



TRAÇADO ASSISTIDO DAS FRONTEIRAS MARÍTIMAS NO QUADRO DA
CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR

Guida Maria Mendes Henriques

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
Universidade Nova de Lisboa

**TRAÇADO ASSISTIDO DAS FRONTEIRAS MARÍTIMAS NO QUADRO DA
CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR**

Por

Guida Maria Mendes Henriques

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

Orientador: Marco Octávio Trindade Painho

Coorientador: Aldino Manuel dos Santos de Campos

Fevereiro 2021

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é da minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e é efetuada referência a todas as fontes utilizadas (publicadas ou não).

O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA Information Management School ou em qualquer outra instituição.

Lisboa, 17 de fevereiro de 2021

Guida Maria Mendes Henriques

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, ao Professor Marco Painho, pela disponibilidade e apoio, e ao Professor Aldino Santos de Campos, pelo apoio, disponibilidade, paciência e amizade demonstrada durante este período.

À EMEPC, por me ter dado a oportunidade de realizar este Mestrado, foi aí que tudo começou.

Ao Tito, pela amizade incondicional e disponibilidade demonstrada desde o primeiro momento. À Rute, pela colaboração nos posters apresentados no âmbito deste trabalho.

À tia e amiga Virgínia Henriques, pela revisão final da tese.

Aos tios e amigos Vitor e Luis Henriques, por terem apoiado a minha formação e terem acreditado em mim.

À minha irmã e aos meus amigos, com um agradecimento especial ao Joaquim, ao Rui e ao avô João, obrigada por fazerem parte da minha vida.

TRAÇADO ASSISTIDO DAS FRONTEIRAS MARÍTIMAS NO QUADRO DA CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR

RESUMO

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) estabelece os domínios de jurisdição e de soberania dos Estados costeiros. Com o crescente interesse nos recursos marinhos torna-se mais evidente a necessidade de regular o espaço marítimo global, sendo para tal necessário garantir uma correta definição de zonas marítimas.

Esta evidência determinou o âmbito deste trabalho estruturado em duas componentes. Uma teórica aplicada à delimitação de zonas marítimas onde foram analisados alguns dos métodos utilizados nesse processo. Outra prática, mais desenvolvida, com especial ênfase nos métodos aplicados à delimitação de zonas marítimas bilaterais em áreas de sobreposição, aplicados a Estados adjacentes e a Estados oposto, que culminou no desenvolvimento de uma ferramenta, um *plugin* para o QGIS desenvolvido em *Python*, composta por três *scripts* de forma a automatizar o processo de delimitação.

No primeiro *script* foi implementado o método da equidistância, por ser o método base e mais consensual da delimitação de zonas marítimas, no segundo e terceiro *scripts* foi implementado o método da equidade, permitindo ajustar a delimitação em áreas específicas. Os *scripts* desenvolvidos são complementares, permitindo gerar vários cenários baseados em critérios técnicos que justifiquem as opções tomadas.

A ferramenta desenvolvida foi aplicada ao estudo de caso de Portugal, país que partilha limites marítimos com Espanha e Marrocos. Foram identificadas três áreas de análise e gerados cenários permitindo assim demonstrar a sua potencialidade, nomeadamente como ferramenta de suporte nas negociações político-diplomáticas entre os Estados, no que respeita à delimitação de fronteiras.

ASSISTED DELINEATION FOR MARITIME BOUNDARIES IN THE SCOPE OF THE UNITED NATIONS CONVENTION ON THE LAW OF THE SEA

ABSTRACT

The United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) establishes the maritime domains of jurisdiction and sovereignty of coastal States. Due to the growing interest in marine resources, the need to regulate the global maritime space has become a major requirement, being necessary to guarantee its precise delineation of the correspondent maritime zones.

This evidence determined the scope of this work, which has a theoretical component and a practical component. The theoretical component regards to the description of the maritime zones, including some of the analysis methods used for delimitation in maritime zones, and the practical component focuses on the methods for delimitation of bilateral maritime boundaries over existent overlapping areas. The final product of this research regards to the development of a tool, a plugin for QGIS developed in Python, composed of three main scripts to automate the delineation process.

The first script Implements the equidistance method for being the base method and most consensual approach for delineation of maritime boundaries. The second and third scripts implement the equity method. This method allows to adjust the delineation under certain specific circumstances. These latter developed scripts are complementary, allowing to generate several scenarios based on technical criteria that justify the considered options.

The developed tool was applied to the case study of Portugal, which shares maritime limits with Spain and Morocco. It was identified three main areas of analysis, and it was generated several scenarios in these areas. This benchmark test demonstrates the potential of the developed tool, especially as a supportive instrument in the political-diplomatic negotiations between States concerning the delimitation of their maritime borders.

PALAVRAS-CHAVE

Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

Delimitação de Espaços Marítimos

Limites bilaterais

QGIS *plugin*

Sistemas de Informação Geográfica

KEYWORDS

United Nations Convention on the Law of the Sea

Delimitation of Maritime Zones

Bilateral limits

QGIS *plugin*

Geographic Information Systems

ACRÓNIMOS

ArcGis - Programa proprietário de sistema de informação geográfica

Buffer - Zona tampão geográfica

CLPC - Comissão de Limites da Plataforma Continental

CNUDM - Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

III CNUDM - Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (1973-82)

MN - Milhas náuticas

OHI - Organização Hidrográfica Internacional

Python - Linguagem de programação

Plugin - Componente de programa que adiciona novas funcionalidades ao mesmo

Script - Conjunto de instruções em código para que uma função seja executada numa aplicação

QGIS - Programa livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

TALOS - Manual on technical aspects of the United Nations Conventions on the Law of the Sea - 1982 (special publication nº 51 - 5th edition - October 2021 - Publisher of the International Hydrographic (IHO) Bureau, Monaco

USGIF - United States Geospatial Intelligence Foundation

UTM - Universal Transversa de Mercator

ZEE - Zona Económica Exclusiva

ÍNDICE DO TEXTO

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
PALAVRAS-CHAVE.....	vii
KEYWORDS	vii
ACRÓNIMOS	viii
1. Introdução	1
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Metodologia.....	2
PARTE I – ZONAS MARÍTIMAS	4
2. Enquadramento	4
2.1. A evolução das áreas marítimas.....	4
2.2. As zonas marítimas no quadro da CNUDM	5
2.3. A delimitação de zonas marítimas	8
3. O traçado dos limites das zonas marítimas	9
3.1. Os limites exteriores das zonas marítimas	9
3.2. Os limites entre Estados opostos e adjacentes	13
PARTE II – CONSTRUÇÃO DO TRAÇADO DOS LIMITES DAS ZONAS MARÍTIMAS	22
4. Algoritmo para delimitação de limites unilaterais dos espaços marítimos	23
5. Algoritmo para delimitação de limites multi(bi)laterais dos espaços marítimos	24
5.1. Linha equidistante.....	25
5.2. Linha de negociação ponderada	32
5.3. Algoritmo de validação da linha equidistante.....	40
PARTE III – ESTUDO DE CASO – AS FRONTEIRAS MARÍTIMAS NA LEGISLAÇÃO PORTUGUESA	47
6. A lei do mar e a definição legal dos espaços marítimos nacionais	47
6.1. Cenário da Área 1	48
6.2. Cenário da Área 2	50
6.3. Cenário da Área 3	52
7. Conclusões	57
7.1. Trabalho futuro	58
8. Bibliografia	58
ANEXO I - MANUAL DE INSTALAÇÃO.....	60
ANEXO II - MANUAL DE UTILIZAÇÃO.....	61

ANEXO III - POSTER 1.....	69
ANEXO IV - FIGURAS DO ALGORITMO DE VALIDAÇÃO	70
ANEXO V - POSTER 2.....	74
ANEXO VI - FIGURAS DO ESTUDO DE CASO	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura do relatório.	2
Tabela 2 - Dados de entrada do <i>script</i> das linhas equidistantes.	29
Tabela 3 - Dados de entrada do <i>script</i> dos pontos ponderados.....	36
Tabela 4 - Distância, perpendicular entre os pontos e a linha, dos pontos equidistante do algoritmo de validação e a linha equidistante do algoritmo equidistante para as costas dos Estados adjacentes.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Limite das águas interiores e do mar territorial na região de Lisboa.	5
Figura 2 - Diagrama ilustrativo da jurisdição marítima dos estados costeiros.	7
Figura 3 - Representação do cálculo de determinado limite a partir de pontos.	10
Figura 4 - Representação do cálculo de determinado limite a partir de uma linha.	10
Figura 5 - Limite exterior da plataforma continental.	12
Figura 6 - Construção de uma linha equidistante entre Estados opostos.	13
Figura 7 - Construção de uma linha de equidistância entre Estados adjacentes.	14
Figura 8 - Representação do efeito parcial, total ou nulo.	15
Figura 9 - Fronteira Marítima entre a Nicarágua e Colômbia. 2012.	17
Figura 10 - Fronteira Marítima entre a Guiné e a Guiné-Bissau. Acordo 1985.	18
Figura 11 - Efeitos de enclave.	19
Figura 12 - Efeitos de enclave da ilha Christmas.	20
Figura 13 - Fronteira Marítima entre Austrália e Indonésia.	20
Figura 14 - Representação de vários cenários aplicados a Estados adjacentes.	21
Figura 15 - Limite exterior das zonas marítimas: envelope de arcos dos vértices da linha de base normal e das linhas de base retas.	23
Figura 16 - <i>Scripts</i> desenvolvidos para implementar os algoritmos.	25
Figura 17 - Interface do <i>script</i> do algoritmo para determinar a linha equidistante entre dois Estados. ...	27
Figura 18 - Esquema das principais etapas do algoritmo das linhas equidistantes.	28
Figura 19 - Fluxograma do <i>script</i> das linhas equidistantes, implementado no QGIS.	28
Figura 20 - Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados adjacentes.	31
Figura 21 - Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados opostos.	32
Figura 22 - Interface do <i>script</i> do algoritmo para determinar os pontos ponderados entre dois Estados baseado em pesos.	34
Figura 23 - Interface do <i>script</i> do algoritmo para determinar os pontos ponderados entre dois Estados baseado em percentagens.	35
Figura 24 - Esquema das principais etapas do algoritmo dos pontos ponderados.	35
Figura 25 - Fluxograma do <i>script</i> dos pontos ponderados (pesos e percentagens), implementado no QGIS.	36
Figura 26 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.	38
Figura 27 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando percentagens, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.	39
Figura 28 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos e percentagens, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.	40
Figura 29 - Interface do <i>script</i> algoritmo de validação para os estados com costas adjacentes.	41
Figura 30 - Esquema das principais etapas do algoritmo de validação.	42

Figura 31 - Visão geral do algoritmo para Estados opostos.	43
Figura 32 - Visão geral do algoritmo para Estados adjacentes.	44
Figura 33 - Linhas equidistantes que resultaram da aplicação do algoritmo de validação e do algoritmo da linha equidistante para as costas dos Estados adjacentes.	45
Figura 34 - Áreas do estudo de caso.	48
Figura 35 - Interface do <i>script</i> da linha equidistante.	49
Figura 36 - Resultado <i>script</i> da linha equidistante.	50
Figura 37 - Resultado <i>script</i> da linha equidistante entre Portugal e Espanha e Portugal e Marrocos.	51
Figura 38 - Resultado <i>script</i> da linha equidistante da H1 e da H2.	53
Figura 39 - Interface do <i>script</i> de pesos.	54
Figura 40 - Resultado <i>script</i> de pesos para as linhas equidistantes da H1 e da H2.	55
Figura 41 - Interface do <i>script</i> das percentagens.	56
Figura 42 - Resultado do <i>script</i> da percentagem para as linhas equidistantes da H1 e da H2.	57

1. Introdução

Vivemos num mundo de dimensões finitas e, apesar desta realidade, o crescimento da população global não dá sinais de abrandar em termos absolutos, ainda que de forma geograficamente heterógena. O facto da biocapacidade global se encontrar aquém das necessidades globais para manter o atual padrão de consumo, força os Estados a procurar fontes alternativas de recursos para suprir as suas necessidades. Esta procura, que é feita sob uma de duas formas, a competitiva ou a cooperativa, leva por vezes ao aparecimento de tensões regionais que se agravam no caso de omissão de limites consolidados entre as áreas de soberania dos Estados. É neste sentido que a frase secular de Robert Frost "*Good fences make good neighbours*", do poema *Mending Wall*, de 1914, é tão válida hoje como há mais de um século e usada frequentemente para enquadrar as questões de fronteiras, quer no meio académico, quer no meio político (Madsen & Ruderman, 2016).

Neste contexto, as fronteiras marítimas constituem um instrumento essencial no funcionamento das relações internacionais, decorrente da sua capacidade para evitar a instabilidade regional entre os Estados costeiros. O facto de os princípios para o estabelecimento destas fronteiras estarem definidos na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) reforça a importância na harmonia das relações internacionais. Porém, a implementação prática dos princípios convencionados requer uma metodologia dedicada que poderá, e deverá, ser implementada com base em algoritmos específicos.

Apesar dos princípios legais estarem plasmados na CNUDM, a sua implementação técnica, através dos instrumentos cartográficos disponíveis durante a Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (III CNUDM), está também descrita no *Manual on technical aspects of the United Nations Conventions on the Law of the Sea - 1982* (TALOS) publicado pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI). O critério fundamental para delinear a linha de fronteira bilateral é o princípio objetivo da equidistância, sendo este complementado em alguns dos espaços marítimos, com o princípio subjetivo da equidade.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho centra-se na delimitação dos espaços marítimos subjacentes aos Estados costeiros. O processo de delimitação destes espaços está sujeito à aplicação de um conjunto de princípios e regras internacionalmente estabelecidos sendo que só obtêm reconhecimento internacional os limites que cumpram essas diretrizes. Como será demonstrado ao longo deste trabalho, as metodologias adotadas para o traçado das zonas marítimas seguirão os princípios fundamentais consagrados à luz do direito internacional, uma vez que, sendo reconhecidos entre Estados, esses limites tornar-se-ão em fronteiras marítimas entre as partes.

1.2. Metodologia

A CNUDM estabelece a jurisdição dos Estados costeiros. Com o crescente interesse nos recursos marinhos a necessidade de administrar o espaço marítimo acentua-se, pelo que se torna necessário garantir uma correta definição das fronteiras marítimas. Partindo deste pressuposto, pretende-se desenvolver um estudo sobre zonas marítimas e a sua delimitação que suportará o desenvolvimento de uma aplicação integrando os conceitos e definições estabelecidos no âmbito da CNUDM e que culminará com a concretização real da delimitação das zonas marítimas de Portugal, de modo a aferir a aplicação desenvolvida.

O programa escolhido para o desenvolvimento da aplicação foi o QGIS por ser um programa de sistemas de informação geográfica (SIG) de utilização livre, com código-fonte aberto, permitindo uma utilização alargada e intuitiva.

O trabalho que se apresenta tem uma componente teórica aplicada à delimitação de zonas marítimas e uma componente prática que culmina no desenvolvimento de algoritmos de acordo com as regras e normas estabelecidas. Estes algoritmos, foram implementados em *Python* e compilados num *plugin* do QGIS, permitem definir o traçado das zonas marítimas, como será demonstrado no estudo de caso aplicado a Portugal.

O relatório produzido, no âmbito desta proposta, foi estruturado conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura do relatório.

Capítulo 1: Introdução
Objetivo
Metodologia
Parte I - Zonas Marítimas
Capítulo 2: Enquadramento
A evolução das áreas marítimas
As zonas marítimas no quadro da CNUDM
A delimitação de zonas marítimas
Capítulo 3: O traçado dos limites das zonas marítimas
Os limites exteriores das zonas marítimas
Os limites entre Estados opostos e adjacentes
Parte II – Construção do Traçado dos Limites das Zonas Marítimas
Capítulo 4: Algoritmo para delimitação de limites unilaterais dos espaços marítimos
Capítulo 5: Algoritmo para delimitação de limites multi(bi)laterais dos espaços marítimos
Linha equidistante
Linha de negociação ponderada
Algoritmo de validação da linha equidistante
Parte III – Estudo de Caso – As Fronteiras Marítimas na Legislação Portuguesa
Capítulo 6: A lei do mar e a definição legal dos espaços marítimos nacionais
Cenário da Área 1
Cenário da Área 2
Cenário da Área 3
Capítulo 7: Conclusões
Trabalho futuro
Capítulo 8: Bibliografia

O capítulo 1 tem um carácter introdutório, seguindo-se os objetivos e a descrição da metodologia aplicada.

A parte I aborda as questões das zonas marítimas e inclui o capítulo 2 e o capítulo 3. O capítulo 2 contextualiza as zonas marítimas historicamente e no quadro da CNUDM. Ainda neste capítulo é abordada a questão da delimitação destas zonas. O capítulo 3 descreve os limites exteriores das zonas marítimas entre Estados opostos e entre Estados adjacentes.

A parte II aborda o traçado das zonas marítimas e os algoritmos desenvolvidos e inclui o capítulo 4 e o capítulo 5. O capítulo 4 aborda a delimitação unilateral desses espaços e o capítulo 5 descreve os algoritmos desenvolvidos para delimitação de limites multi(bi)laterais dos espaços marítimos relativamente às linhas equidistantes, às linhas de negociação ponderadas e ao algoritmo de validação da linha equidistante.

Na parte III são abordados os estudos de caso e inclui o capítulo 6 no qual são apresentados os resultados obtidos nas três áreas selecionadas, referentes ao espaço marítimo de Portugal, para a aplicação dos algoritmos num caso de estudo real.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e considerações sobre os resultados obtidos, bem como a perspetiva de trabalhos futuros.

