Etapa 8	μ	C9	Etapa 9	μ
0,347851	0,348	0,348	0,354272	0,354	0,354	0,356721	0,357	0,357
0,354272	0,4	λ	0,356721	0,385	λ	0,3636	0,375	λ
0,356721		0,6	0,3636		0,615	0,367199		0,625
0,3636		Gc	0,367199		Gc	0,369877		Gc
0,367199		-0,25215	0,374834		-0,26088	0,374834		-0,26845
0,38485		Gct	0,38485		Gct			Gct
0,4		-0,05215			-0,03058			-0,01811
		D			D			D
		0,749667			0,739754			0,731779
		G _{CR}			G _{CR}			G _{CR}
		-0,25033			-0,26025			-0,26822
		μ_{ER}			μ_{ER}			μ_{ER}
		0,374834			0,369877			0,36589

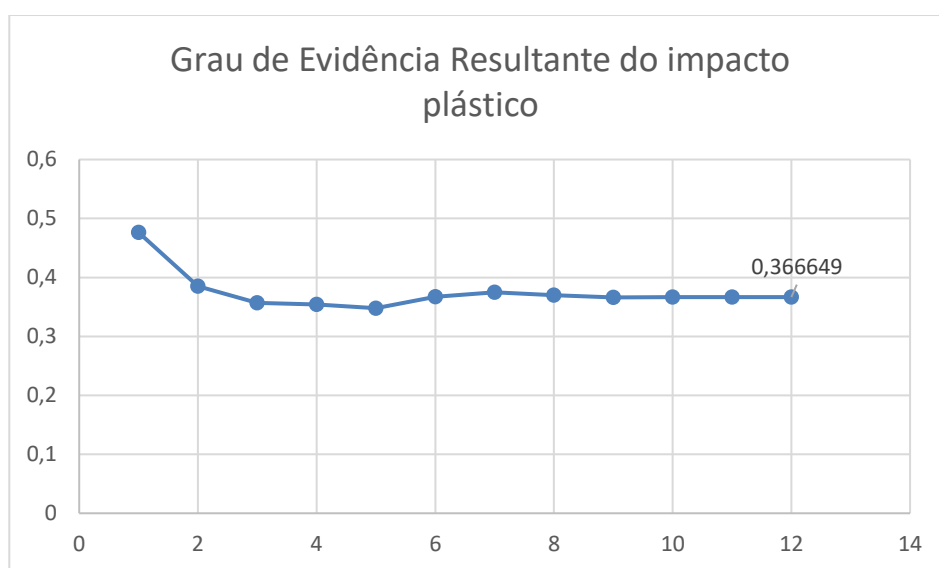
Quadro 4: Etapas 10, 11 e 12 do algoritmo extrator de contradições.

C10	Etapa 10	μ	C11	Etapa 11	μ	C12	Etapa 12	μ
0,3636	0,364	0,364	0,36589	0,366	0,366	0,366545	0,367	0,367
0,36589	0,37	λ	0,366752	0,367	λ	0,366752	0,367	λ
0,367199		0,63	0,367199		0,633			0,633
0,369877		Gc			Gc			Gc
		-0,26652			-0,26691			-0,2667
		Gct			Gct			Gct
		-0,00628			-0,00131			-0,00021
		D			D			D
		0,733504			0,73309			0,733297
		G _{CR}			G _{CR}			G _{CR}
		-0,2665			-0,26691			-0,2667
		μ_{ER}			μ_{ER}			μ_{ER}
		0,366752			0,366545			0,366649

Conforme mostrado no quadro 4, o grau de evidência real de impacto por lixo plástico nas populações de albatrozes foi $\mu_{ER} = 0,366649$.

A busca para estabelecer o grau de evidência resultante por impacto plástico é agora representada através de um gráfico das etapas (1 a 12) pelos respectivos graus de evidência até estabilização do mesmo, conforme gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1: Etapas para obtenção do grau de evidência resultante por impacto plástico.



4.2 Estruturando os dados para o modelo de Leslie

O modelo matricial de Leslie foi aplicado conjuntamente com os dados da LPA2v relacionados à probabilidade de expectativa de vida nas populações de albatrozes por se tratar de um grau de impacto por lixo plástico. O modelo de Leslie é, portanto, utilizado neste trabalho para, conjuntamente aos dados obtidos pela Lógica Paraconsistente, investigar o crescimento, ao longo do tempo, das populações de albatrozes com o impacto plástico e sem o impacto plástico.

Inicialmente são necessárias as considerações verificando o comportamento probabilístico e seus prováveis valores que versa sobre história da vida dos albatrozes para serem utilizados nas representações das matrizes. Estes valores probabilísticos foram estimados a partir de uma seleção criteriosa da base de dados bibliográficos onde foram utilizados os resultados indicados pelas referências sobre a vida dos albatrozes, conforme são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: História de vida dos albatrozes.

Tabela de história de vida dos albatrozes		Referências
Expectativa de vida	50 anos	Sick, (1988); Robertson, (1993); Roos, (2003); Sigrist, (2004); Branco, (2004).
Início da reprodução	A partir dos 10 anos	Jouventin, (1981); Sick, (1988); Tickell, (2000); Sigrist, (2004); Branco, (2004); Brooke, (2004).
Classificação em relação a idade	Jovens (<10 anos) ou Adultos (>10 anos)	Neves & Olmos, (1997); Neves, (2000); Colabuono, (2005).
Número de filhotes por fêmea a cada 10 anos	Mín – 3 ovos Máx – 5 ovos	Anderson, (1998); Brooke, (2004); Barbieri, (2010); Projeto Albatroz, (2017);

As probabilidades foram extraídas após 20 anos de coleta de albatrozes mortos, sendo 55% jovens e, conseqüentemente 45% adultos (COLABUONO, 2005).

Com essas frequências foi possível realizar uma distribuição por faixa etária, relacionando-as ao tipo II de curva de sobrevivência, por se tratar do modelo admitido para as espécies de aves. E, como todos os albatrozes, juvenis e adultos, consomem lixo plástico erroneamente (NEVES, 1997; MONTONE, 2009; BRANCO, 2004; AUMAN, 1987; MADER, 2010), essas informações foram trabalhadas e apresentadas na tabela 3 já admitindo que o grau de evidência de impacto por lixo plástico está distribuído em todas as faixas etárias.

Tabela 3: Evidência para admissão do cálculo de probabilidade de mudança de faixa etária que será usada para o Modelo de Leslie.

Curva de Sobrevivência	Jovens	Adultos			
	0 a 10 anos	10 a 20 anos	20 a 30 anos	30 a 40 anos	40 a 50 anos
TIPO II	55%	15%	14%	11%	5%

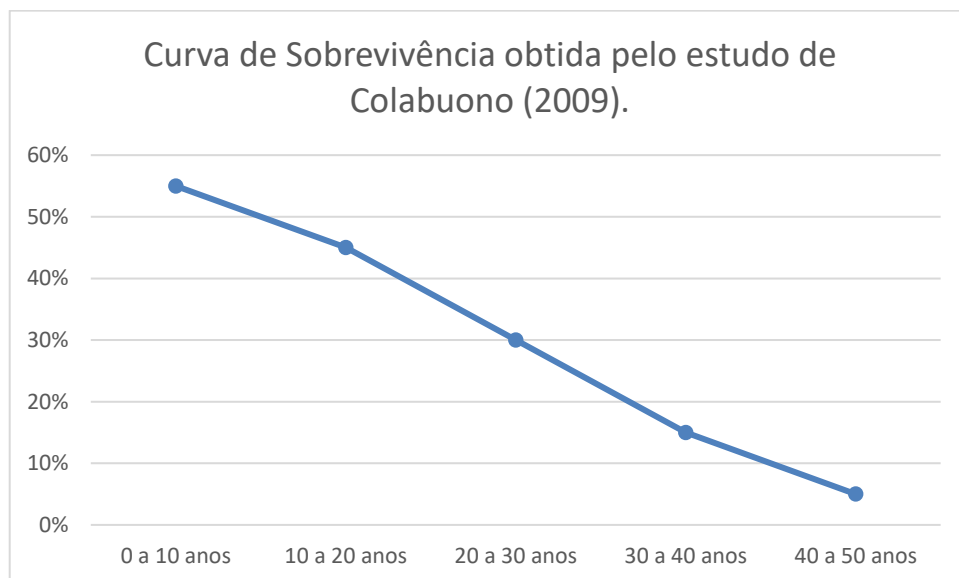
Desse modo tem-se, por exemplo, em TIPO II:

a) a probabilidade para os albatrozes passarem da faixa etária dos 0 a 10 anos para a faixa etária dos 10 aos 20 anos é a soma das porcentagens de todos os albatrozes que ultrapassaram os 10 anos (45%);

b) a probabilidade de mudança da faixa etária dos 10 aos 20 anos para os 20 a 30 anos é a soma das porcentagens de todos os albatrozes que ultrapassaram os 20 anos (30%), e assim por diante.

O gráfico 2, mostra a admissão das probabilidades de um indivíduo continuar vivo ao longo dos tempos, ou seja, está relacionado ao Tipo II de curva de sobrevivência.

Gráfico 2: Curva de sobrevivência, obtida pelo estudo de Colabuono (2009), das espécies de albatrozes que continham lixo plástico em seus estômagos.



4.3 Resultados da aplicação do modelo de Leslie

A partir do valor do grau de evidência real de impacto e considerando os valores estabelecidos pela tabela 3, é então aplicado o modelo de Leslie junto à curva de sobrevivência Tipo II.

Considera-se que a matriz de Leslie obtida, representadas por L_i , apresenta as probabilidades de mudança de faixa etária já admitido o grau de impacto plástico, isto devido a todas as amostras das referências se tratarem de albatrozes com plásticos nos estômagos. Assim, L_i exposta abaixo, representa a matriz de Leslie com as probabilidades de mudança de faixa etária (obtidos da tabela 3):

$$L_i = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 0,45 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,30 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,15 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,05 & 0 \end{bmatrix}$$