PARTE I – ZONAS MARÍTIMAS

2. Enquadramento

2.1. A evolução das áreas marítimas

Desde a Conferência de Genebra sobre o Direito do Mar, 1958, e a CNUDM, em 1982, que a relação entre os Estados e o espaço marítimo mudou (R. Guo, 2018), tendo originado uma renovação do foco no espaço marítimo, bem como nos direitos e responsabilidades dos Estados neste domínio, delineados através do conceito de "fronteira" no mar (Østhagen, 2020). A forma como a sociedade observou, regulou e utilizou o oceano foi evoluindo ao longo da história. No século XV, enquanto as potências europeias procuravam colonizar em águas fora da Europa, surgiu o debate sobre os oceanos e quais os direitos das nações sobre os mesmos. Ideias da Antiguidade e da Idade Média de uma lei natural das nações foram recuperadas e usadas por estudiosos para defender vários entendimentos. Grotius¹ defendeu a liberdade dos mares para contrariar as reivindicações portuguesas e espanholas de monopólios comerciais no mundo fora da Europa, quando estes dividiram o mundo não cristão entre si com o Tratado de Tordesilhas, de 1494. Hugo Grotius (*Mare Liberum*² - liberdade dos mares) e John Selden³ (*Mare Clausum* - mares fechados) tornaram-se símbolos de duas abordagens opostas relativamente às questões de propriedade e direitos marítimos (Østhagen, 2020). O declínio da doutrina do *Mare Clausum*, por força do surgimento do poder marítimo do Reino dos Países Baixos, abriu um longo debate sobre o uso e propriedade dos mares. O fim da supremacia ibérica com esta nova doutrina de *Mare Liberum*, veio criar a necessidade de definir o conceito de liberdade dos mares e de navegação à escala global. Inglaterra e Escócia, com o interesse em proteger os seus pescadores, criaram uma exceção à nova doutrina, dando início ao conceito de mar territorial. No século XVIII, as águas territoriais dos Estados eram definidas como sendo um "tiro de canhão" de terra, uma ideia desenvolvida por van Bynkershoek⁴, em 1703, e mais tarde definida como três MN por Galiani⁵. A Liga das Nações tentou codificar a lei internacional relativa aos oceanos, na Conferência de Codificação de Haia, em 1930, sem sucesso. Em 1945, o presidente dos Estados Unidos, Truman declara que os recursos da plataforma continental contígua aos Estados Unidos pertenciam aos Estados Unidos⁶. Em simultâneo, alguns Estados começaram a expandir os seus mares territoriais, uma vez que as negociações para um regime internacional dos oceanos

¹ Hugo Grotius, Jurista de naturalidade holandesa ([https://www.infopedia.pt/\\$hugo-grotius](https://www.infopedia.pt/$hugo-grotius)) (acedido em: dezembro de 2020)

² [https://www.infopedia.pt/\\$mare-liberum](https://www.infopedia.pt/$mare-liberum) (acedido em: dezembro de 2020)

³ <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100133533> (acedido em: dezembro de 2020)

⁴ <https://www.britannica.com/biography/Cornelis-van-Bynkershoek> (acedido em: dezembro de 2020)

⁵ Ferdinando Galiani, economista italiano

⁶ <https://www.ruleoflaw.org.au/truman-proclamation-rule-law/> (acedido em: dezembro de 2020)

estavam curso, o que levou a um conflito em torno de espaços marítimos adjacentes e sobrepostos.

Em 1982, após décadas de negociações com o objetivo de desenvolver um quadro jurídico internacional coerente para os oceanos, a maioria dos Estados concordou com um regime jurídico abrangente: a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar - CNUDM (Østhagen, 2020).

2.2. As zonas marítimas no quadro da CNUDM

No quadro da CNUDM as zonas marítimas reconhecidas pelo direito internacional incluem as águas interiores, o mar territorial, a zona contígua, a zona económica exclusiva (ZEE), a plataforma continental, o alto mar e a Área. O estabelecimento destas zonas tem como referência, maioritariamente, a linha de base dos Estados.

As linhas de base dos Estados costeiros, que servem para medir os espaços marítimos, podem ser compostas por linhas de base normal, linhas de base reta, linhas de base arquipelágica ou a sua combinação quando aplicável. A linha de base normal corresponde à linha da baixa-mar ao longo da costa reconhecida oficialmente pelo Estado costeiro e representada nas cartas náuticas de grande escala, conforme Artigo 5.º da CNUDM. As linhas de base reta são linhas que podem ser marcadas nos locais onde a costa apresente recortes profundos e reentrâncias, de acordo com o estabelecido Artigo 7.º da CNUDM. As linhas de base arquipelágicas, aplicam-se a Estados arquipelágicos, os quais podem traçar linhas de base arquipelágicas retas, com a condição de que dentro dessas linhas de base estejam compreendidas as principais ilhas e uma zona em que a razão entre a superfície marítima e a superfície terrestre se situe entre um para um e nove para um, conforme Artigo 47.º da CNUDM.

As zonas das águas interiores são as águas no lado interior das linhas de base, ou seja, aquém das linhas de base em direção a terra. Os Estados costeiros têm plena soberania nestas zonas - que incluem baías, rios e lagos que tenham ligação ao mar - com se fizessem parte do seu território terrestre. A figura seguinte (Figura 1) apresenta as águas interiores (rosa) e o mar territorial (azul claro) na região de Lisboa.

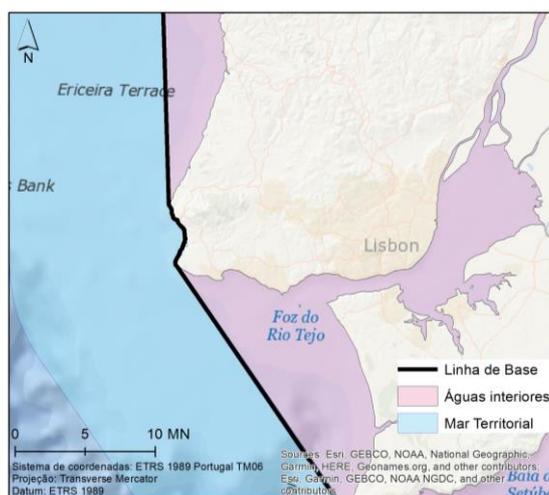


Figura 1 - Limite das águas interiores e do mar territorial na região de Lisboa.

O mar territorial é a zona que se estende para lá da linha de base, em direção ao mar. Também nestas zonas os Estados têm plena soberania, à semelhança das águas interiores, embora seja garantido o direito de passagem de navegação. A Parte II da CNUDM descreve o Mar Territorial e Zona Contígua destacando o regime jurídico do mar territorial (seção 1) e os seus limites (seção 2) e as disposições da zona contígua (seção 4). Todos os Estados costeiros têm o direito de fixar a largura do seu mar territorial, de acordo com o estabelecido.

A zona contígua é a zona adjacente ao mar territorial, em direção ao mar, e pode ser vista como o prolongamento do mar territorial restringido a certas matérias. Nesta zona o Estado costeiro pode exercer o controle necessário para evitar a violação das suas leis e regulamentos aduaneiros, fiscais, de imigração ou sanitários no seu território ou mar territorial, e punir a violação dessas leis e regulamentos cometidos no seu território ou mar territorial.

A Zona Económica Exclusiva (ZEE) é adjacente ao mar territorial e inclui a zona contígua. A Parte V da CNUDM, descreve a ZEE destacando o seu regime jurídico bem como os seus limites. Todos os Estados costeiros têm o direito de fixar a largura da sua ZEE de acordo com o estabelecido.

Nesta zona, um Estado costeiro tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e do seu subsolo e no que se refere a outras atividades com vista à exploração e aproveitamento da zona para fins económicos, como a produção de energia a partir da água, das correntes e dos ventos, conforme Artigo 56.º da CNUDM.

A Plataforma Continental é composta pelo fundo do mar e pelo subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial ao longo do prolongamento natural do seu território terrestre até ao bordo exterior da margem continental, ou até ao limite das 200 MN caso este limite exterior fique aquém desta distância. Se o bordo exterior da margem continental do Estado costeiro se estender além das 200 MN, este pode estabelecer o limite exterior da sua plataforma continental de acordo com o Artigo 76.º da CNUDM. A plataforma continental de um estado costeiro que fica além do limite das 200 MN é frequentemente chamada de plataforma continental estendida. A Parte VI da CNUDM, descreve a plataforma continental de onde se destaca a definição do ponto de vista jurídico. Nesta área o Estado tem direitos de soberania exclusivos para efeitos de exploração e aproveitamento dos seus recursos naturais.

Os recursos naturais da plataforma continental consistem nos recursos minerais e outros recursos não vivos do fundo do mar e subsolo juntamente com organismos vivos pertencentes a espécies sedentárias, ou seja, organismos que, na fase de colheita, estão imóveis sobre ou sob o fundo do mar ou são incapazes de se mover, exceto se o movimento implicar um contato físico constante com o fundo do mar ou subsolo, conforme Artigo 77.º da CNUDM.

O Alto Mar é a zona que compreende todas as partes do mar que não estão incluídas na ZEE, no mar territorial, nas águas interiores de um Estado ou nas águas arquipelágicas de um Estado arquipélago.

A Área é a zona composta pelo fundo do mar e subsolo além dos limites da jurisdição nacional. Não inclui a coluna de água ou o espaço aéreo acima dessas águas. A Área e os seus recursos são considerados património comum da humanidade e nenhum Estado pode reivindicar ou exercer soberania ou direitos soberanos sobre qualquer parte da Área ou dos seus recursos, sendo esta área administrada pela Autoridade Internacional sobre os Fundos Marinhos⁷.

2.2.1. Os limites das zonas marítimas

Os limites das zonas marítimas, definidos no âmbito da CNUDM e mencionados anteriormente, estão representados na Figura 2.

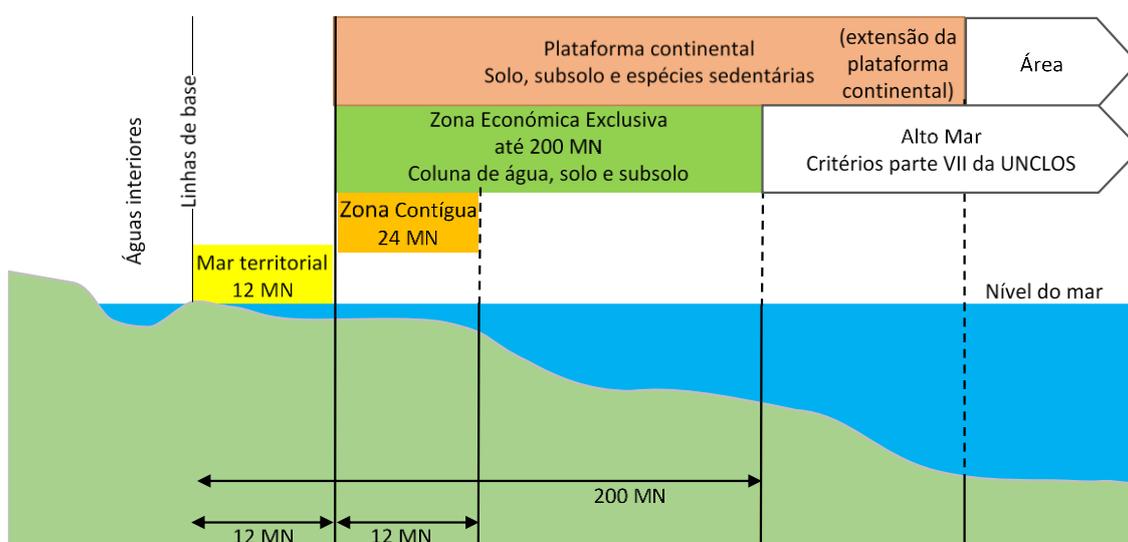


Figura 2 - Diagrama ilustrativo da jurisdição marítima dos estados costeiros.⁸

O mar territorial pode ter uma largura máxima de 12 MN, medida a partir das linhas de base. O limite exterior desta zona é definido por uma linha em que todos os pontos ficam a uma distância do ponto mais próximo da linha de base igual à largura do mar territorial, conforme Artigo 3.º e Artigo 4.º da CNUDM.

A zona contígua não pode ir além das 24 MN, a contar das linhas de base, sendo que esta começa imediatamente a seguir ao limite exterior do mar territorial, contígua ao mar territorial, conforme Artigo 33.º da CNUDM. A Zona Contígua já se encontra integrada na ZEE e, como tal, já não integra o Domínio Público Marítimo.

A ZEE pode ter uma largura até 200 MN, medida a partir das linhas de base, conforme Artigo 57.º da CNUDM.

A plataforma continental pode estender-se até ao bordo exterior da margem continental ou até uma distância de 200 MN das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância, conforme Artigo 76.º da CNUDM. No capítulo 3

⁷ <http://www.isa.org.jm> (acedido em: janeiro de 2021)

⁸ Fonte: Manual TALOS, figura 5.1

são apresentados os critérios e regras para determinação do limite exterior da plataforma.

2.2.2. As zonas marítimas contíguas

As zonas marítimas contíguas, entre Estados, podem ser referentes a costas opostas ou adjacentes. O Artigo 15.º da CNUDM especifica que nenhum dos Estados tem direito aos seus mares territoriais além da linha de equidistância entre eles, havendo, no entanto, salvaguarda da existência de títulos históricos ou outras circunstâncias especiais que exijam o uso de outro método que não o da equidistância para o mar territorial.

Na delimitação dos espaços marítimos, uma linha de equidistância é definida como uma linha em que cada ponto é equidistante aos pontos mais próximos das linhas de base de dois Estados. O Artigo 15.º refere-se a essa linha como uma linha mediana, ainda que o manual TALOS refira que alguma literatura técnica faz distinção entre uma linha mediana, definida como uma linha de equidistância entre dois Estados opostos e uma linha lateral, que é definida como linha de equidistância entre dois Estados adjacentes. Na prática, no entanto, o conceito de adjacente e oposto costuma ser difícil de definir e aplicar, sendo que o método utilizado para determinar uma linha de equidistância é o mesmo, independentemente da relação das costas dos Estados.

O método da equidistância para construir limites bilaterais tornou-se amplamente reconhecido como a base do processo técnico de delimitação porque:

- é o método que deve ser utilizado no mar territorial na ausência de acordo ou em circunstâncias especiais; e
- é um método geométrico bem definido que é relativamente fácil de aplicar, particularmente usando métodos computacionais (se as linhas de base estão claramente definidas) e fornece uma linha única.

De referir que no manual TALOS (IHO & IAG, 2014) quando é apresentado o método da equidistância, todas as explicações são dadas como se os cálculos e as medições fossem feitos numa referência cartesiana (no plano).

2.3. A delimitação de zonas marítimas

A delimitação das zonas e fronteiras marítimas prevista pela CNUDM é assente num fator de crescimento económico, permitindo uma gestão eficaz do ambiente costeiro e do oceano sendo a pedra basilar do ordenamento do território marítimo (Kastrisios & Tsoulos, 2016). Este interesse dos Estados nos oceanos circundantes leva a disputas de fronteiras marítimas (Pratomo & Kwik, 2020).

Dado que os oceanos e seu leito marinho e subsolo são reservatório de recursos naturais, e que cada estado costeiro, de acordo com a CNUDM, pode reivindicar a sua extensão marítima - torna-se prerrogativa para os países que compartilham águas comuns demarcarem os seus limites equitativamente (Perna & Pandey, 2018). Os Estados podem ter reivindicações diferentes e mesmo conflitantes em relação às fronteiras marítimas, o que pode gerar disputas (Pratomo & Kwik, 2020).

A delimitação das zonas marítimas é um assunto complicado, devido ao número de situações de limites reais e potenciais em todo o mundo e à complexidade do processo de delimitação. Existem aproximadamente 200 unidades políticas que fazem fronteira ou se localizam nos oceanos, algumas delas independentes, e alguns territórios dependentes. Praticamente todos eles têm direito a uma zona económica exclusiva e a maioria destas zonas faz fronteira com uma ou mais zonas adjacentes de outros países. Em muitos casos, mares territoriais e plataformas de continentes de estados vizinhos também confinam uns com os outros. O resultado é uma gama quase desconcertante de cerca de 400 ou mais situações de fronteira marítima em todo o mundo que, com o tempo, deve ser formalmente delimitado (Alexander, 1986).

3. O traçado dos limites das zonas marítimas

De acordo com o TALOS os métodos para determinar os limites dos espaços podem ser totalmente automáticos ou semiautomáticos sendo que, para a maioria dos requisitos, a precisão só pode ser obtida por computação.

Um requisito essencial para calcular os limites exteriores dos espaços marítimos são as linhas de base em formato digital. A partir dos territórios terrestres, as linhas de base são formadas a partir do local onde as zonas marítimas são projetadas (Pratomo & Kwik, 2020). Estas devem estar publicadas em documentos oficiais dos Estados Costeiros sob forma de legislação nacional. Existe ainda a necessidade de depositar junto do Secretário Geral das Nações Unidas essa mesma legislação para que tenha a devida publicitação e reconhecimento internacional⁹. Atualmente, existem Estados costeiros que não têm oficialmente promulgadas as coordenadas das linhas de base nem a cartografia que as descreva.

3.1. Os limites exteriores das zonas marítimas

Conforme mencionado anteriormente, os limites exteriores das zonas marítimas são traçados a partir das linhas de base. Assim, considerando que a linha de base normal é um conjunto infinito de pontos, o seu limite será calculado pelos arcos de círculo com um raio de x MN, centrados nos pontos da linha de base, podendo ser descrito como o envelope formado por esses arcos. Conforme apresentado na Figura 3, apenas alguns pontos são necessários para o cálculo de um determinado limite, elementos esses que são também conhecidos como pontos base (IHO & IAG, 2014).

⁹ <https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/index.htm> (acedido em: janeiro de 2021)

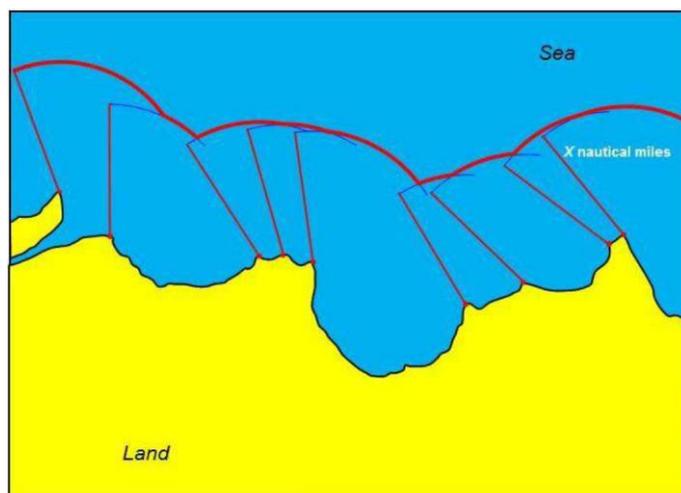


Figura 3 - Representação do cálculo de determinado limite a partir de pontos¹⁰.