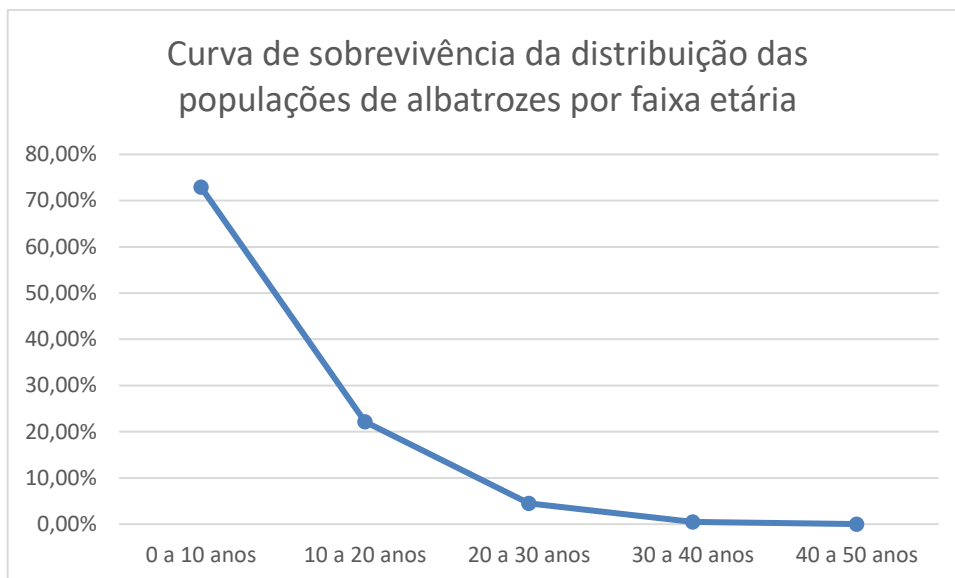
Verificou-se que, através dos teoremas dos autovalores e autovetores, a matriz L_i teve um único autovalor (λ) positivo. Desse modo, o autovalor de L_i encontrado é $\lambda_1 = 1,481$.

Para o autovalor foi verificado seu autovetor correspondente e a distribuição ou dinâmica das populações:

$$X^{li} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0,303848 \\ 0,615493 \\ 0,006233 \\ 0,000210 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 72,894\% \\ 22,148\% \\ 4,486\% \\ 0,454\% \\ 0,015\% \end{bmatrix}$$

Desse modo, pôde-se reavaliar o impacto plástico nas populações de albatrozes chegando-se à distribuição populacional das espécies de albatrozes apresentadas no gráfico 4.

Gráfico 4: Distribuição das populações de albatrozes considerando o grau de impacto plástico sob as probabilidades por faixa etária



Com as probabilidades adotadas para o Modelo de Leslie, nota-se que a distribuição das populações ao longo dos anos apresenta número bastante elevado de albatrozes jovens (73% - a primeira linha do autovetor) e pouquíssimos adultos (27% - as demais 4 linhas do autovetor).

A partir de todas as probabilidades de mudança de faixa etária presentes na matriz L_i , foram extraídos os graus de impacto por lixo plástico em cada uma das probabilidades de mudança de faixa etária. Para isto utilizou-se a proporcionalidade (razão) entre as grandezas “probabilidade de mudança de faixa, com o impacto plástico” e “probabilidade de mudança de faixa, sem o impacto plástico ($1 - 0,366649$)”. Obtiveram-se os resultados da tabela 4:

Tabela 4: Probabilidades de mudança de faixa etária retirando-se o grau de impacto plástico.

Tipos de Curvas de sobrevivência	10 para os 20 anos (b_1)	20 para os 30 anos (b_2)	30 para os 40 anos (b_3)	40 para os 50 anos (b_4)
TIPO PARACONSISTENTE	0,710506	0,473670	0,236835	0,078945

A partir dos resultados da tabela 4, no TIPO PARACONSISTENTE, a matriz de Leslie paraconsistente sem o impacto plástico ($L_{p.s.i}$) pode ser representada por:

$$L_{p.s.i} = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 0,710506 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,473670 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,236835 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,078945 & 0 \end{bmatrix}$$

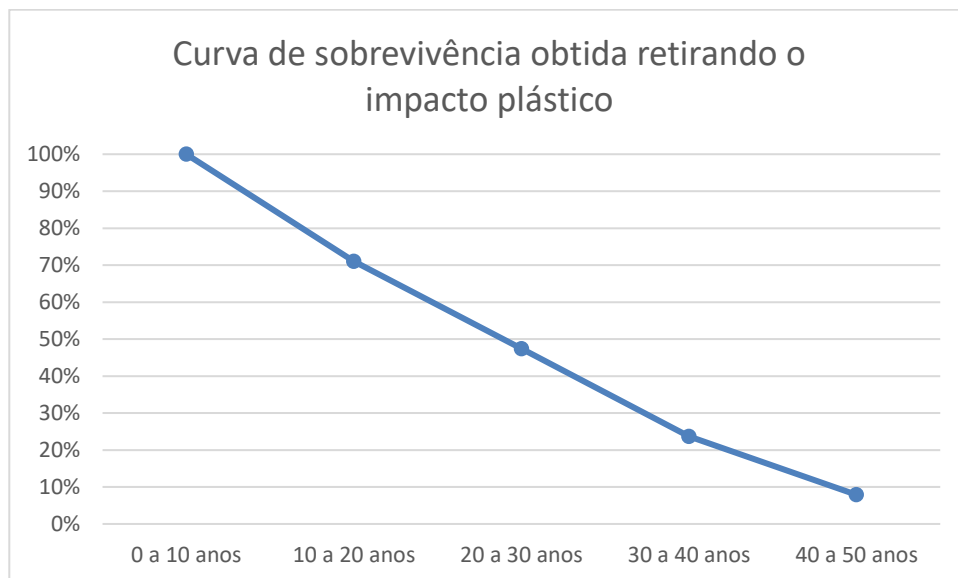
Através da matriz apresentada, foi extraída novamente a curva de sobrevivência das espécies de albatrozes.

Neste novo processo foi caracterizado o Tipo II de curva de sobrevivência, apresentado no gráfico 5.

Seu autovalor é $\lambda_{s.i} = 1,902$ e seu autovetor com dinâmica populacional:

$$X^{ls.i.p} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0,373509 \\ 0,093006 \\ 0,011579 \\ 0,000480 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 67,63\% \\ 25,26\% \\ 6,29\% \\ 0,79\% \\ 0,03\% \end{bmatrix}$$

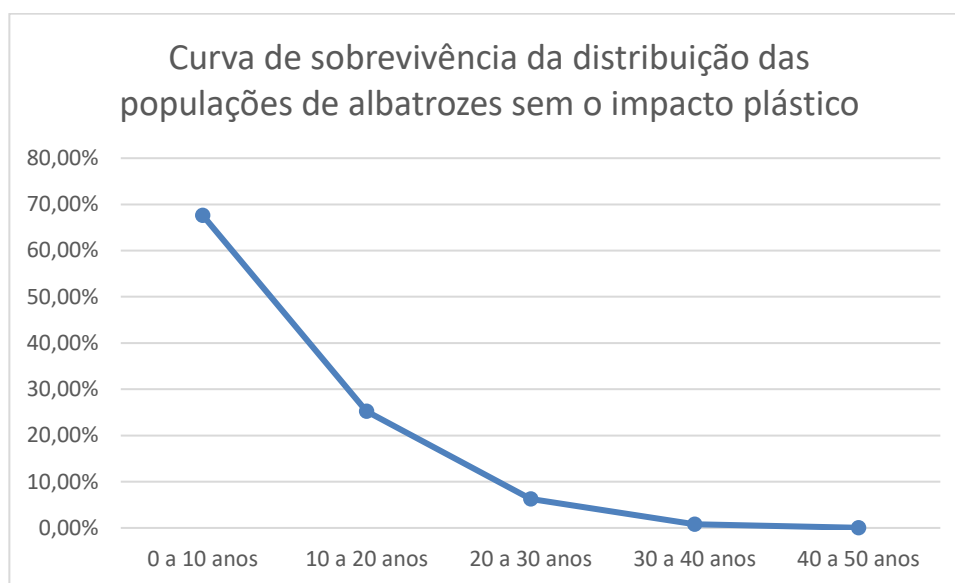
Gráfico 5: Curva de sobrevivência das espécies de albatrozes sem o grau de impacto plástico.



Desse modo, verifica-se que a dinâmica populacional dessas populações se caracteriza pelo tipo II de curva de sobrevivência, onde representa uma mortalidade constante entre todos os indivíduos e em todas as idades, confirmando que os albatrozes naturalmente teriam uma curva de sobrevivência do tipo II.

Ao se analisar a distribuição das populações por faixa etária, no gráfico 6, justifica-se a possibilidade da ameaça de extinção das espécies, pois estas, não apresentarem capacidade reprodutiva alta e apresentam número bem maior de jovens (68%) do que de adultos (32%).

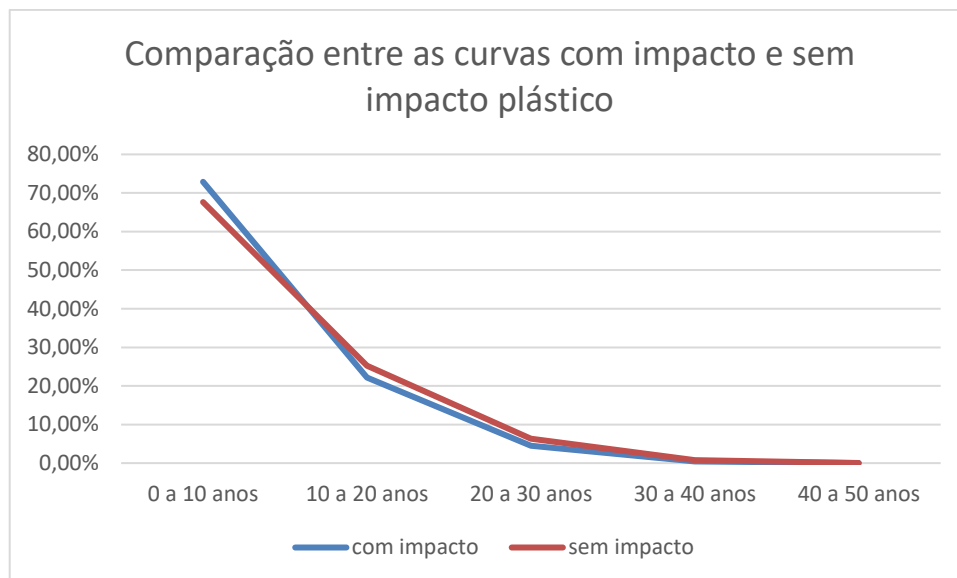
Gráfico 6: Curva de distribuição por faixa etária das populações de albatrozes sem o impacto plástico



Comparando as curvas obtidas com impacto plástico (gráfico 4) e sem o impacto plástico (gráfico 6), apresentadas no gráfico 7, pode-se notar que a diferença corresponde a um aumento de cerca de 20% no número de albatrozes adultos, o que implica uma melhora notável caso não existisse a poluição por lixo plástico.