Se considerarmos que a linha de base é uma linha contínua, o limite das zonas marítimas pode ser visualizado como a linha contínua traçada pelo centro de um círculo, mantendo contacto com a linha de base à medida que ela avança, e que possui um raio de r MN, conforme representado na Figura 4.

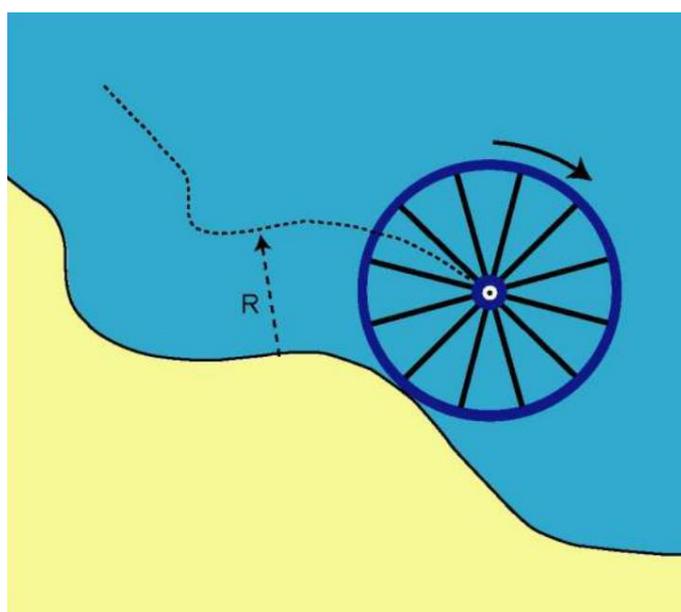


Figura 4 - Representação do cálculo de determinado limite a partir de uma linha¹¹.

Uma exceção a este traçado é a delimitação da plataforma continental. De facto, os Estados costeiros têm a competência para unilateralmente definir os limites exteriores dos seus espaços marítimos, e publicá-los junto das Nações Unidas, mas o limite exterior da plataforma continental carece de um processo de validação por parte da Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC), que valida o limite proposto por

¹⁰ Fonte: Manual TALOS, figura 5.4

¹¹ Fonte: Manual TALOS, figura 5.5

parte do Estado costeiro por forma a ter reconhecimento internacional. Assim, o limite exterior da plataforma continental é definido de acordo com os critérios definidos na CNUDM, não resultando da aplicação direta de uma distância máxima contada a partir das linhas de base.

A definição de plataforma continental e as regras para a determinação do bordo exterior da margem continental, bem como do limite exterior da plataforma continental, constam no artigo 76.º da CNUDM.

O processo decorre em duas fases. Na primeira fase é definido o bordo exterior da margem continental onde é imperiosa a determinação de uma linha que satisfaça um de dois critérios distintos, ou a combinação do melhor dos dois:

- Um critério que relaciona, num determinado ponto, a espessura dos sedimentos com a distância desse ponto ao pé do talude continental, conhecido como a “regra de Gardiner”; ou
- Um critério que procede ao cálculo de uma distância de 60 MN a partir do pé do talude continental, conhecido como a “regra de Hedberg”.

Na segunda fase, e com base na margem continental definida anteriormente, é necessário sujeitar os pontos desse limite ao conjunto dos seguintes limites restritivos, conforme número 5 do Artigo 76.º da CNUDM:

- devem estar situados a uma distância que não exceda 350 MN da linha de base a partir da qual se mede a largura do mar territorial; ou
- devem estar situados a uma distância que não exceda 100 MN da isóbata de 2 500 metros, que é uma linha que une profundidades de 2 500 metros.

A aplicação destas fórmulas leva ao estabelecimento dos limites da plataforma continental para além das 200 MN, sobre os quais o Estado costeiro poderá exercer direitos de soberania e jurisdição respeitantes a recursos naturais e ao conjunto de atividades determinadas (Figura 5).

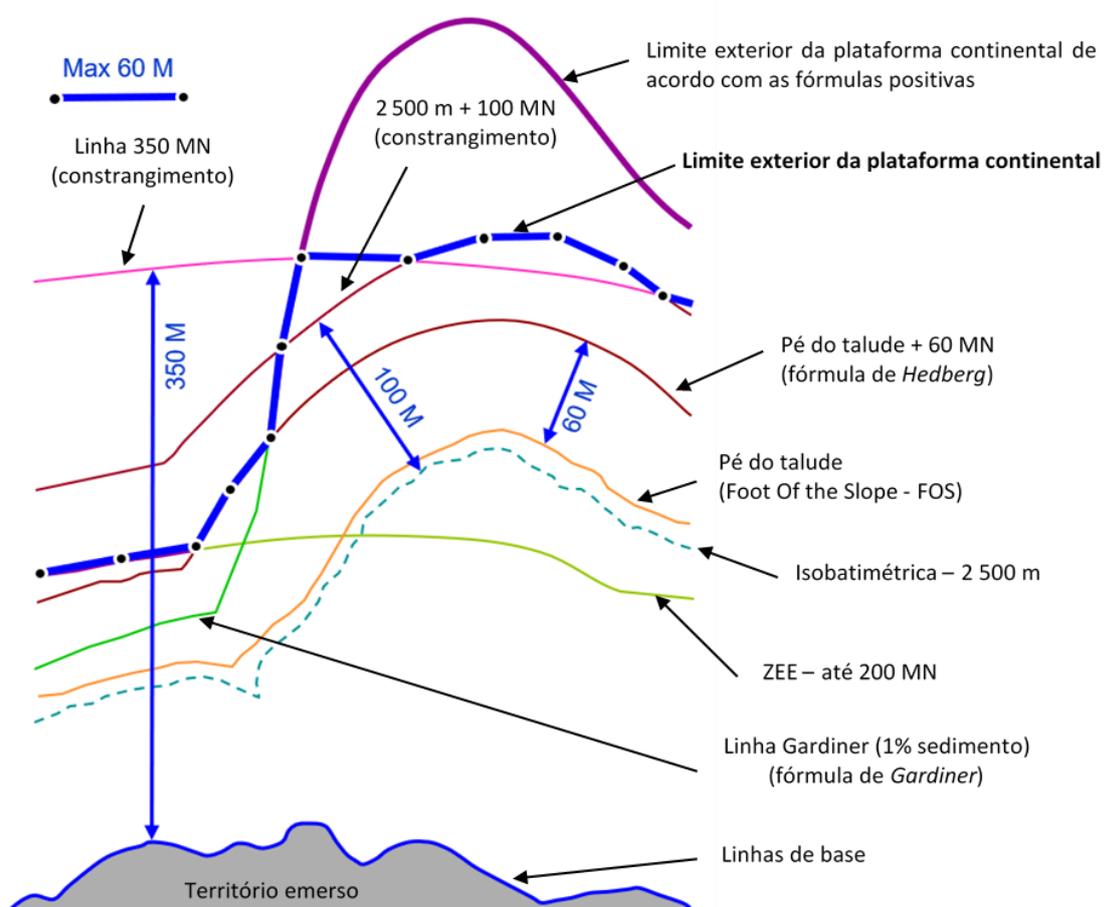


Figura 5 - Limite exterior da plataforma continental¹².

Os limites máximos apresentados podem aplicar-se desde que não colidam com limites de Estados vizinhos. A definição de limites entre Estados opostos e adjacentes será descrita no ponto seguinte.

¹² Fonte: Manual TALOS, figura 5.9-11

3.2. Os limites entre Estados opostos e adjacentes

Existem vários métodos que permitem a delimitação de limites bilaterais e que podem ser utilizados desde que os Estados costeiros estejam de acordo. De acordo com Kastrisios, 2015, o método que provou ser mais consensual foi o da equidistância e das suas variações.

O resultado da delimitação depende de decisores políticos ou jurídicos, mas a definição das linhas de fronteira é um processo técnico-científico. Por isso, importa conhecer os métodos e técnicas mais significativos para a definição dessas linhas. Tratando-se de um processo em que cada Estado pretende maximizar as zonas marítimas sobre as quais há sobreposição de direitos de soberania ou de jurisdição, a solução final resulta necessariamente na redução do espaço reclamado individualmente por cada Estado. As áreas de sobreposição são assim fundamentais para o processo, atendendo a que é no seu interior que é traçada a linha de fronteira (Cândido, 2012)

Ainda que os SIG possam ter um papel determinante para delimitação das fronteiras bilaterais importa referir que estes sistemas deverão ser utilizados como ferramenta de suporte, não dispensando os conhecimentos técnicos dos especialistas e os interesses políticos e diplomáticos de cada um dos Estados. Estes sistemas deverão ser sempre consideradas como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão, suportando a negociação e as questões técnicas subjacentes da delimitação das fronteiras bilaterais (Kastrisios, 2015).

A linha de equidistância pode ser construída para definir o limite entre Estados opostos (Figura 6) ou Estados adjacentes (Figura 7).

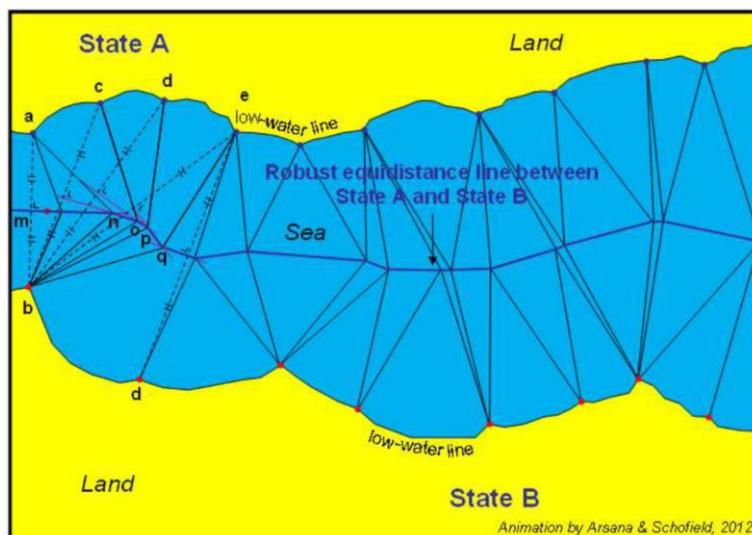


Figura 6 - Construção de uma linha equidistante entre Estados opostos¹³.

Na Figura 6 assume-se que os Estados A e B têm linhas de base normais (ou seja, não um sistema de linhas de base retas). A construção da linha mediana pode ser vista a partir do lado esquerdo da figura. Começa no ponto de base “a” no Estado A e no ponto

¹³ Fonte: Manual TALOS, figura 6.2

“b” no Estado B, o ponto médio da linha que une esses dois pontos (m) define a posição da linha de equidistância. A perpendicular a esta linha (na direção m-n) define a direção da linha de equidistância e esse azimuth permanecerá constante até que um terceiro ponto base “c”, equidistante aos pontos “a” e “b”, seja alcançado. Nesse caso, o ponto mais próximo é um ponto na linha de base do Estado A, ponto “c”. A perpendicular da linha que une os Pontos de Base “b” e “c” define a direção do próximo trecho da linha de equidistância. Continuando a avançar, para a direita, os segmentos da linha mediana serão construídos até que a linha mediana total seja derivada.

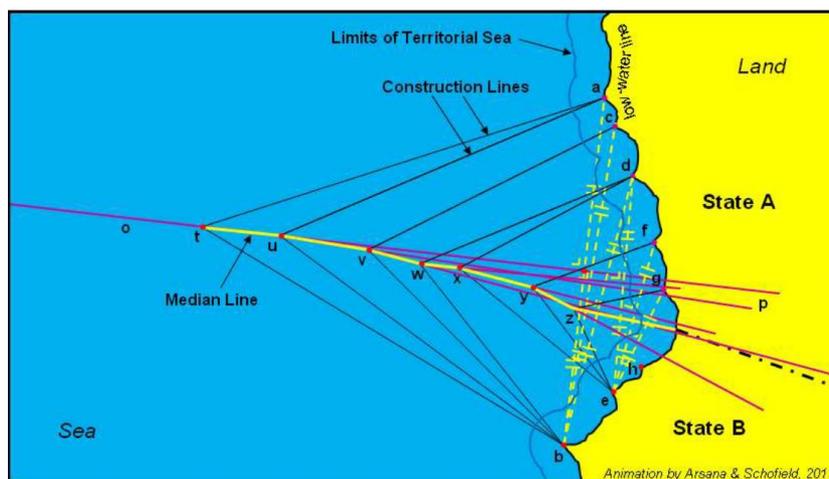


Figura 7 - Construção de uma linha de equidistância entre Estados adjacentes¹⁴.

Na Figura 7 assume-se que os Estados A e B têm linhas de base normais (ou seja, não um sistema de linhas de base retas). Não há diferença significativa entre o método de determinação da linha de equidistância nesse caso e o já descrito para Estados opostos. A construção desta linha de equidistância (lateral) pode ser alcançada da seguinte forma: identificar uma distância adequada no mar; identificar os dois pontos, neste caso “a” e “b”, situados nos Estados A e B, respetivamente, que tenham distância igual do ponto inicial “t”; desenhar a bissetriz angular o-p; seguir em direção à costa até que o ponto “u” seja encontrado, onde o ponto “c” é equidistante de “a” e “b”; traçar a bissetriz angular entre “b” e “c”, e continuar em direção à costa até que o ponto “v” seja encontrado, onde o ponto “d” é equidistante de “b” e “c”; continuar o processo até que a linha de equidistância entre os Estados A e B seja determinada.

Conforme se pode ver nas duas figuras anteriores, apenas alguns pontos da linha de base serão considerados para determinar a linha equidistante. Por definição, a linha equidistante será construída usando apenas os pontos da linha de base salientes, relativamente ao mar (IHO & IAG, 2014).

A prática internacional tem demonstrado que o ponto de partida é o método da equidistância, sendo alterado no decurso das negociações, segundo os argumentos das partes, para se alcançar um resultado equitativo que considere e corrija as especificidades geográficas. Os Estados devem tentar encontrar a solução possível

¹⁴ Fonte: Manual TALOS, figura 6.3

através de negociações, procurando utilizar um método que traga uma resposta equitativa para as partes (Cândido, 2012).

O manual TALOS identifica outros métodos que derivam do método da equidistância, que surgiram, de acordo com Cândido, 2012, com o objetivo de corrigir os maus resultados (iniquidade) quando a linha equidistante se afasta das linhas de base, particularmente quando existem ilhas nos espaços a delimitar. Desses métodos importa referir os seguintes:

- Efeito parcial
- Comprimento da linha de costa
- Rácio-equitativo
- Direção da linha de costa

O método do Efeito Parcial

O método do efeito parcial aplica-se quando uma linha equidistante tem um efeito específico gerado por um determinado efeito da linha de base, podendo esse efeito ser desproporcional e haver necessidade de algum ajuste. Essa distorção pode ser corrigida atribuindo um efeito nulo - a especificidade deixa de contribuir para a linha equidistante - ou atribuindo um efeito parcial a essa especificidade. Em teoria, o efeito pode ter uma qualquer proporção, sendo o meio efeito, *half-effect*, o mais usual.

A aplicação mais prática deste método consiste em construir duas linhas de equidistância: a primeira usa o recurso como ponto de base, dando-lhe efeito total; a segunda ignora o recurso, não produzindo efeito. A linha de meio efeito fica a meio caminho entre a linha de efeito completo e a linha sem efeito.

Na Figura 8, que tem desenhada a linha equidistante entre os Estados opostos A e B, é apresentada a linha de efeito nulo, total e parcial (meio) para uma ilha que pertence ao Estado A situada no lado desse.

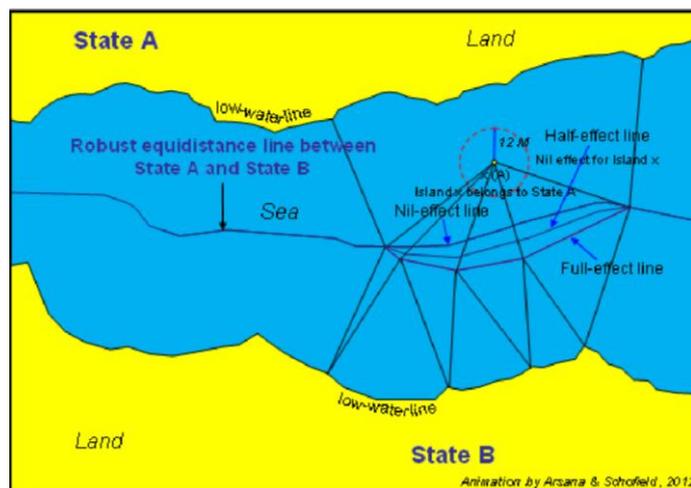


Figura 8 - Representação do efeito parcial, total ou nulo¹⁵.

¹⁵ Fonte: Manual TALOS, figura 6.4

O método do Comprimento da Linha de Costa

A comparação dos comprimentos das costas relevantes pode ter um papel importante na delimitação das fronteiras marítimas e pode ser importante para os cálculos de proporcionalidade. Neste método é necessário identificar as partes relevantes da costa e fazer a sua medição. Caso se verifique uma diferença acentuada nos comprimentos costeiros entre os dois Estados, pode ser necessário mover a linha mediana em direção à costa mais curta, com o objetivo de obter um resultado equitativo.

Se os dois Estados chegarem a um acordo sobre a área relevante a delimitar, é possível dividi-la em proporção semelhante à das frentes costeiras. Esta abordagem pode alcançar um resultado equitativo. Na delimitação entre a Nicarágua e a Colômbia o Tribunal Internacional considerou, na sua decisão, os fatores geográficos. A diferença significativa nos comprimentos dos respetivos litorais das partes e o efeito de corte criado por pequenas ilhas justificou os ajustes do Tribunal na linha de delimitação provisória para alcançar uma solução equitativa (Obregon & Samson, 2017).