As duas curvas apresentadas estão caracterizadas, segundo o modelo de curvas de sobrevivência, pelo tipo III, o que justifica a possibilidade de extinção de algumas das espécies de albatrozes, pois estas não apresentam capacidade reprodutiva alta para se adequarem a tal modelo.

Gráfico 7: Comparação entre as curvas de sobrevivência obtidas com o impacto plástico e sem o impacto plástico.



Por estas razões, também é possível afirmar que existem outros fatores, que não foram analisados nessa pesquisa, que implicam na má qualidade de vida dessas populações.

Realizando o Teste de Hipótese conjuntamente ao teste Qui-Quadrado com os valores das probabilidades de mudança de faixa etária das populações de albatrozes com impacto plástico e sem impacto plástico, temos como hipótese nula H_0 e como hipótese afirmativa H_1 :

$H_0 = \text{O lixo plástico impacta na qualidade de vida dos albatrozes}$

$H_1 = \text{O lixo plástico não impacta na qualidade de vida dos albatrozes}$

Foi realizado o teste com nível de significância de 5% (quanto menor o nível de significância, menor a chance de erro) e o valor de graus de liberdade foi dado pela equação $GL = (n^\circ \text{ de linhas} - 1) \cdot (n^\circ \text{ de colunas} - 1)$, assim:

$$GL = (4 - 1) \cdot (2 - 1) = 3.$$

Para as conclusões das informações foi levado em conta que:

$$X^2_{\text{encontrado}} \geq X^2_{\text{tabela de distribuição do Qui-Quadrado}} \Rightarrow \text{Rejeita } H_0;$$

$$X^2_{\text{encontrado}} \leq X^2_{\text{tabela de distribuição do Qui-Quadrado}} \Rightarrow \text{Aceita-se } H_0$$

Desse modo, como o teste de Qui-Quadrado apresentou $p = 0,000157$ e na Tabela de Distribuição do Qui-Quadrado para 3 graus de liberdade e significância de 5%, $x = 0,352$, temos que $X^2_e \leq X^2_t$, sendo assim rejeita-se a possibilidade do lixo

plástico não impactar na qualidade de vida dos albatrozes.

Sendo assim, os métodos aqui adotados para estudar a dinâmica das populações de albatrozes mostraram-se eficientes e comprobatórios da questão de ameaça das espécies.

4.4 Considerações finais

Diante o exposto, a Lógica Paraconsistente por se tratar de uma lógica não clássica, foi utilizada em conjunto com a Matriz de Leslie, para a interpretação dos dados globais em um problema relevante na área da Ecologia.

Conforme foi exposto na Tabela 1, os trabalhos de pesquisas realizados entre os anos de 1989 e 2017 apresentam em suas análises com as populações de albatrozes que o impacto por lixo plástico é um dos maiores problemas para essas populações. Como os dados coletados são de diferentes localidades do globo terrestre e de diferentes espécies de albatrozes e diferentes tamanhos de amostras, os seus valores apresentam resultados contraditórios e, por isso foi escolhido o método paraconsistente para análise e tratamento dos dados.

Conforme já descrito o método paraconsistente consegue tratar informações contraditórias de modo que suas conclusões não sejam invalidadas, assim, como todas as espécies de albatrozes possuem características bem semelhantes, representados na tabela de vida dos albatrozes (tabela 2), o método que une a Lógica Paraconsistente e Matriz de Leslie mostrou-se eficiente chegando a um resultado que, ao que tudo indica, aproximado da realidade.

Através do Algoritmo Extrator de Efeitos da Contradição foi obtido o grau de evidência para o impacto global de plástico nas populações de Albatrozes, resultando em $\mu = 0,366333$. Este valor é considerado puro, isto é isento dos efeitos da contradição que estava intrínseca nos valores da tabela 1.

Devido a esta característica este valor foi definido neste trabalho como o índice ou o Grau de Evidência de Impacto Global por plástico na qualidade (probabilidade) de vida dos albatrozes.

A técnica que une os dois métodos utilizou esse grau de evidência de impacto global por plástico aplicado ao o modelo matricial de Leslie para descrever a dinâmica das populações de albatrozes e suas representações através das curvas de sobrevivência.

Esta forma de modelagem se mostrou interessante e de fácil implementação

algorítmica e, com isso pode-se fazer iterações dos resultados e compará-los. Desse modo, verificou-se que com a distribuição realizada baseada no tipo II de curva de sobrevivência, a análise provou o contrário, no qual podemos afirmar, que em escala global há cerca de 73% de albatrozes jovens e somente 27% de albatrozes adultos. E, caso não houvesse o impacto plástico esses números seriam 68% para jovens e 32% para adultos, que por sua vez, indica um aumento de 20% no número de albatrozes adultos. O que significa que, mesmo com o impacto dos lixos plásticos, podem existir outros tipos de impactos não introduzidos nas probabilidades de mudança de faixa etária.

Esta pesquisa é o início de um estudo que abrangeu técnicas de lógicas não clássicas e a junção com processos matemáticos matriciais, portanto o método apresentado tem como contribuir para futuras análises em sustentabilidade de ecossistemas costeiros e marinhos. Por exemplo, para futuros trabalhos o grau de impacto por plástico pode ser modificado após cada estudo com as espécies de Albatrozes e aplicado junto ao modelo de Leslie para determinação do tempo e qualidade de vida das espécies e suas divisões por faixa etária. Também, outros fatores externos podem ser reinterpretados e anexados junto as probabilidades de mudança de faixa etária.