O método do Rácio-equitativo

Neste método, o limite é definido como os locais dos pontos com uma razão constante de distância entre as linhas de base e os pontos de base dos Estados. Qualquer proporção de distâncias pode ser escolhida para chegar a uma solução equitativa. A aplicação mais direta é a proporção 1:1, que resulta na linha equidistante. Qualquer outra razão escolhida resultará numa série de segmentos cónicos - usando os termos da geometria plana - sendo particularmente interessante o caso de um pequeno Estado insular localizado na costa reta de um grande Estado. Um conjunto de diferentes proporções fornecerá um conjunto de elipses com o Estado da ilha localizado num ponto focal das elipses. Na delimitação entre a Colômbia e a Nicarágua (Figura 9) este método foi aplicado na razão de 3:1 (Ilha da Colômbia: Nicarágua) conforme ponto 243, página 96, do acórdão do Tribunal Internacional de Justiça ¹⁶.

¹⁶ Territorial and Maritime Dispute (Nicaragua v. Colombia), Judgment, 251 (I.C.J. Nov. 19, 2012), <https://www.icj-cij.org/public/files/case-related/124/124-20121119-JUD-01-00-EN.pdf> (acedido em: janeiro de 2021)

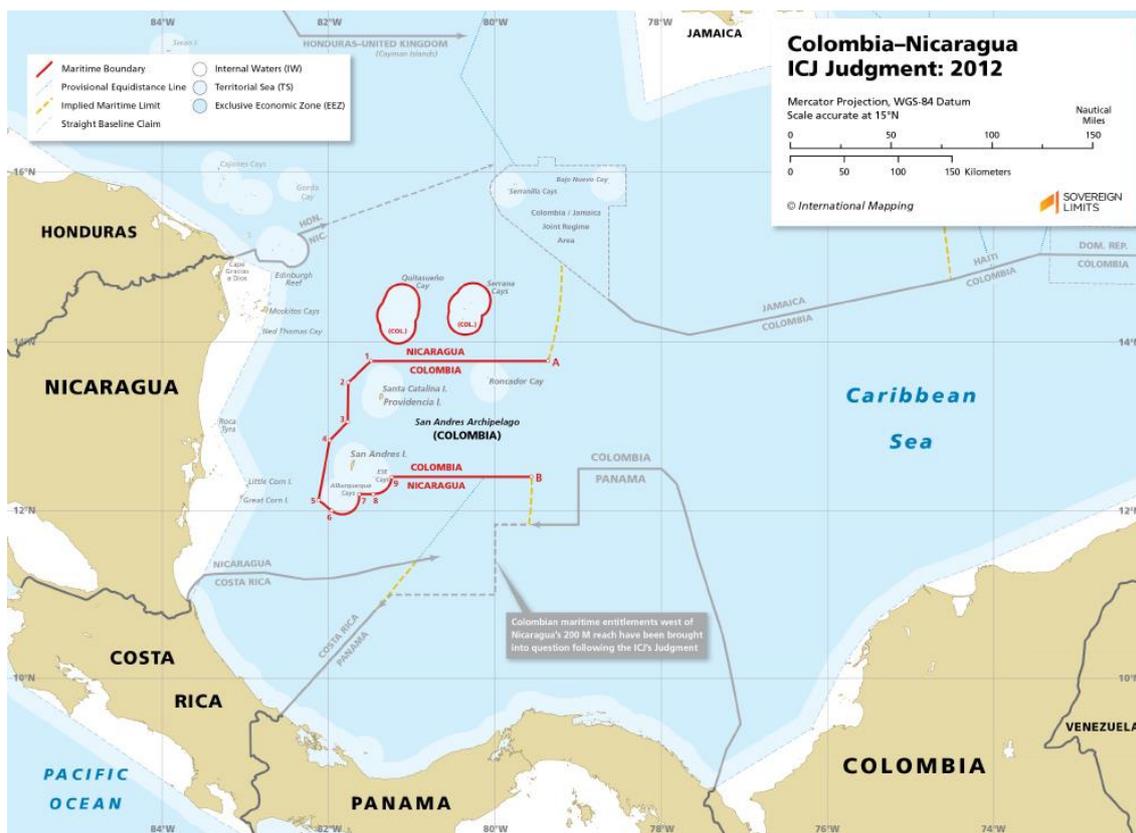


Figura 9 - Fronteira Marítima entre a Nicarágua e Colômbia. 2012¹⁷.

O método Direção da linha de costa

Este método aplica-se aos Estados de costa adjacente. O exemplo mais comum desta situação é a linha perpendicular à "direção da costa". A direção predominante pode ser determinada num comprimento limitado da costa em ambos os lados da costa, ou pode ser determinada com base em toda a costa de ambos os Estados, ou ainda na direção predominante de uma seção de toda a área terrestre que abrange vários Estados. Este método foi usado no segmento marítimo da fronteira entre a Guiné e a Guiné-Bissau por um Tribunal Arbitral, fevereiro de 1985¹⁸, o qual refere que para fazer uma delimitação equitativa terá de ser tida em consideração a forma convexa da costa da África Ocidental (Figura 10).

¹⁷ Fonte: <https://sovereignlimits.com/boundaries/colombia-nicaragua> (acedido em: dezembro de 2020)

¹⁸ Award by the Arbitral Tribunal on the Maritime Delimitation between Guinea and Guinea-Bissau, 14 February 1985, <https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/TREATIES/GIN-GNB1985MD.PDF> (acedido em: janeiro de 2021)

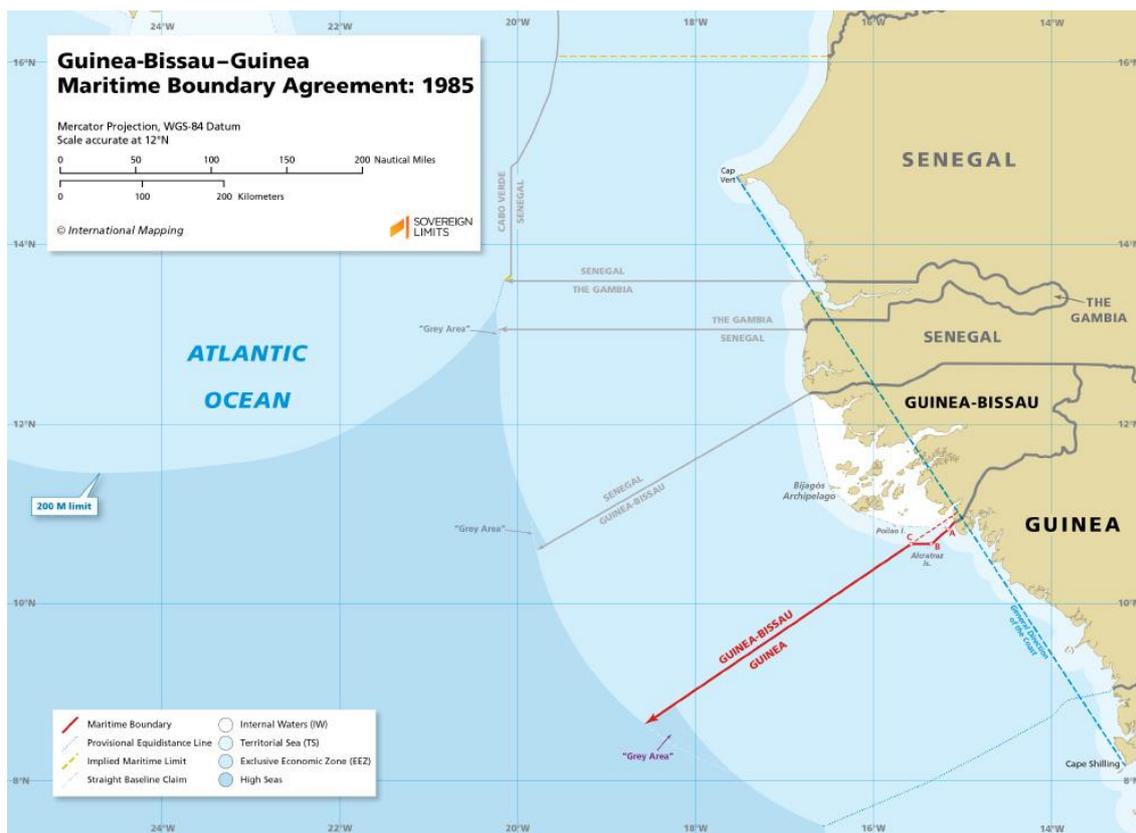


Figura 10 - Fronteira Marítima entre a Guiné e a Guiné-Bissau. Acordo 1985¹⁹.

Um método para estabelecer a direção da linha de costa poderá ser a divisão de um designado setor da costa, em ambos os lados da fronteira, em segmentos curtos entre espaços afastados uniformemente dos pontos base. Os azimutes das linhas que ligam todos os pontos de base consecutivos são calculados para obter uma 'direção' média. No entanto, é improvável que esse método produza um resultado menos arbitrário ou mais razoável do que os métodos mais simples já descritos. Este método foi usado pelo Tribunal de Justiça no caso da Nicarágua-Honduras, de 8 de outubro de 2007, conforme parágrafo 2874.

Para além dos métodos que derivam dos métodos equidistantes referidos, o TALOS descreve outros métodos dos quais se destaca o do enclave e o da proporcionalidade.

O método do Enclave

Existem vários exemplos, tanto de definição de base judicial como fruto de acordos bilaterais, em que uma forma costeira, geralmente uma ilha, ou ilhas distanciadas geograficamente do Estado costeiro, não lhe vê atribuído todo o seu peso marítimo, formando assim um enclave total ou parcial.

A Figura 11 tem representada a linha de equidistância entre os Estados opostos A e B, e mostra os efeitos de um enclave parcial e de um enclave total para ilhas que pertencem

¹⁹ Fonte: <https://sovereignlimits.com/boundaries/guinea-guinea-bissau-maritime> (acedido em: dezembro de 2020).

ao Estado A quando situadas na linha de equidistância, ou no lado do Estado B de uma linha mediana construída entre costas opostas.

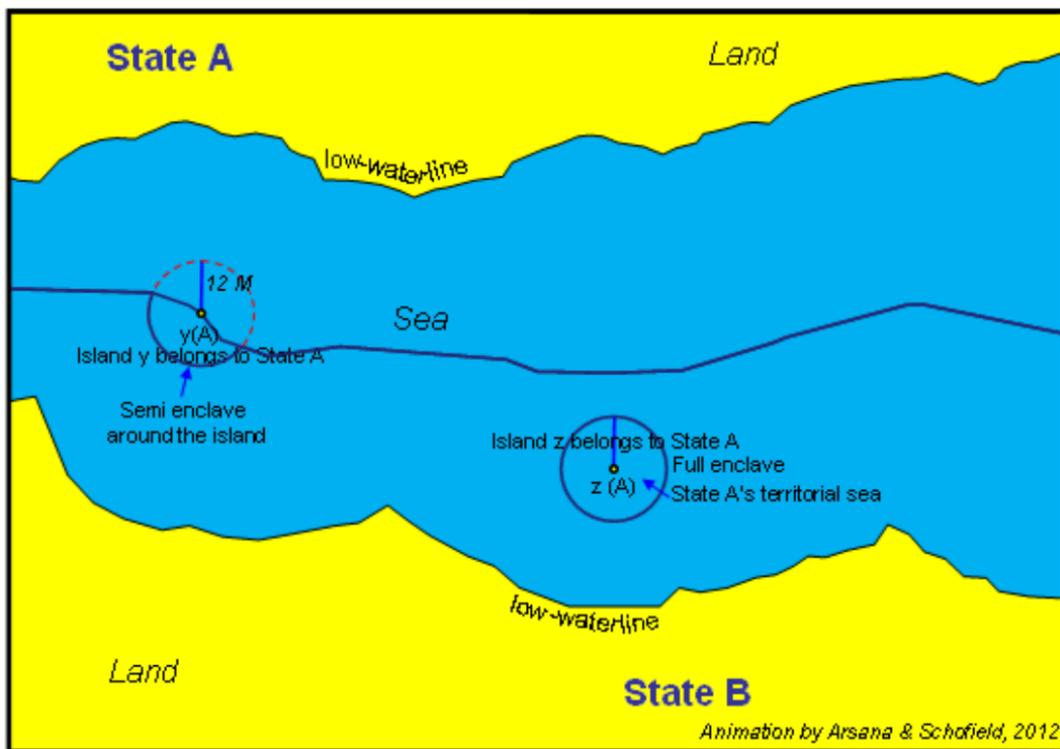


Figura 11 - Efeitos de enclave²⁰.

Em 1994 a Austrália publicou os limites da ZEE onde o limite a norte da ilha Christmas apresentava uma sobreposição ao limite da ZEE da Indonésia. A Indonésia considerava que o limite correto para a delimitação da ZEE eram as 200 MN a partir das suas linhas de base excluindo a 12 MN da ilha Christmas, conforme se pode ver na Figura 12. Tendo em conta as posições entre ambos os países, a decisão final do Tribunal (Figura 13) em não considerar a reivindicação da Austrália, foi auxiliada pela decisão do Tribunal Internacional de Justiça, proferida em 14 de junho de 1993, no caso entre a Dinamarca e a ilha Norueguesa Jan Mayen, onde ficou decidido que a linha equidistante entre as duas ilhas deveria ser deslocada para leste, a favor da Gronelândia, porque a disparidade dos comprimentos dos dois litorais constituía uma circunstância especial ou relevante (Prescott, 1997).

²⁰ Fonte: Manual TALOS, figura 6.5

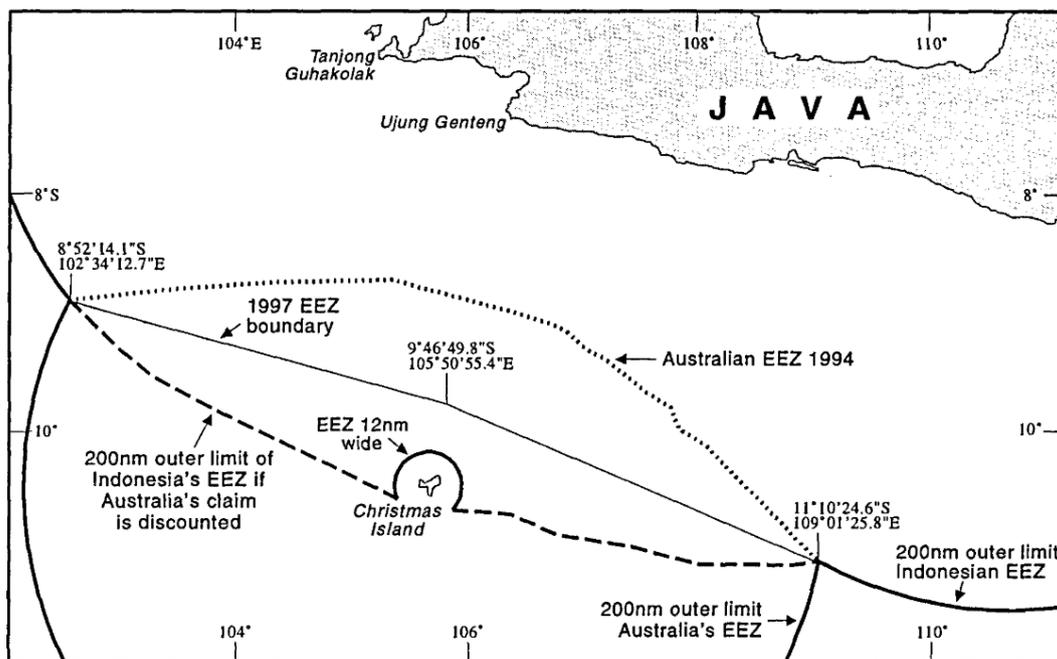


Figura 12 - Efeitos de enclave da ilha Christmas²¹.

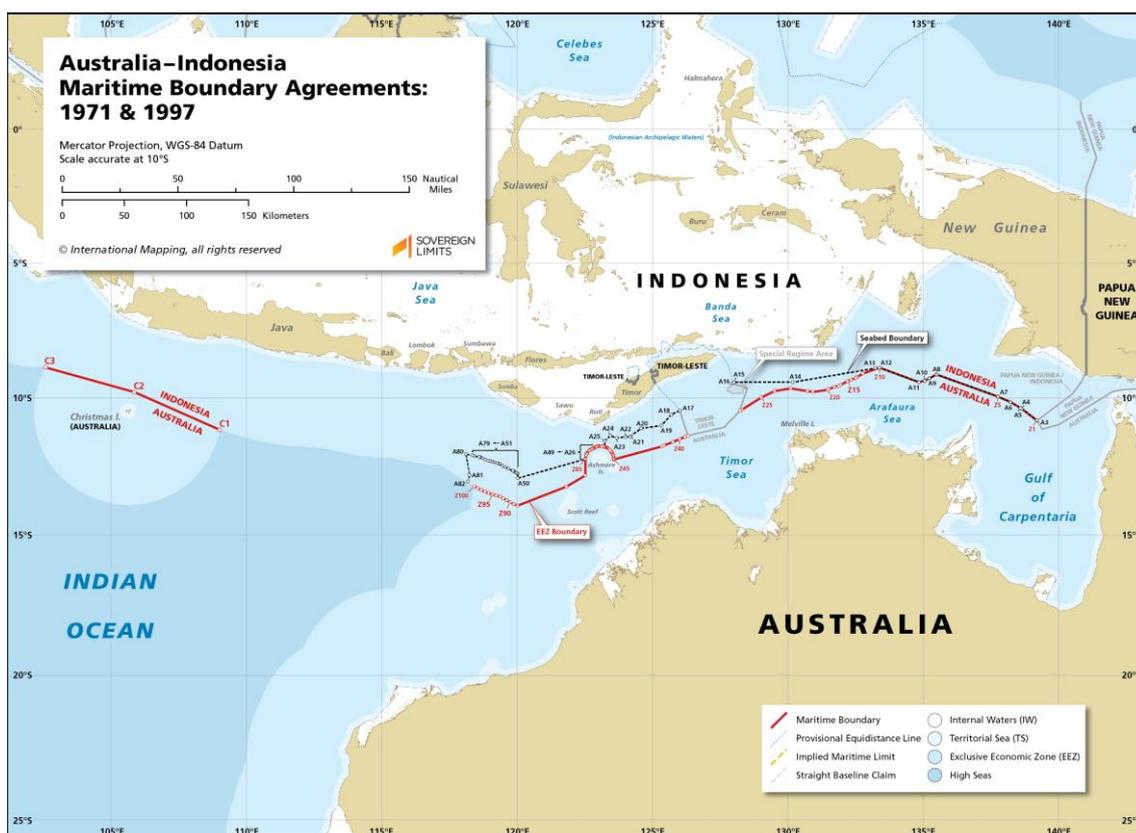


Figura 13 - Fronteira Marítima entre Austrália e Indonésia²².