5 CONCLUSÃO

Sabe-se que, devido ao grande impacto de lixo plástico causado nas populações de albatrozes, as espécies não chegam a envelhecer muito, pois desde que nascem, os filhotes estão expostos ao fator lixo e as suas possíveis causas de morte: inanição, câncer, entre outros. Nesta pesquisa apresenta-se a Lógica Paraconsistente Anotada como uma chave para que se possa começar a interpretar a probabilidade de passagem de uma faixa etária para outra, sendo capaz de gerar um resultado de impacto global atual por lixo plástico na população estudada. Desse modo, os elementos que caracterizam a probabilidade de mudança de faixa etária no modelo de Leslie, que descreveu o comportamento, crescimento e distribuição das espécies de fêmeas por faixa etária, foi determinado junto a Lógica Paraconsistente, por esta ser capaz de interpretar e trabalhar informações contraditórias – apresentadas de várias referências e em diferentes localidades do globo terrestre – e suas conclusões não serem invalidadas, abrindo caminhos para uma nova interpretação das populações de albatrozes. Graças ao modelo apresentado, pode-se concluir, em escala global, que a população de albatrozes tem número mais abundante de albatrozes jovens enquanto existem pouquíssimos albatrozes adultos.

Os resultados da pesquisa comprovam por meio de seus valores que o plástico sendo recolhido dos mares ocasionará uma estimativa e condições de vida melhor para essas populações. Também, foi possível estimar, fundamentados nos valores resultantes que se as ações humanas não se modificarem quanto à produção de lixo plástico e outros problemas que afetam a sustentabilidade das espécies, ocasionará um problema no qual o próximo cenário se modificará refletindo perigosamente as más ações humanas no ambiente marinho.

REFERÊNCIAS

ABE, J. M. ***Paraconsistent Artificial Neural Networks: an Introduction, Lecture Notes In Artificial Intelligence*** 3214, Springer, Eds. J.G. Carbonell & J. Siekmann, ISSN 0302-9743, ISBN 3-540-23206-0, pp. 942-948, 2004.

ALLEN, P. (Editor). ***Food for the Future: Conditions and Contradictions of Sustainability***. ISBN 0-471-58082-1. Paperback, 1993.

ANDERSON, D.J. & CRUZ, F. ***Biology and management of the Waved Albatross at the Galapagos Islands***. Pp.105–109 in *Albatross Biology and Conservation* (Roberston, G. & Gales, R. eds) Chipping Norton: Surrey Beatty and & Sons ISBN 0-949324-82-5, 1998.

ANTON, H., RORRES, C. ***Álgebra Linear com aplicações*** – 8. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.

ARAÚJO, M. C.a B; COSTA, M. F. ***Resíduos gerados pelo homem degradam a paisagem costeira e ameaçam a vida no mar***. Revista: Ciência hoje, Vol. 32, nº 191; 2003.

AUMAN, H. J., WOEHLER, M. J. RIDDLE, BURTON, H. ***First Evidence of ingestion of plastic debris by seabirds at sub-antartic heard island***. Marine Ornithology 32: 105-106, 2004.

AUMAN, H. J. et al. In *Albatross Biology and Conservation*, pp239-44, ***Plastic ingestion by Laysan Albatross chicks on Sand Island, Midway Atoll, in 1994 and 1995; 1997***.

AZZARELO, M. Y. et al. ***Marine birds and plastic polution***. Marine Ecology – Progress series, V.37: 295-303, 1987.

BLIGHT, L. K. et al. ***Ocurrence of plastic particles in sea-birds form the Eastern North Pacific***. Marine Pollution Bulletin, Vol. 34, No. 5, pp. 323 325, 1997.

BRANCO, J. O. ***Aves Marinhas e Insulares Brasileiras – bioecologia e conservação***. Editora: Univali, 2004.

BRANCO, J. O; BARBIERI, E., FRACASSO, H A A. ***Técnicas de pesquisa em aves marinhas***. Centro de Ensino em Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, UNIVALI, Itajaí / Santa Catarina - Brasil. Instituto de Pesca – Cananéia, São Paulo - Brasil. Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, SP - Brasil; 2010.

BLIGHT, L. K., BURGUER, A. E. ***Occurrence of plastic particles in Sea-birds from the Eastern North Pacific***. Marine Pollution Bulletin, Vol. 34, No. 5, 1997.

Begon, M., J. L. Harper and C. R. Townsend, 1990. ***Ecology - Individuals, Populations and Communities***, Blackwell Scientific Publ., London, UK, 2nd edition.

BROOKE, M. ***Albatrosses And Petrels Across The World***. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido ISBN 0-19-850125-0, 2004.

COLABUONO, F. I., ***Ecologia alimentar dos albatrozes *Thalassarche melanophris* e *T.chlororhynchos* E dos Petréis *Procellaria aequinoctialis* e *P.conspicillata* no sul do Brasil***. Dissertação de Pós Graduação, Universidade do Rio Grande, RS, 2005.

COLABUONO, F. I., BARQUETE, V., DOMINGUES, B. S., MONTONE, R. C. ***Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil***. Marine Pollution Bulletin 58, p93-96, 2009.

DA COSTA, N. C. A, ABE, J.M. e SUBRAHMANIAN V. S. ***Remarks on Annotated Logic***. Instituto de Estudos Avançados da USP, 2000.

DA SILVA FILHO, J. I. ***Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v com construção de Algoritmo e Implementação de Circuitos Eletrônicos***. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo, 1999.

DA SILVA FILHO, J. I. ***Inteligência Artificial com as redes de análises Paraconsistentes: Teoria e Aplicações*** / João Inácio da Silva Filho, Jair Minoro Abe, Germano Lambert Torres. – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; LAMBERT-TORRES, G. L. ***Inteligência artificial com as redes de análises paraconsistentes: Teoria e aplicações***. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

DA SILVA FILHO, J.I. ***Algoritmo paraconsistente extrator de efeitos da contradição - ParaExtrctr.*** Revista Seleção Documental/Grupo de Lógica Paraconssistente Aplicada (GLPA). N. 15 Ano 4 (21-25)p.p. Ed. Paralogike – Santos – SPS Brasil. 2009.

D'ANGELO, C.; <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/2050-oceanos-terao-mais-plastico-peixes-934325.shtml> - 26/01/2016; 13:40 hrs, 26/03/16.

DERRAIK, J. G. B. ***The pollution of the marine environment by plastic debris: a review***; Marine Pollution Bulletin 44 (2002) 842–852; 2002.

ESCALANTE, R. ***Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas del Oceano Atlantico***. Montevideo: Barreiro e Ramos. 199 p, 1970.

ECCAPLAN <http://eccaplan.com.br/blog/2015/11/05/pesquisa-descobre-para-onde-lixo-jogado-nos-oceanos-e-arrastado>, acesso no dia 27/03/2017.

FRECKLETON, R.P., SILVA MATOS, D.M., BOVI, M.L.A & WATKINSON, A.R. ***Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree.*** Journal of Applied Ecology, 40: 846-858, 2003.

GOTELLI, N. J. ***Ecologia. Cap.3- Crescimento Populacional Estruturado***. Pp. 49-82. Ed. Planta, 2007.

GUREVITCH, J, SCHEINER, S.M, Fox, G.A. ***Ecologia Vegetal. Cap. 5*** - Ed. Artmed, São Paulo, 2009.

HARGROVES, K. & SMITH, M. ***The Natural Advantage of Nations: Business Opportunities, Innovation and Governance in the 21st Century***. Hardback: Earthscan/James&James, 2005.

HEYERDAHL, T. The Ra Expeditions. London: George Allen & Unwin. 334 p, 1971.

IUCN - <https://www.iucn.org/content/getting-seabirds-hook>, 2008. acesso no dia: 03/12/2017

JOUVENTIN, P., MONICAULT, G. de & BLOSSEVILLE, J.M. ***La danse de l'albatros, Phoebetria fusca. Behaviour*** **78**: 43–80, 1981.

LONG, M; MORICEAU, B; GALLINARI, M; LAMBERT, C; HUVET, A; RAFFRAY, J; SOUDANT, P. ***Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: Impact on their respective fates***. Marine Chemistry, V.175, pages 39 - 46, 2015.

MADER, A; COSTA, A. S.; CASA JR, G. E.; SANDER, M. ***Ingestão de lixo marinho por Procelariformes Arribados nas praias do Rio Grande do Sul***. Congresso Brasileiro de Oceanografia, Rio Grande (RS); 2010.

MACARENHAS, R.; BATISTA, C. P; MOURA, I. F; CALDAS, A. R; NETO, J. M. da Costa; VASCONCELOS, M. Q; ROSA, S. S; BARROS, T. V. S. ***Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil) * Marine debris at a sea turtles nesting area at Paraíba State, Brazilian Northeast***. Revista da Gestão Costeira Integrada 8(2):221-231; 2008.

NEVES, T. S., ***Distribuição e abundância de aves marinhas na costa sul do Brasil***. Tese de mestrado. Rio Grande, RS: Fundação Universidade do Rio Grande, 102pp, 2000.

NEVES, T. S., OLMOS, F., ***Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil.*** 1997.

NG, K. L.; OBBARD, J. P. ***Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment.*** Marine Pollution Bulletin 52 pp.761-767, 2006.

OLIVEIRA, L. B./ http://www.mat.ufmg.br/pet/Mono_Lilian.pdf, 2016. Acesso dia 10/09/2017

PELANDA, A. A. ***Impactos humanos sobre aves associadas a ecossistemas marinhos na costa paranaense.*** Monografia. Universidade Federal do Paraná, 2007.

PIERCE, K. E., HARRIS, R. J., LARNED, L. S., POKRAS, M. A. ***Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a northern gannet *morus bassanus* and a greater shearwater *puffinus gravis*.*** Marine Ornithology 32: 187–189, 2004.

PITÉ, M. T; AVELAR, T., ***Ecologia das Populações e das comunidades. Uma abordagem evolutiva do estudo da Biodiversidade.*** Lisboa. Serviços de Educação Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

PROJETOALBATROZ <http://www.projetoalbatroz.org.br/albatrozes-e-petrels-no-brasil>, acesso no dia 27/03/2016.

RICKLEFS, E. ***The estimation of survival schedules in natural populations employs several sampling techniques.*** in *Ecology*, 299, 3rd ed., New York, NY: W. H. Freeman, 1990.