²¹ Fonte: Prescott, JRV. 1997, figura 1

²² Fonte: <https://sovereignlimits.com/boundaries/australia-indonesia> (accedido em: dezembro de 2020).

PARTE II – CONSTRUÇÃO DO TRAÇADO DOS LIMITES DAS ZONAS MARÍTIMAS

Considerando a amplitude das reivindicações de jurisdição marítima, juntamente com a localização geográfica dos Estados costeiros e a configuração de suas costas, a reivindicação das sobreposições de zonas marítimas entre Estados é inevitável. Consequentemente, os Estados costeiros precisam compartilhar, ou provavelmente dividir, as áreas marítimas a que, em princípio, cada um tem direito. Isso é conhecido como delimitação da fronteira marítima (Arsana, 2014).

A delimitação dos espaços marítimos tem como informação de referência a linha de base oficialmente reconhecida pelo Estado costeiro, à maior escala possível, tal como já mencionado, sendo as linhas de base normal as indicadas nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente pelo Estado costeiro, caso existam. Alternativamente, na inexistência destas cartas náuticas, poder-se-á utilizar uma lista de coordenadas que descreva a linha de base, devendo essa lista ser publicitada junto da Organização das Nações Unidas (CNUDM, 1982).

No decorrer do trabalho de investigação, e para efeitos práticos, optou-se por subdividir o traçado do limite das zonas marítimas em dois grupos distintos.

O primeiro relativo ao traçado das zonas marítimas na sua extensão máxima, referente a qualquer domínio de soberania. Uma vez que três dos domínios geográficos são conseguidos com o mesmo princípio²⁴, será descrito apenas uma metodologia, variando unicamente a distância a aplicar. Relativamente à determinação do limite exterior da plataforma continental será apresentada a sequência de passos a ter em consideração para calcular o limite exterior, de geometria variável, que corresponde ao bordo exterior da margem continental e o consequente limite exterior da plataforma continental²⁵.

O segundo grupo descreve os algoritmos desenvolvidos para o traçado das zonas marítimas quando existe sobreposição. Numa fase inicial os algoritmos implementados basearam-se nos critérios descritos no TALOS, tendo sido implementados em ArcGIS, com o objetivo de determinar as linhas equidistantes dos Estados opostos e dos Estados adjacentes. Uma vez que estes algoritmos percorrem todos os vértices das linhas de base para identificar qual deste contribui para a identificação do vértice equidistante, conforme está descrito ponto 5.3, o seu desempenho não se mostrou satisfatório. Na sequência destes resultados, e com o objetivo de desenvolver uma ferramenta com um melhor desempenho, optou-se por utilizar os polígonos de Voronoi²⁶ para determinar a linha equidistante. Esta abordagem, ainda que inovadora, foi apresentada por Kastrisios e Tsoulos, os quais descrevem uma metodologia para a delimitação das linhas medianas e zonas marítimas baseada nos polígonos Voronoi (Kastrisios & Tsoulos, 2016).

²⁴ Mar Territorial, Zona Contígua e Zona Económica Exclusiva.

²⁵ De acordo com as disposições do Artigo 76.º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

²⁶ https://docs.qgis.org/2.14/pt_PT/docs/training_manual/processing/john_snow.html (acedido em: janeiro de 2020)

A ferramenta desenvolvida permite automatizar a construção do traçado dos limites das zonas marítimas onde exista sobreposição de áreas, aplicando o princípio da equidistância, ou gerar vários cenários, aplicando o princípio da equidade, dependendo dos critérios e abordagens definidas pelos decisores, suportando assim as negociações entre Estados.

4. Algoritmo para delimitação de limites unilaterais dos espaços marítimos

O método mais usual para a determinação dos limites unilaterais das zonas marítimas é a combinação do envelope dos arcos nas linhas de base normal e da linha paralela à linha de base reta (Kastrisios & Tsoulos, 2017). Este método é o implementado nos programas de SIG no algoritmo que gera as *buffers* aos vértices das linhas de base normal, combinado com a *buffer* às linhas de base retas, conforme representado na Figura 15.

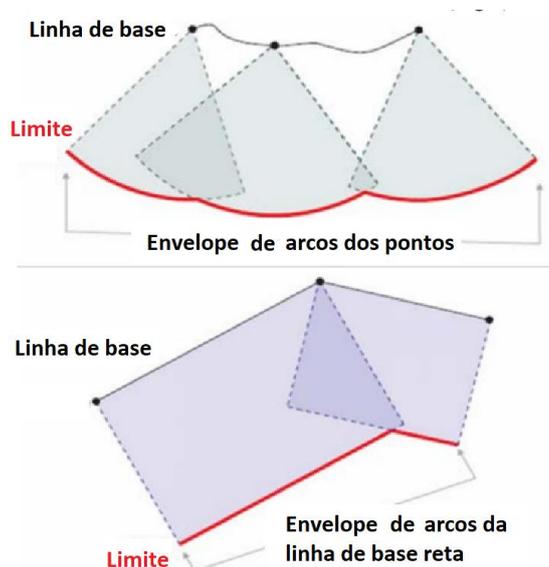


Figura 15 - Limite exterior das zonas marítimas: envelope de arcos dos vértices da linha de base normal e das linhas de base retas²⁷.

Assim, para fazer a delimitação dos diferentes espaços marítimos, e de acordo com o mencionado anteriormente, é necessário garantir que na definição do limite exterior do mar territorial esse envelope não exceda as 12 MN, para a zona contígua não exceda as 24 MN e para a zona económica exclusiva não exceda as 200 MN.

Uma exceção a este traçado inequívoco é o traçado do limite exterior da plataforma continental além das 200 MN. Neste caso, e ao invés dos espaços marítimos supramencionados cujos traçados dependem somente do Estado costeiro, a homologação deste limite está sujeita à validação por parte de uma comissão

²⁷ Fonte: Figura 1 (Lévesque, Cockburn, & Mcleay, 2008)

independente (CLPC). As regras de delimitação do bordo exterior da margem continental, bem como o limite exterior da plataforma continental constam no Artigo 76.º da CNUDM, sendo para tal necessária a determinação de uma linha que satisfaça um de dois critérios distintos, ou a combinação de ambos:

- Um primeiro critério, conhecido como a “regra de Gardiner”, relaciona a espessura dos sedimentos, num determinado ponto, com a sua distância ao pé do talude continental; ou
- Um segundo critério, conhecido como a “regra de Hedberg” que procede ao cálculo de uma distância de 60 MN a partir do pé do talude continental.

A linha resultante da implementação dos critérios anteriores não pode exceder as 350 MN e não pode exceder a linha de limitação da margem continental das 100 MN medidas a partir da isobatimétrica dos 2 500 metros de profundidade. Tendo esta delimitação regras específicas, a delimitação da plataforma continental não será abordada neste estudo.

5. Algoritmo para delimitação de limites multi(bi)laterais dos espaços marítimos

No desenvolvimento do algoritmo para a delimitação das zonas marítimas bilaterais entre Estados optou-se por subdividir esta investigação em duas fases. A primeira, consistiu na construção das linhas medianas entre os Estados, quer estes sejam de costas opostas ou costas adjacentes e, a segunda, na sua validação.

Na primeira fase, a linha mediana foi construída com recurso aos polígonos de Voronoi. Estes polígonos são construídos a partir de n pontos dando origem a n polígonos, onde todos os pontos que se localizam num desses polígonos têm como ponto mais próximo o ponto que lhe deu origem. Ou seja, qualquer que seja a localização dentro do polígono de Voronoi esta tem como ponto mais próximo um único ponto, o que lhe deu origem (relativamente ao conjunto de pontos usado para gerar os polígonos de Voronoi). As formas e áreas das regiões dos polígonos de Voronoi são implicitamente dadas pela topologia do vizinho e pelas distâncias em pares entre esses vizinhos. Pontos que não possuem na sua vizinhança outros pontos formam polígonos maiores do que pontos próximos de outros pontos (Balzer, 2009). Os limites dos polígonos representam a distância equidistante entre os pontos que lhe deram origem permitindo, assim, determinar a linha equidistante entre os vértices das linhas de base dos Estados em análise. É com base no limite destes polígonos de Voronoi que se baseia o princípio geral da determinação das linhas equidistantes.

Complementarmente, foi gerado um algoritmo suplementar para apoio às negociações entre Estados com duas variantes: na primeira permite-se atribuir valores de pesos variáveis entre Estados e, na segunda, permite-se atribuir uma percentagem a um dos Estados - fazendo, com base nos valores inseridos, oscilar o traçado da linha de delimitação na vizinhança da linha de referência internacionalmente aceite como base das negociações, isto é, a linha mediana (Figura 16).

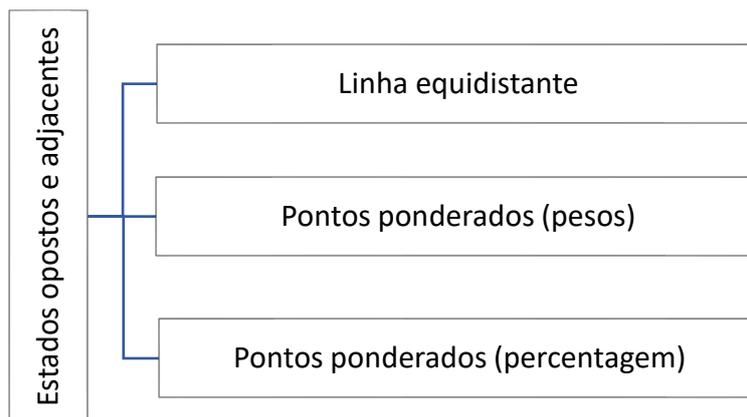


Figura 16 - *Scripts* desenvolvidos para implementar os algoritmos.

Os dois algoritmos foram implementados em QGIS dada a vantagem de ser um programa de código aberto²⁸. Assim, possibilita-se uma maior utilização desta ferramenta sem os custos associados comparativamente a outros programas proprietários e dedicados a esta temática. Ainda em termos de desenvolvimento programático, os algoritmos desenvolvidos foram implementados em *Python*, individualizados em *scripts* e agregados num *plugin*, automatizando assim o processo de execução. Os *scripts* importam funções disponibilizadas na biblioteca do QGIS, nomeadamente a biblioteca *qgis.core*.

Os dados de entrada dos algoritmos implementados têm de estar projetados, sendo recomendado o sistema de projeção UTM por este ser um sistema de coordenadas cartesiano e utilizar o sistema métrico, facilitando a determinação das distâncias.

Importa referir que, na automatização da delimitação da linha equidistante deve ser tido em conta que a linha de base pode ser composta por segmentos normais da linha de base, incluindo linhas de fecho de baías e linhas de fecho de rios, linhas de base retas e/ou linhas de base arquipelágicas. Cada um desses segmentos de “linha reta” deve ser dividido em seções curtas (IHO & IAG, 2014), recomendação esta que está assegurada nos algoritmos desenvolvidos, permitindo ao utilizador definir a distância máxima entre os vértices das linhas de base.

O manual de instalação do *plugin* é apresentado em anexo (ANEXO I) assim como o manual de utilizador (ANEXO II).

5.1. Linha equidistante

O primeiro algoritmo consiste em determinar a linha equidistante entre Estados, utilizando os polígonos de Voronoi. O segundo consiste em determinar uma linha entre Estados que reflete o peso ou a percentagem de influência, dependendo da opção do utilizador, definido para cada um dos Estados, e no qual são utilizadas *buffers*. Este

²⁸ versão 3.10.5-A Coruña por ser uma versão estável (*long term release*)

último foi implementado em *scripts* distintos, de acordo com a opção dos dados de entrada (peso ou percentagem).

O *script* da linha equidistante (Figura 17) tem os seguintes dados de entrada, sendo todos de preenchimento obrigatório (ler designação: significado):

- *State A - baseline*: Linha de base do Estado A;
- *State B - baseline*: Linha de base do Estado B;
- *Baselines distance*: Distância do vértice mais afastado da linha equidistante às linhas de base dos Estados A ou B, ou seja, a distância da linha equidistante gerada relativamente às linhas de base;
- *Distance between baselines vertices*: Distância máxima entre vértices das linhas de base. Este valor vai assegurar que as linhas de base sejam formadas por segmentos de reta de comprimento máximo igual à distância definida, entre os vértices ponto inicial e ponto final;
- *Folder support*: Pasta auxiliar, de apoio à execução do algoritmo, onde serão guardados os resultados intermédios;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área/direção onde se pretende gerar as linhas formadas pelos pontos equidistantes.

Os dados de saída do *script* (Figura 17) são os seguintes:

- *Equidistant line*: Linha equidistante entre os Estados;
- *Equidistant vertices*: Vértices da linha equidistante entre os Estados;
- *Minimum distance between equidistant vertices and State A*: Linha da distância mínima entre os vértices equidistantes e os vértices da linha de base do Estado A;
- *Minimum distance between equidistant vertices and State B*: Linha da distância mínima entre os vértices equidistantes e os vértices da linha de base do Estado B;
- *Vertices State A used to create de equidistant line*: Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para gerar a linha equidistante;
- *Vertices State B used to create de equidistant line*: Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para gerar a linha equidistante.

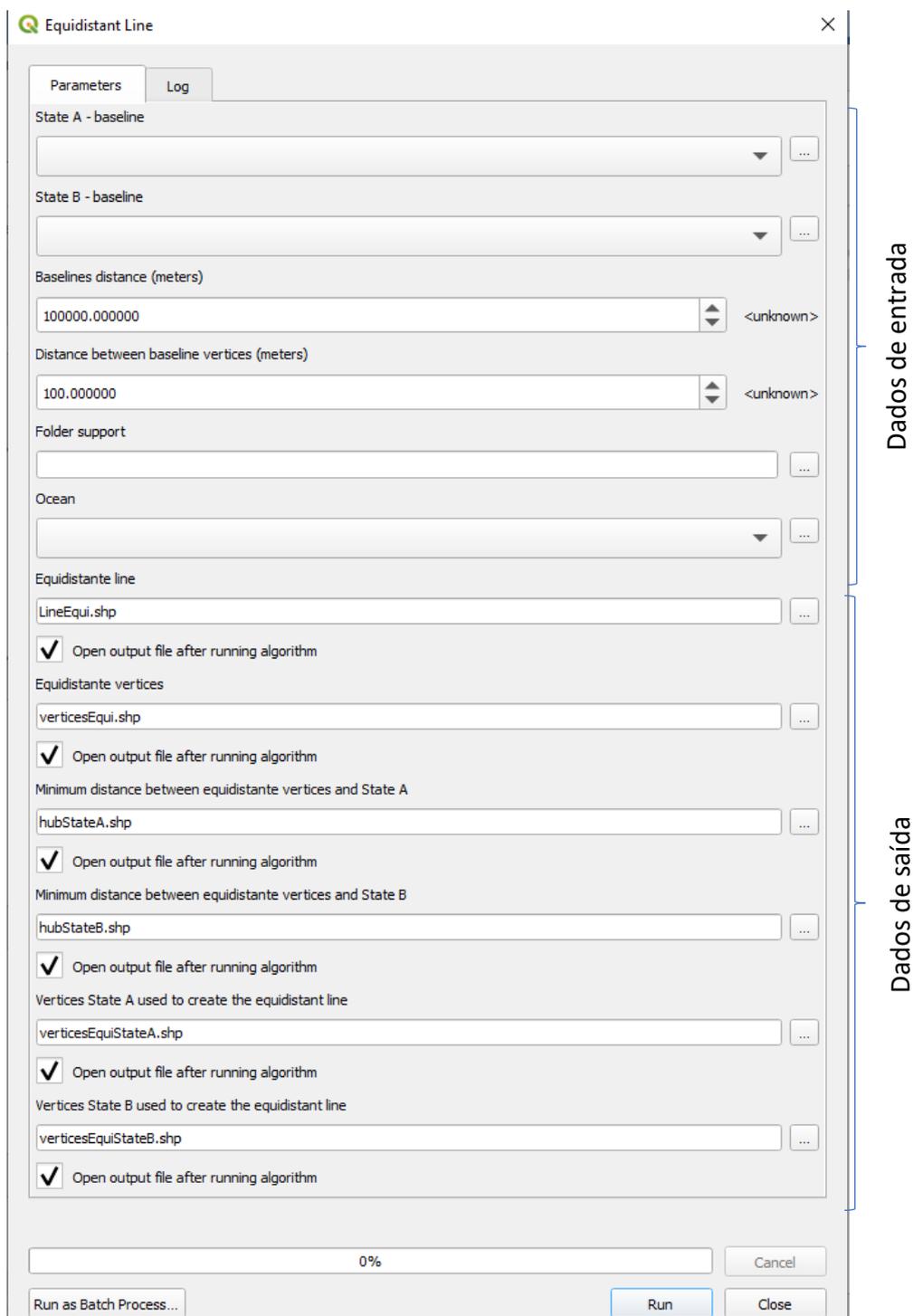


Figura 17 - Interface do *script* do algoritmo para determinar a linha equidistante entre dois Estados.

O *script* desenvolvido começa por preparar a informação, gera os polígonos de Voronoi e por fim exporta o resultado (Figura 18).

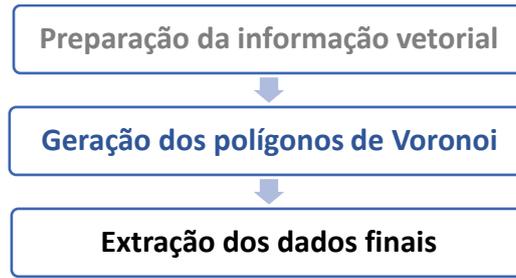


Figura 18 - Esquema das principais etapas do algoritmo das linhas equidistantes.

No fluxograma da Figura 19 estão representadas as etapas implementadas com a identificação das funções utilizadas:

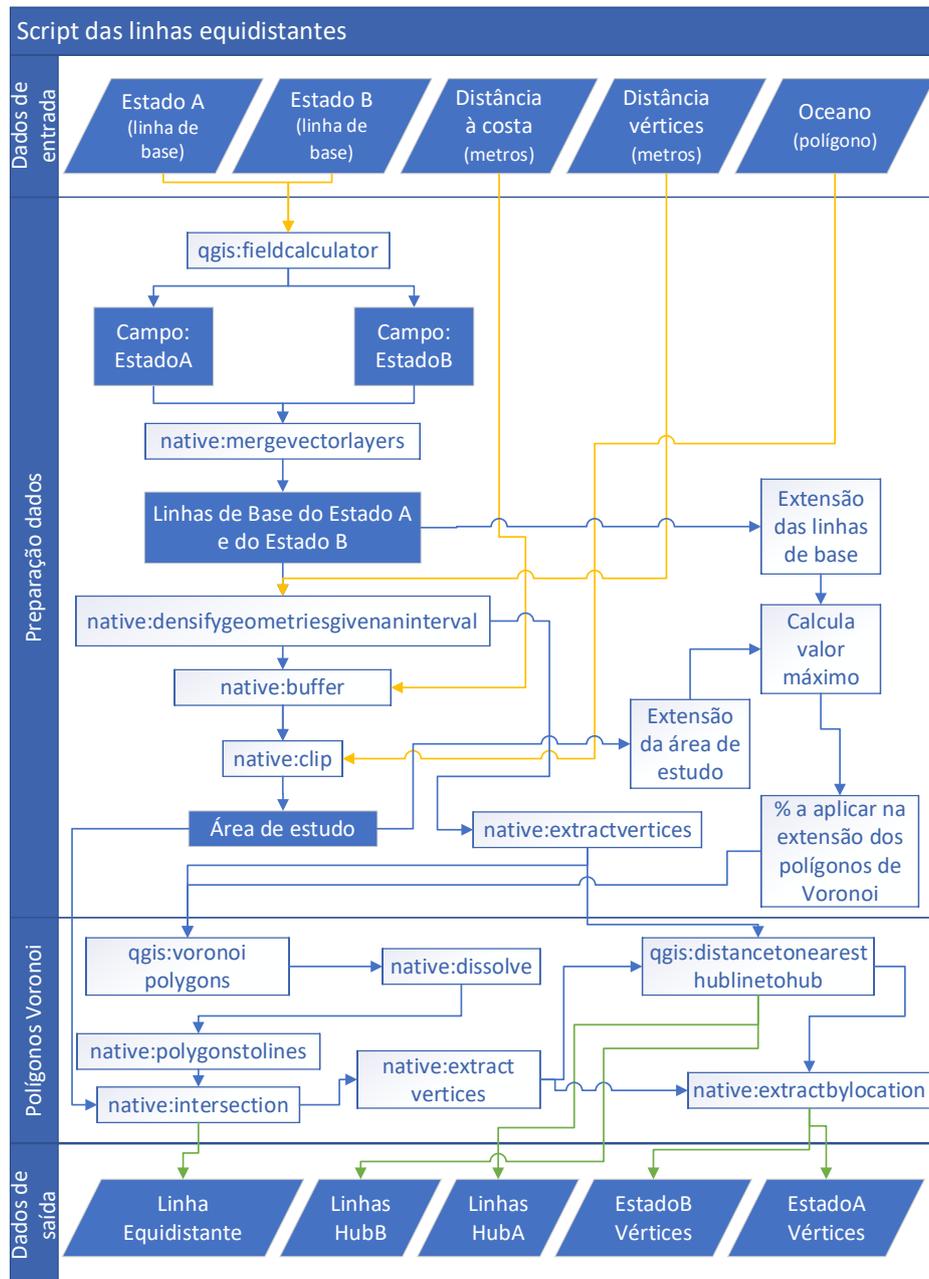


Figura 19 - Fluxograma do *script* das linhas equidistantes, implementado no QGIS.

Os dados de entrada necessários à execução do *script* são apresentados na Tabela 2. Os dados de entrada são todos de preenchimento obrigatório devendo os dados geográficos estar referenciados no sistema de coordenadas UTM.

Tabela 2 - Dados de entrada do *script* das linhas equidistantes.

Dado	Significado	Exemplo
Estado A (Linha de base)	Linha de base oficial do Estado.	Linha de base de Portugal.
Estado B (Linha de base)	Linha de base oficial do Estado.	Linha de base de Espanha.
Distância à costa	Distância do limite exterior, em direção ao mar, relativamente às linhas de base, em metros.	Caso se pretenda determinar a linha equidistante da ZEE a distância seria de 370 400 metros (200 MN).
Distância entre vértices	Distância máxima dos vértices das linhas de base dos Estados.	Caso as linhas de base tenham linhas de base retas com uma distância entre vértices superior à definida, ou as linhas de base normais tenham vértices com uma distância superior à definida, são gerados vértices intermédios.
Oceano	Camada do Oceano cuja distância à linha de base tem de ser superior à distância à costa de forma a cobrir a área de estudo.	Polígono a contar da linha de base, com uma distância de pelo menos 370 400 metros, para o caso da ZEE, em direção ao mar. Este polígono irá determinar quais os dados que se encontram no oceano e que devem ser considerados (exclui a informação fora do polígono).
Pasta de suporte (não identificada no fluxograma)	Diretoria onde serão guardadas as camadas auxiliares geradas durante a execução do <i>script</i> .	

Na primeira etapa, que consiste na preparação dos dados, são executadas funções às camadas de entrada de forma a garantir os pressupostos necessários para gerar a linha equidistante e os restantes dados de saída. Nesta etapa, é criada uma coluna na tabela dos atributos das camadas das linhas de base (`qgis:fieldcalculator`), com um dos atributos: Estado A ou Estado B. Esta operação assegura que os elementos representados nas camadas têm um campo que identifica o Estado.

Após a identificação dos Estados, é gerada uma camada única das linhas de base (`native:mergevectorlayers`) e, na camada resultante são gerados, os vértices com a distância entre vértices definida pelo utilizador (`native:densifygeometriesgivenaninterval`). Desta camada de linhas são extraídos os vértices, dando origem a uma camada de pontos (`native:extractvertices`) utilizada para gerar os polígonos de Voronoi.

Ainda nesta etapa, é gerada a camada da área de estudo, resultante da interseção da *buffer* à camada das linhas de base com a camada do oceano (`native:clip`). Esta etapa reveste-se de especial interesse pois clarifica o lado da linha de costa para o qual a linha mediana é calculada. O dimensionamento da *buffer* decorre da distância à costa definida pelo utilizador (`native:buffer`). A camada da área de estudo irá ser usada, nas etapas seguintes, para extrair os dados que incidam na mesma, garantindo, assim, que os dados finais apresentam, apenas, os dados que se encontram contidos na área de estudo.

Por fim, é calculado o valor da percentagem a aplicar à extensão geográfica da camada de pontos dos vértices das linhas de base de forma a garantir que os polígonos de Voronoi são calculados para toda a extensão da área de estudo. Este valor é um dado de entrada da função utilizada para gerar os polígonos de Voronoi (`qgis:voronoipolygons`) e será aplicada à extensão da camada de entrada (à camada de pontos das linhas de base) para determinar quanto maior é a extensão da camada de saída relativamente à extensão da camada de entrada, ou seja, corresponde à percentagem da extensão geográfica que a camada de saída terá a mais, relativamente à extensão da camada de entrada.

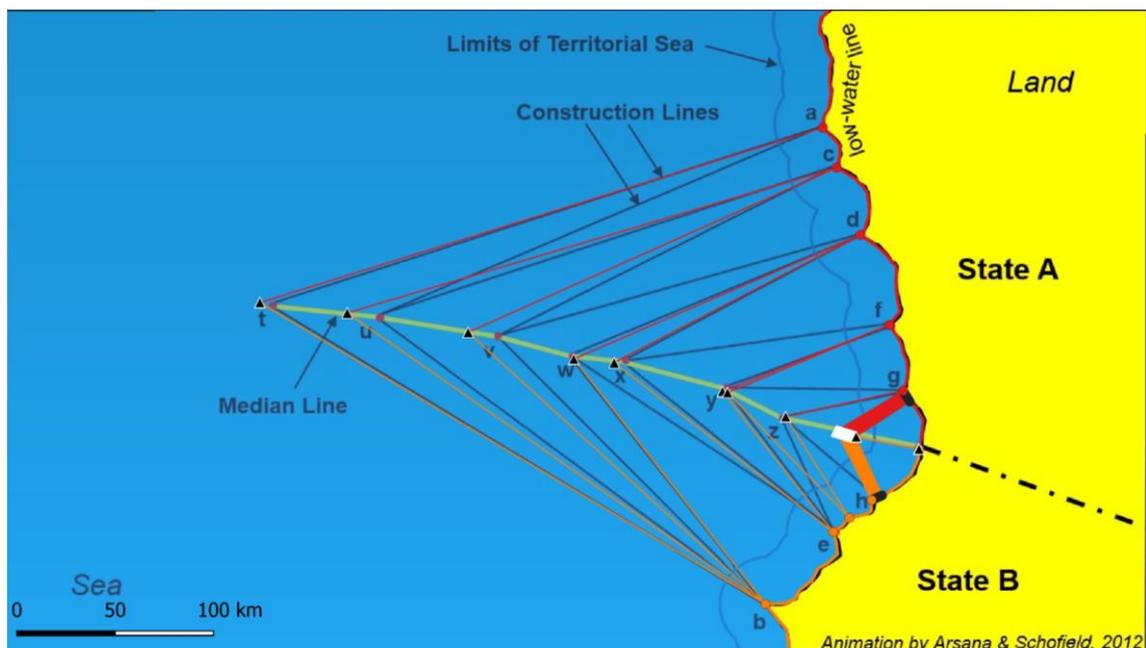
Esta percentagem é calculada tendo por base as extensões geográficas da camada das linhas de base e da camada da área de estudo. São calculadas as distâncias em ambos os eixos ($X_{max}-X_{min}$ e $Y_{max}-Y_{min}$), para cada uma das camadas, e calculadas as percentagens das distâncias, para o eixo dos X e para o eixo dos Y, da área de estudo relativamente às linhas de base. A percentagem mais elevada é a percentagem a aplicar na execução do algoritmo dos polígonos de Voronoi.

Na segunda etapa deste algoritmo é gerada a camada dos polígonos de Voronoi (`qgis:voronoipolygons`). O algoritmo implementado está disponível na biblioteca QGIS e toma como dados de entrada a camada de vértices das linhas de base e a percentagem a aplicar a essa camada, percentagem esta que determina a extensão da camada de saída, ou seja, a camada dos polígonos de Voronoi. Uma vez que os polígonos são calculados para cada um dos vértices e o objetivo deste *script* é calcular a linha equidistante entre os Estados, os polígonos de Voronoi são agrupados por Estado, usando a coluna da tabela de atributos que os identifica (`native:dissolve`). O resultado é uma camada com dois polígonos, um do Estado A e o outro do Estado B, sendo a linha que divide os dois polígonos a sua linha equidistante.

Para extrair a linha equidistante, a camada dos polígonos de Voronoi é convertida numa camada de linhas (`native:polygonstolines`) e interseccionada com a camada da área de estudo (`native:intersection`). Da camada da linha equidistante são extraídos os vértices (`native:extractvertices`), dando origem à camada de pontos dos vértices equidistantes.

Finalmente são identificados os vértices das linhas de base mais próximos dos vértices equidistantes (qgis:distancetonearesthublinetohub), ou seja, são identificados os vértices que contribuíram para gerar os vértices equidistantes e geradas, para ambos os Estados, as camadas de pontos com esses vértices (native:extractbylocation).

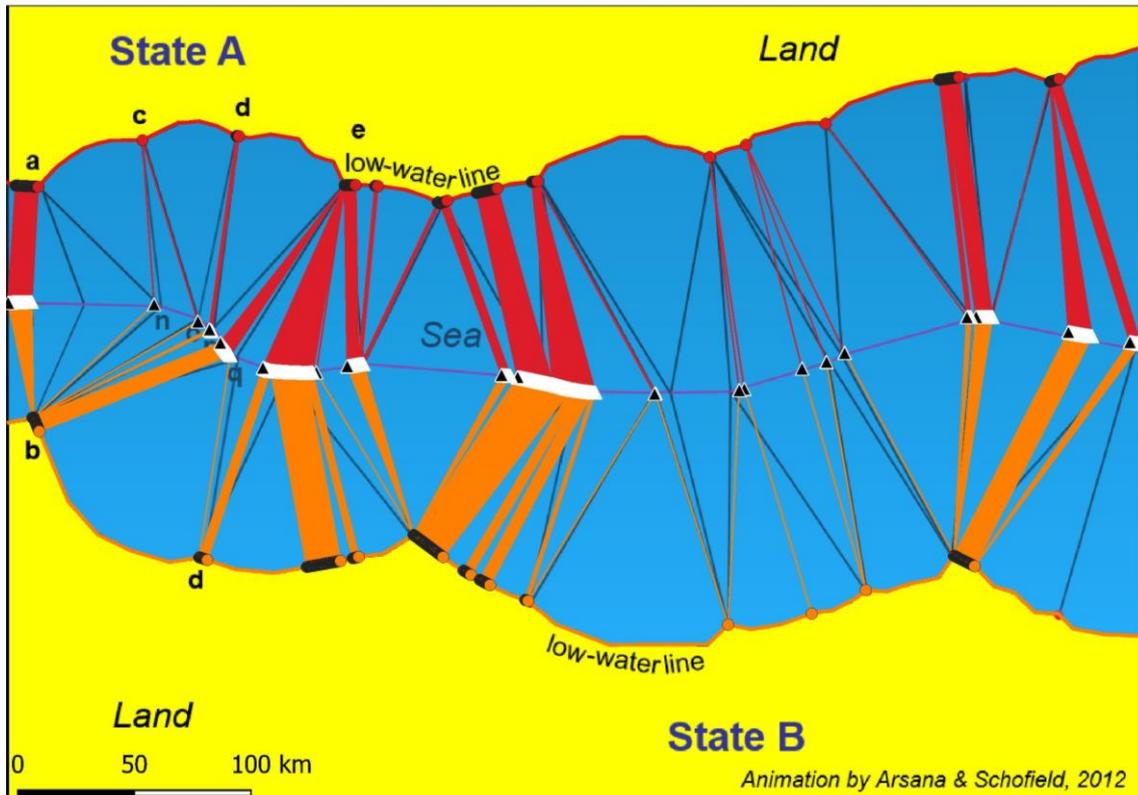
Na Figura 20 e na Figura 21 são apresentas as aplicações do algoritmo da linha equidistante tendo como base o caso de estudo do TALOS, para Estados com linhas de base adjacentes, e para Estados com linhas de base opostas, respetivamente:



Legenda

- ▲ Pontos equidistantes
- Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para determinar os pontos equidistantes
- Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para determinar os pontos equidistantes
- Ligação do ponto equidistante ao ponto mais próximo da linha de base do Estado B
- Ligação do ponto equidistante ao ponto mais próximo da linha de base do Estado A
- Linha de Base - Estado B
- Linha de Base - Estado A
- Oceano

Figura 20 - Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados adjacentes.



Legenda

- ▲ Pontos equidistantes
- Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para determinar os pontos equidistantes
- Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para determinar os pontos equidistantes
- Ligação do ponto equidistante ao ponto mais próximo da linha de base do Estado B
- Ligação do ponto equidistante ao ponto mais próximo da linha de base do Estado A
- Linha de Base - Estado B
- Linha de Base - Estado A
- Oceano

Figura 21 - Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados opostos.

Nas figuras anteriores são apresentados alguns dos dados de saída do algoritmo: os pontos equidistantes (extraídos da linha equidistante); os vértices das linhas de base dos Estados que contribuíram para determinar os pontos equidistantes e as linhas unem pela menor distância os pontos equidistantes e os vértices dos Estados e que identificam os vértices anteriores. As linhas de base dos Estados e o Oceano são dados de entrada do algoritmo.

5.2. Linha de negociação ponderada

Apesar da metodologia associada a este tipo de cálculo ser semelhante, e para efeitos de simplificação de entrada de dados, o algoritmo dos pontos ponderados foi dividido em dois *scripts*. O primeiro deve ser usado sempre que se procure uma solução baseada na relação de pesos entre Estados (Figura 22) e o segundo quando essa solução privilegiar a contribuição percentual de cada Estado (Figura 23). Os *scripts* têm os

seguintes dados de entrada, todos de preenchimento obrigatório (ler designação: significado):

- *Line - State A*: Linha A a partir da qual se pretende aplicar a ponderação;
- *Line - State B*: Linha B a partir da qual se pretende aplicar a ponderação;
- *Weight State A*: Peso a atribuir aos vértices da linha A (para o caso do *script* baseado nos pesos);
- *Weight State B*: Peso a atribuir aos vértices da linha B (para o caso do *script* baseado nos pesos);
- *Percentage State A*: Percentagem a atribuir aos vértices da linha A relativamente à linha B. Por oposição a percentagem da linha B é a diferença para os 100% (para o caso do *script* baseado nas percentagens);
- *Line distance (meters)*: Máxima distância do ponto ponderado, a calcular, a qualquer uma das linhas, A ou B;
- *Distance between weighting/percentage vertices (meters)*: Distância entre os vértices ponderados;
- *Ocean between lines*: Polígono que representa o oceano para a área/direção onde se pretende gerar os pontos ponderados.

Os dados de saída dos *scripts* (Figura 22 e Figura 23) são os seguintes (ler designação : significado):

- *Weight/Percentage vertices*: Vértices ponderados gerados de acordo com os dados de entrada.