RIOS, L. M.; MOORE, C.; JONES, P. R. ***Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment.*** Marine Pollution Bulletin 54 pp.1230-1237, 2007.

ROBERTSON, C.J.R. ***Survival and longevity of the Northern Royal Albatross *Diomedea epomophora sanfordi* at Taiaroa Head.*** 1937–93. *Emu* 93: 269–276, 1993.

ROOS, A. L., PIACENTINI, V. Q. **Revisão dos registros sul-brasileiros do gênero *Phoebetria* Reichenbach, 1853 e primeiro registro documentado de *Phoebetria palpebrata* (Forster, 1785)** (Procellariiformes: Diomedidae) para Santa Catarina- Revista Brasileira de Ornitologia 11:223-225, 2003.

SANTOS, I. R.. **Tubarões de coleira**. Revista: Ciência hoje, Vol. 38, nº 224, 2006.

SANTOS, I. R.. **Plásticos na dieta da vida marinha**. Revista: Ciência hoje, Vol. 39, nº 230, 2006.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Editora: Unb, Vol.2, 1988.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**, III edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912 p, 1997.

SIGRIST, T. **Aves do Brasil: Uma visão artística**, São Paulo, Avis Brasilis, 2004.

SILEO, L. et al. **Prevalence and characteristics of plastic ingested by hawaiian seabirds**. National Wildlife Health Research Center, U.S. Fish and Wildlife Service, Madison, U.S.A, 1987.

SILEO, L., SIEVERT, P. R., SAMUEL, M. D. **Prevalence and characteristics of plastic ingested by hawaiian seabirds**. National Wildlife Health Research Center U.S. Fish and Wildlife Service. Madison, Wisconsin 53711, U.S.A. 1989.

SILEO, L. SIEVERT, P. R., SAMUEL, M. D. **Causes of mortality of albatross chicks at midway atoll**. Journal of Wildlife Diseases, 26 (3), 1990.

SILVA MATOS, D.M., Freckleton, R.P. & Watkinson, A.R. **The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm**. Ecology, 80: 2635-2650, 1999.

SOBRAI, P.; FRIAS, J.; MARTINS, J. **Microplásticos nos oceanos – um problema sem fim à vista**. IMAR FCTUNL – Instituto do Mar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica. 2829-516 Caparica,

2011.

SUBRAHMANIAN, V. S. ***Paraconsistent disjunctive deductive databases.*** Proceedings of the Twentieth International Symposium, IEEE, Multiple-Valued Logic, 1990.

THOMPSON, R.C., OLSEN, Y., MITCHELL, R.P., DAVIS, A., ROWLANS, S.J., JOHN, A.W.G., MCGONIGLE, D., RUSSELL, A.E. ***Lost at Sea: where is all the plastic?*** Science 304, 838, 2004.

TICKELL, W. L. N. ***Albatrosses*** – Sussex: Pica Press, ISBN 1-873403-94-1, 2000.

TESCHAUER, C.S.J. ***Avifauna e flora, nos costumes, superstições e lendas brasileiras e americanas***, IIIª ed. Porto Alegre: Livraria do Globo. 280 p, 1925.

TINBERGEN, N. ***The herring gull's world, a study of the social behaviour of birds***, London: Collins Publishers. 255 p, 1953.

TINBERGEN, N. ***Curious naturalists***. England: Penguin Education. 269 p, 1974.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. ***As aves do ambiente costeiro do Brasil: Biodiversidade e Conservação***. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas. Rio Grande, RS; 1999.

VOOREN, C.M. NOVELLI, R. & KROB, A. ***As migrações e as relações ecológicas das aves da praia do Cassino, Rio Grande do Sul, Brasil***. Resumos do XI Congresso Brasileiro de Zoologia, Belém: 330-331, 1984.

VOOREN, C.M. ***Migrações e ocorrências de aves marinhas na costa sul do Brasil***. Resumos do XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Campinas: 266-267. 181, 1985.

VOOREN, C.M. & FERNANDES, A.C. ***Guia de albatrozes e petréis do sul do Brasil***.

Porto Alegre: Sagra. 99 p, 1989.

VOOREN, C.M. & CHIARADIA, A. **Stercorarius longicaudus and S. parasiticus in southern Brazil**. Ardea, 77 (2): 233-235, 1989.

VOOREN, C.M. & CHIARADIA, A. **Seasonal abundance and behaviour of coastal birds on Cassino Beach, Brazil**. Ornithologia Neotropical, 1: 9-24, 1990.

VOOREN, C.M. & GIANUCA, N.M. **A importância do litoral do Rio Grande do Sul nas migrações de aves costeiras**. Resumos do II Congresso Internacional de Gestion en Recursos Naturales, Valdivia: 57, 1991.

VOOREN, C.M. & BORGES, M.E. Aves Costeiras e Marinhas, pp. (42- 158). In **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil**, Vol. 8. São Paulo: Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (FUNDESPA), 1994.

WEISS, K. R. **Plague of plastic chokes the seas**. Los Angeles Times – Times Staff Writer, 2006.

YOUNG, L. & HAMSHIRE, J. **Promoting Practical Sustainability**. Canberra (Austrália): Australian Agency for International Development (AusAID) ISBN 0 642 45058 7, 2000.

ZISWILER, V. **Extinct and vanishing animals, a biology of extinction and survival**. New York: Longmans & Springer-Verlag. 133 p, 1967.