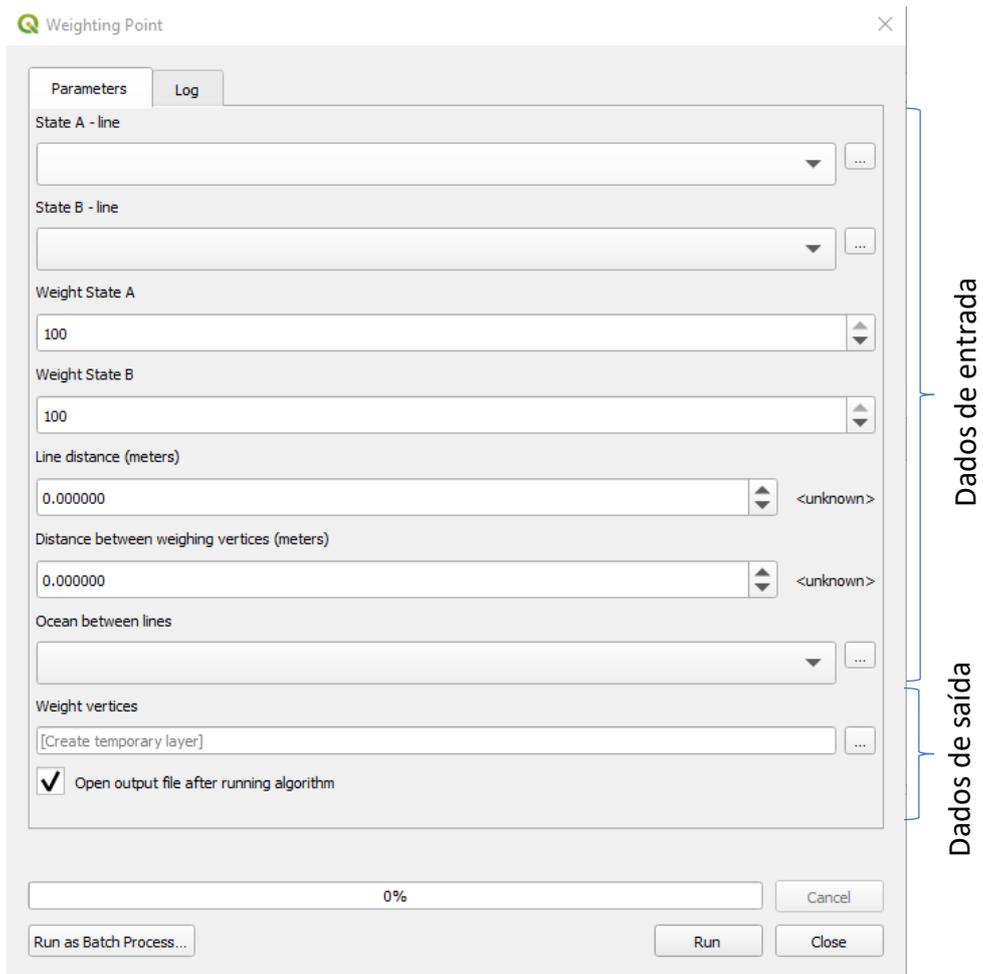


Figura 22 - Interface do *script* do algoritmo para determinar os pontos ponderados entre dois Estados baseado em pesos.

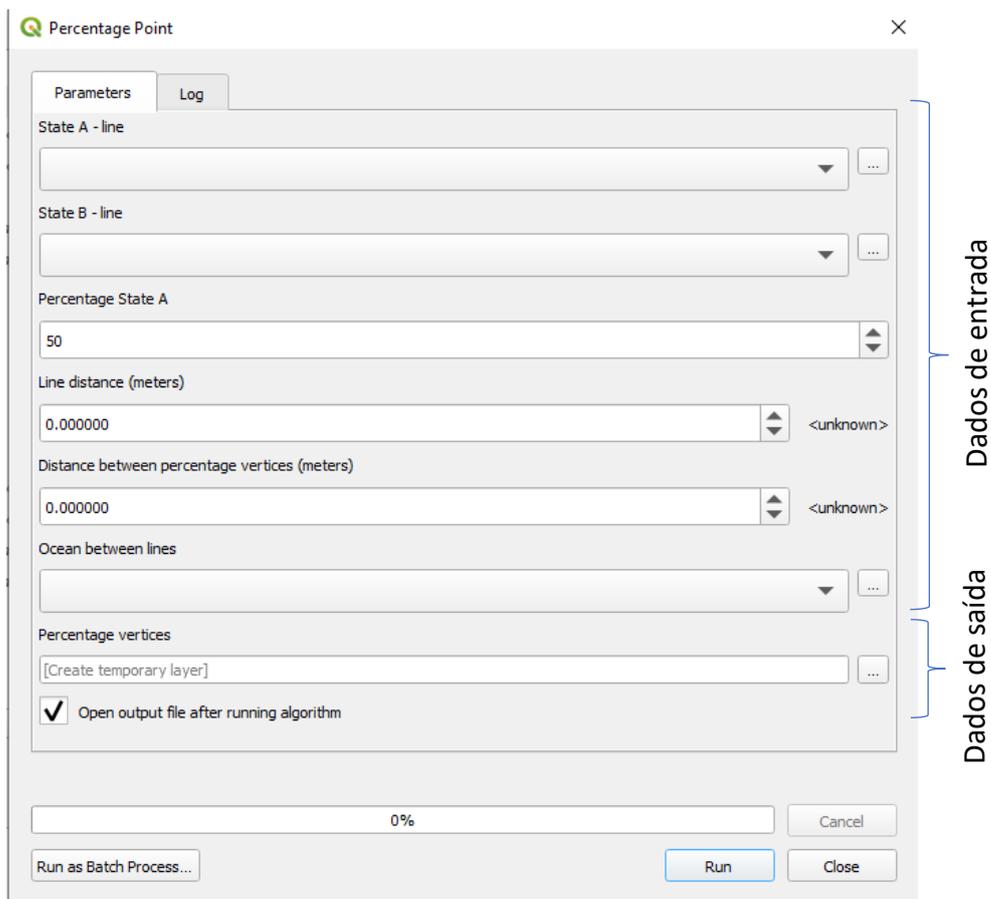


Figura 23 - Interface do *script* do algoritmo para determinar os pontos ponderados entre dois Estados baseado em percentagens.

Os *scripts* desenvolvidos, divididos em três fases, começam por preparar a informação, seguindo-se a aplicação das *buffers* ponderadas e por fim a extração da informação (Figura 24).

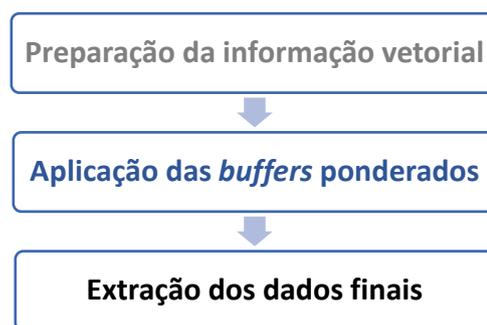


Figura 24 - Esquema das principais etapas do algoritmo dos pontos ponderados.

No fluxograma da Figura 25 estão representadas as etapas implementadas com a identificação das funções utilizadas.

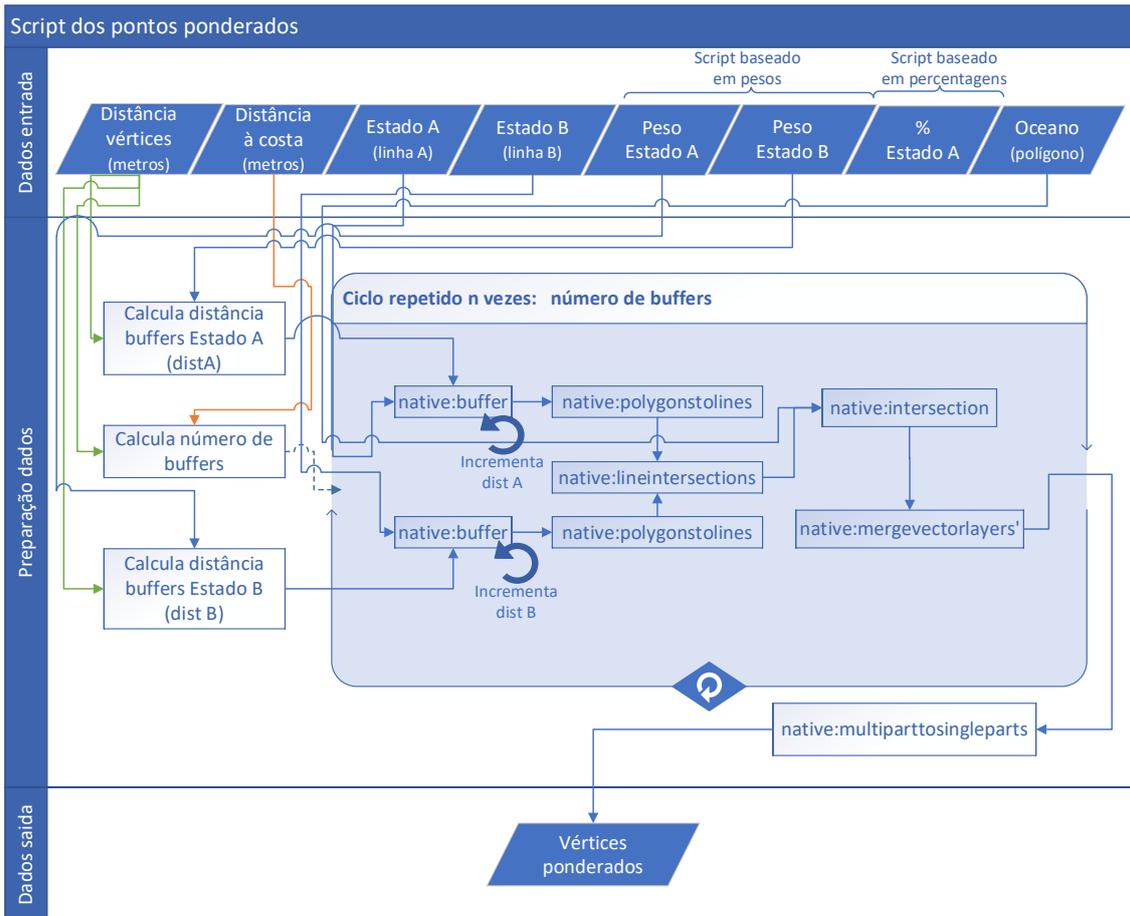


Figura 25 - Fluxograma do *script* dos pontos ponderados (pesos e percentagens), implementado no QGIS.

Os dados de entrada necessários à execução dos *scripts* são apresentados na Tabela 3. Os dados de entrada são todos de carregamento obrigatório devendo os dados geográficos estar referenciados no sistema de coordenadas UTM.

Tabela 3 - Dados de entrada do *script* dos pontos ponderados.

Dado	Significado	Exemplo
Estado A (Linha A)	Linha que representa o Estado A.	Linha que representa o Estado A numa determinada região, por exemplo, uma ilha.
Estado B (Linha B)	Linha que representa o Estado A.	Linha que representa o Estado B numa determinada região adjacente à linha do Estado A.
Peso do Estado A*	Peso a atribuir à linha de base do Estado A.	Peso a atribuir à linha que resulta da existência da ilha que, por questões económicas, terá um peso de 5.

Peso do Estado B*	Peso a atribuir à linha de base do Estado B.	Peso a atribuir à linha que representa o Estado B terá um peso de 2.
Porcentagem do Estado A**	Peso a atribuir ao Estado A, em porcentagem. Por oposição o Estado B terá a diferença dos 100%.	Peso a atribuir à linha que resulta da existência da ilha, que por questões econômica, será de 75%. Por oposição o Estado B terá um peso de 25%.
Distância à costa	Distância máxima relativamente às linhas dos Estados, em metros.	Distância do ponto ponderado mais afastado, em direção ao mar, da linha do Estado A e da linha do Estado B.
Distância entre os vértices	Distância máxima dos vértices que resultam da execução dos <i>scripts</i> .	Os vértices que resultam da execução do <i>script</i> terão uma distância de 5 000 metros.
Oceano	Camada do Oceano entre a linha do Estado A e a linha do Estado B.	Polígono entre a linha do Estado A e a linha do Estado B.

* Dado de entrada do *script* dos pontos ponderados entre dois Estados baseado em pesos.

** Dado de entrada do *script* dos pontos ponderados entre dois Estados baseado em porcentagens.

Na primeira etapa, que consiste na preparação dos dados, são calculados os dados necessários para gerar as *buffers*. É calculado o número de *buffers*, Distância à costa / Distância Vértices, que determinará o número de iterações do ciclo e a distância inicial da *buffer* para cada Estado. Estas distâncias, após a primeira iteração, serão o valor a incrementar à distância da *buffer* da iteração anterior para calcular a distância da *buffer* a aplicar na iteração corrente, para cada Estado. No algoritmo dos pesos, a distância inicial da *buffer* do Estado de menor peso é o valor do campo de entrada Distância entre Vértices e a distância inicial da *buffer* do Estado de maior peso é o valor do campo de entrada Distância entre Vértices a multiplicar pelo Peso maior a dividir pelo Peso menor ($\text{Distância Vértices} * (\text{Peso maior} / \text{Peso menor})$). No algoritmo da porcentagem, o procedimento é idêntico, sendo calculadas as distâncias iniciais de cada um dos Estados considerando, desta vez, as porcentagens. A distância inicial da *buffer* para os Estados com a menor porcentagem é o valor dado pelo utilizador no campo Distância entre Vértices e, a distância inicial da *buffer* do outro Estado é calculada em proporção da sua porcentagem, ou seja, o valor do campo Distância entre Vértices a multiplicar pela sua porcentagem, a dividir pela porcentagem do outro Estado ($\text{Distância Vértices} * (\text{Porcentagem maior} / \text{Porcentagem menor})$). Desta forma garante-se que a distância entre os vértices é a definida pelo utilizador e reflete a porcentagem atribuída. Estes valores serão dados de entrada do ciclo implementado, onde são geradas as *buffers* para cada um dos Estados.

Na segunda etapa, a aplicação das *buffers* ponderadas, é executado um ciclo para determinar os vértices ponderados, iterativamente. A cada iteração do ciclo é gerada, para cada Estado, uma *buffer* à linha de base cujo o dimensionamento inicial decorre da distância inicial da *buffer* do Estado, para o Estado A e para o Estado B, (native:buffer) e as seguintes resultam da distância da *buffer* da iteração imediatamente anterior e à qual é incrementada a distância inicial da *buffer*, para o Estado A e para o Estado B. Os polígonos que resultam das *buffers* geradas são convertidos em linhas (native:polygonstolines), sendo as linhas intersestadas (native:lineintersections) e daí resultando os pontos de interseção. Após a identificação dos pontos de interseção é feita a interseção com a camada do Oceano (native:intersection), por forma a identificar o ponto que se localiza no Oceano, excluindo pontos que se situam sobre terra. Por fim, esse ponto é adicionado à camada de pontos ponderados (native:mergevectorlayers). Com esta função termina a iteração do ciclo, sendo que este repetir-se-á até que o número das iterações seja igual ao número de *buffers* que resultou da etapa anterior.

O resultado é uma camada de pontos que representam a ponderação atribuída a cada um dos Estados, cuja distância entre pontos é a distância definida pelo utilizador e o número de pontos é o número de iterações do ciclo, ou seja, o número de *buffers* calculado inicialmente.

Na Figura 26 e na Figura 27 é apresentada a aplicação do algoritmo da linha ponderada, para os pesos e percentagens, respetivamente, ao caso de estudo realizado na publicação TALOS. Neste cenário, como dados de entrada temos a linha A que é a linha equidistante sem considerar a ilha, e a linha B que é a linha equidistante considerando a ilha, sendo que as linhas equidistantes resultaram da aplicação do algoritmo anterior tendo sido gerado o polígono do Oceano a partir dessas linhas (linhas A e B).

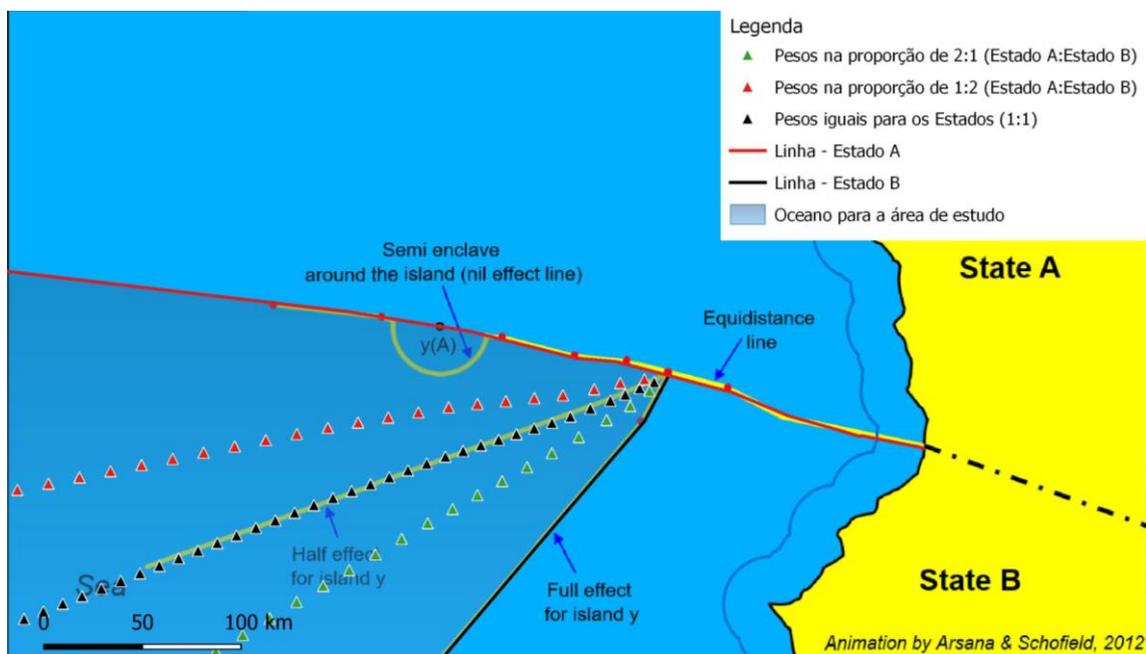


Figura 26 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.

A figura anterior apresenta os dados de saída do algoritmo para três cenários, atribuindo o de maior peso aos vértices da linha do Estado A (2:1), neste caso o dobro do peso aos vértices da linha do Estado B, atribuindo peso menor aos vértices da linha do Estado B (1:2), neste caso metade do peso aos vértices da linha do Estado B e atribuindo peso igual aos vértices das linhas dos Estados.

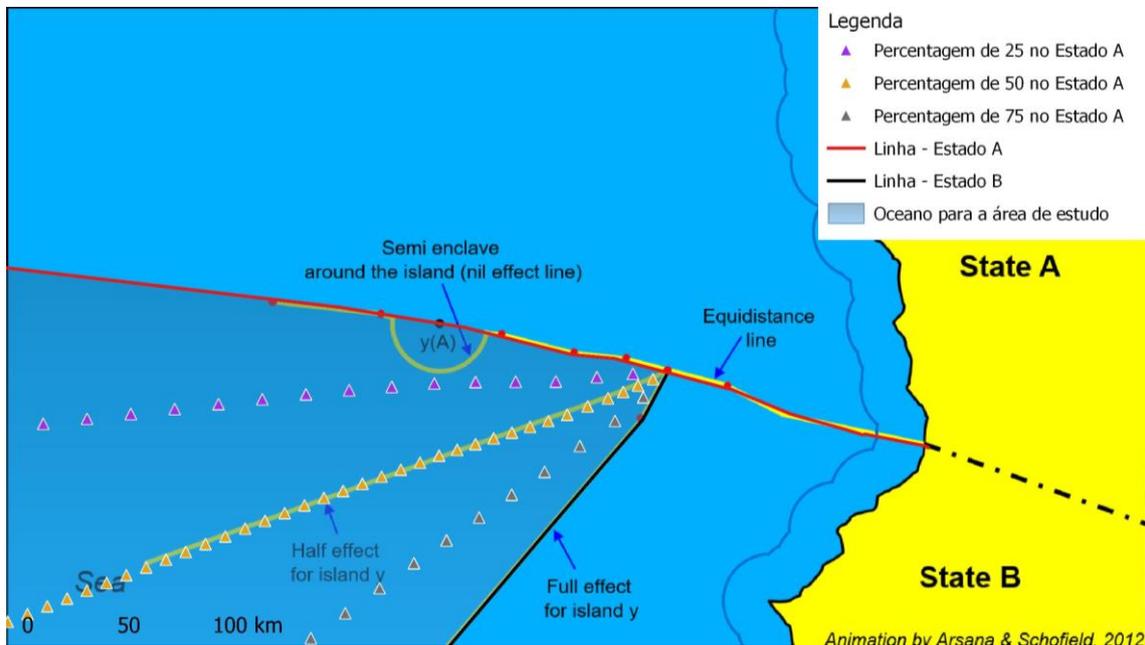


Figura 27 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando percentagens, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.

A Figura 27 apresenta os dados de saída do algoritmo para três cenários, atribuindo o valor de 25% aos vértices da linha do Estado A (por diferença os vértices da linha do Estado A têm o valor de 75%), atribuindo o valor de 50% aos vértices da linha do Estado A (por diferença os vértices da linha do Estado A têm o valor de 50%) e por fim atribuindo o valor de 75% aos vértices da linha do Estado A (por diferença os vértices da linha do Estado A têm o valor de 25%).

Na Figura 28 são apresentados os resultados dos *scripts*, peso e percentagem, do algoritmo de ponderação.

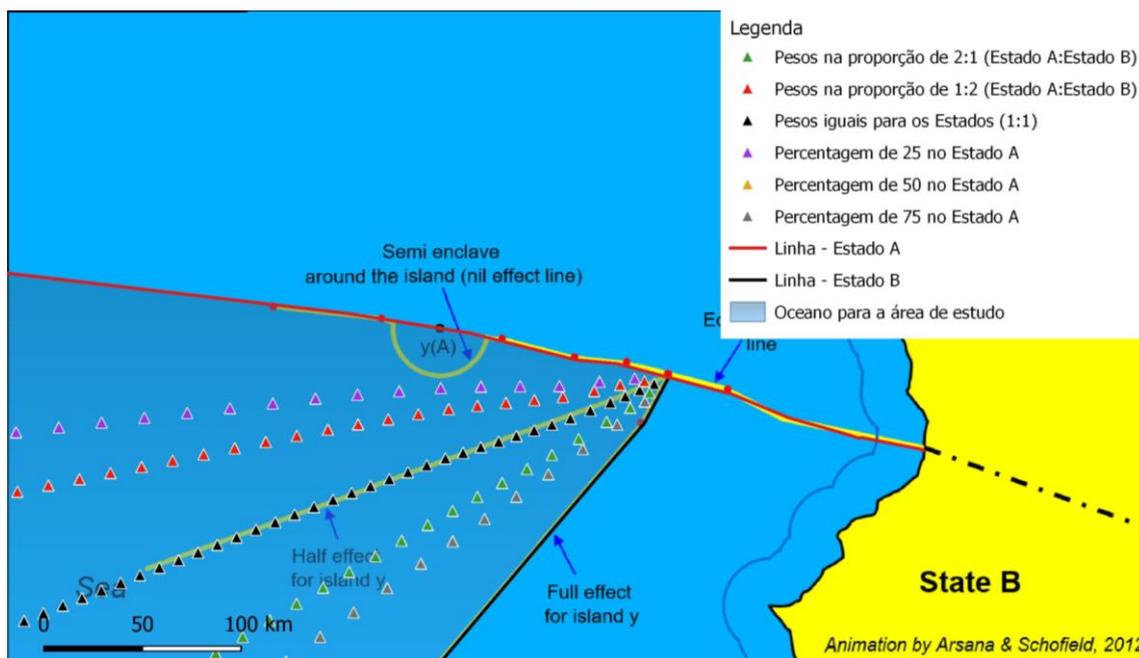


Figura 28 - Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos e percentagens, sobreposto ao exemplo TALOS para Estados adjacentes.

No âmbito deste trabalho foi apresentado um poster no encontro virtual: *GEOINTEGRATION Summit*, organizado pela *United States Geospatial Intelligence Foundation (USGIF)*, que se realizou nos dias 28 e 29 de setembro de 2020 (ANEXO III). Para este poster foram criados os seguintes vídeos de demonstração dos resultados obtidos (que podem ser acedidos no poster):

- Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados com costas adjacentes ([vídeo 1](#) e [vídeo 2](#));
- Algoritmo da linha equidistante sobreposto à figura do TALOS para Estados com costas opostas ([vídeo 3](#) e [vídeo 4](#));
- Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos, sobreposto à figura do TALOS para Estados com costas adjacentes ([vídeo 5](#));
- Algoritmo dos pontos ponderados, aplicando pesos, sobreposto à figura do TALOS para Estados com costas opostas ([vídeo 6](#)).

5.3. Algoritmo de validação da linha equidistante

O algoritmo de validação implementado baseou-se nas orientações do TALOS, manual editado pelo IHO que define as orientações técnicas necessárias para dar cumprimento ao definido pela CNUDM. O *script* desenvolvido é uma ferramenta de geoprocessamento na qual foi utilizada a biblioteca *ArcPy*, desenvolvida em *Python*, e deve ser executado no programa proprietário *ArcMap 10.x*.

A abordagem metodológica apresentada no TALOS adequa-se a uma construção gráfica manual, normalmente realizada sobre a cartografia tradicional de papel, pelo que foi necessário proceder a umas adaptações menores por forma a tornar viável a sua

implementação computacional. Os resultados obtidos, ilustrados nas diversas figuras do referido manual técnico, são, desta forma, determinados com base numa geometria plana, isto é, as medições e os cálculos são assumidos como representados sobre uma referência cartesiana. Importa também realçar que, embora o algoritmo apresentado no TALOS seja aquele que tenha cobertura institucional reconhecida, a sua implementação foi concebida durante os anos 80 do século passado e, como tal, estava sujeita à limitação computacional da altura. O *script* de validação desenvolvido começa por preparar a informação geográfica, seguido da aplicação dos critérios do TALOS e por fim a extração da informação.

Os dados de entrada do *script* (Figura 29) dos estados adjacentes são os seguintes:

- *Workspace (geodatabase)*: Área onde será criada a *geodatabase* e onde serão guardados os dados de saída do *script*;
- *State A - baseline*: Linha de base do Estado A;
- *State B - baseline*: Linha de base do Estado B;
- *Distance between vertices*: Distância máxima entre vértices das linhas de base. Esta distância vai assegurar a existência de vértices nas linhas de base retas entre o ponto inicial e o ponto final;
- *Buffer distance to simplify the baseline*: Distância que irá ser considerada para simplificar os vértices das linhas de base, ou seja, só serão considerados os vértices que contribuem para gerar a *buffer* da distância definida;
- *Distance for 1st equidistant point*: Distância máxima dos pontos equidistantes (linha equidistante) às linhas de base dos Estados;
- *Ocean* - Polígono do oceano para a área onde irão ser gerados os pontos (linhas) equidistantes.

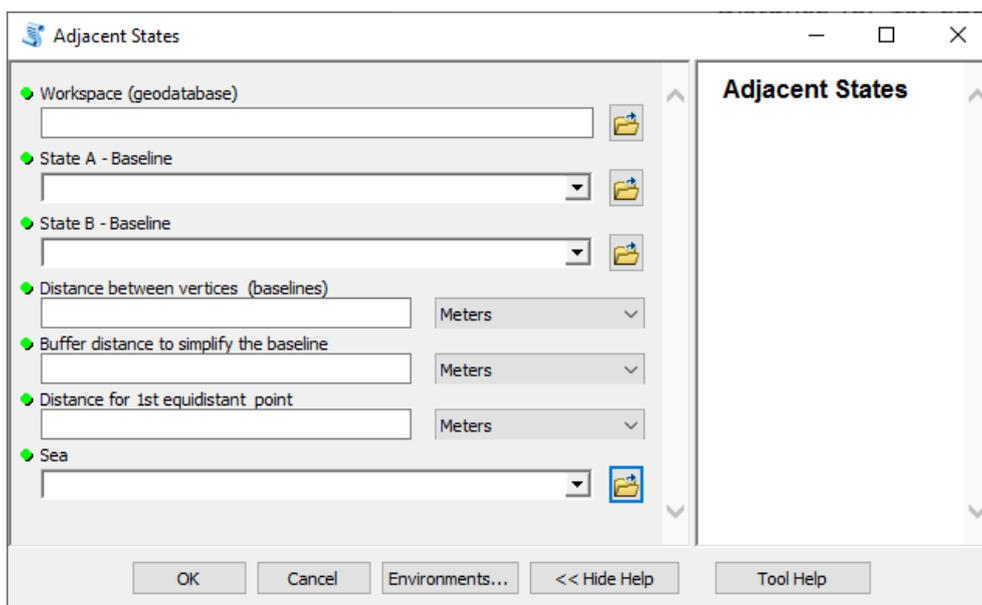


Figura 29 - Interface do *script* algoritmo de validação para os estados com costas adjacentes.

Os dados de entrada do *script* dos estados com costas opostas são os seguintes:

- *Workspace (geodatabase)*: Área onde será criada a *geodatabase* e onde serão guardados os resultados do *script*;
- *State A - baseline*: Linha de base do Estado A;
- *State B - baseline*: Linha de base do Estado B;
- *Distance between vertices (baseline)*: Distância entre vértices das linhas de base. Esta distância vai assegurar a existência de vértices, das linhas de base retas, entre o ponto inicial e o ponto final;
- *First two points*: Pontos mais próximos entre o estado A e o estado B;
- *Ocean*: Polígono do oceano para a área onde serão gerados os pontos (linhas) equidistantes.

A explicação das várias etapas de execução dos algoritmos, implementada em 3 etapas encontra-se representada na Figura 30.

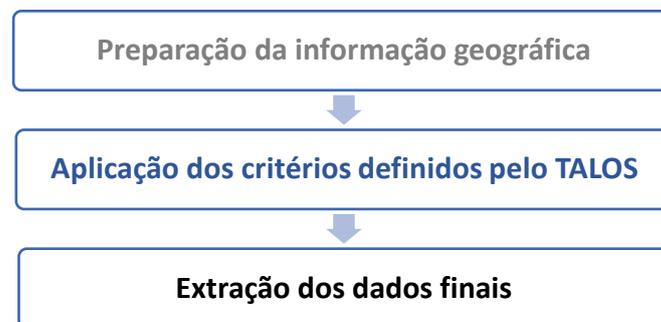


Figura 30 - Esquema das principais etapas do algoritmo de validação.

Na primeira etapa, preparação da informação geográfica, nas linhas de base são gerados vértices de acordo com a distância definida pelo utilizador, permitindo a sua simplificação. Para o caso das linhas de base dos Estados de costas opostas, a distância considerada na simplificação é definida pelo utilizador. Para o caso dos Estados de costas adjacentes a simplificação é feita tendo em conta a distância entre os pontos mais próximos das linhas de base. A simplificação consiste em descartar todos os vértices que não contribuem para gerar a *buffer* da distância definida. Esta simplificação tem como desvantagem não ser determinada a linha equidistante entre as linhas de base e a *buffer* de simplificação e como vantagem tornar o processo de aplicação do algoritmo mais eficiente uma vez que alguns dos vértices das linhas de base são descartados.

A segunda etapa consiste na aplicação dos critérios do TALOS. Numa primeira fase é determinado o primeiro ponto equidistante e numa segunda fase são determinados os restantes pontos equidistantes. No caso de Estados com costas opostas o primeiro ponto equidistante corresponde ao ponto médio da linha que une os vértices mais próximos das linhas de base (Figura 31). No caso dos Estados com costas adjacentes o primeiro ponto equidistante corresponde ao ponto mais distante das linhas de base dos estados e que resulta da interseção das *buffers* geradas a partir das linhas de base (Figura 32).

Em seguida, procede-se à identificação dos pontos equidistantes para os restantes vértices das linhas de base. O algoritmo consiste em encontrar um ponto cuja *buffer* gerada é tangente a três pontos das linhas de base (dois num Estado e um no outro Estado) e não contém nenhum outro vértice das linhas de base dos Estados. Após ser encontrado um ponto equidistante, os vértices que lhe deram origem são descartados e é identificado nas linhas de base, o seguinte vértice mais próximo. É então traçada a perpendicular entre os vértices do mesmo Estado até interseção com a perpendicular da linha equidistante. Essa interseção dá origem a um ponto equidistante candidato, sendo gerada uma *buffer* em torno desse ponto com a distância do vértice do estado que lhe deu origem, e feita a interseção da *buffer* com os vértices dos Estados. Caso a *buffer* não contenha nenhum vértice o ponto candidato passa a ser ponto equidistante, caso contenha algum vértice o ponto candidato é descartado assim como o vértice das linhas de base mais próximo e é repetido o procedimento até encontrar um ponto candidato que cumpra o critério de seleção para ser ponto equidistante (sequência numeradas de 1º a 5º e representadas na Figura 31 e Figura 32).

Na etapa final, extração dos dados finais, temos uma camada de pontos equidistantes e uma camada de linhas que corresponde à linha equidistante entre ambos os Estados.

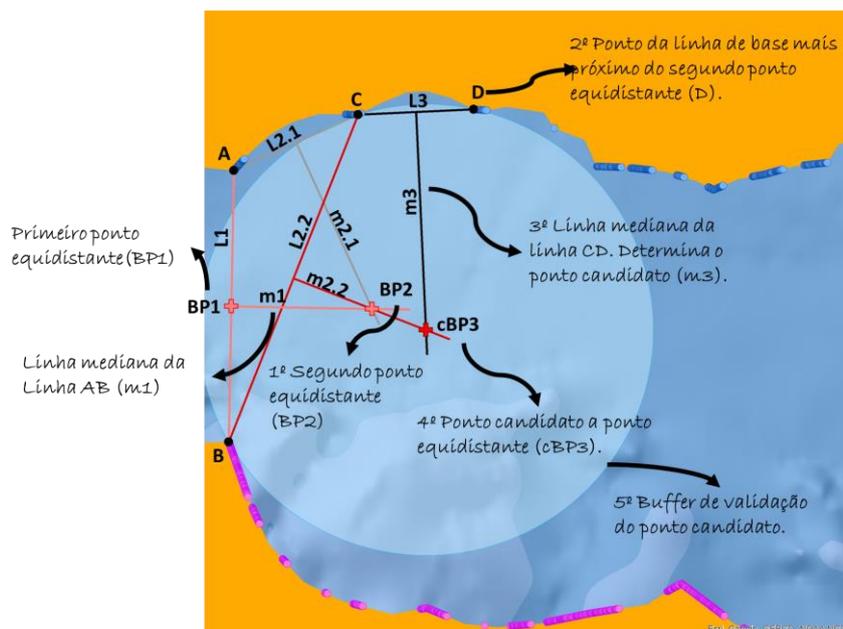


Figura 31 - Visão geral do algoritmo para Estados opostos.

Os pontos BP são pontos equidistantes. Os pontos A, B, C e D são os vértices que dão origem aos pontos equidistantes. As linhas m1, m2.1, m2.2 e m3 são linhas medianas. O ponto BP2 resulta da interseção das linhas medianas m2.1 e m1. O ponto D é o ponto da linha de base mais próximo de BP2 (depois de validado) excluindo os pontos B e C. O ponto cBP3, ponto candidato, resulta da interseção entre as linhas medianas m2.2 e m3. Depois da validação este ponto pode passar a ser um ponto equidistante. Para fazer a validação do ponto candidato é gerada uma *buffer* a partir do ponto candidato, ponto central, e a tocar nos três pontos das linhas de base considerados para determinar o ponto candidato (pontos B, C e D). Por fim, é verificado se a *buffer* não contém pontos das linhas de base (interseção da *buffer* com os vértices das linhas de base). Caso não contenha nenhum vértice o ponto candidato passa a ser ponto equidistante, caso contrário o ponto é excluído e feita nova iteração. Neste caso, o ponto cBP3 passou a ser ponto equidistante (BP3).

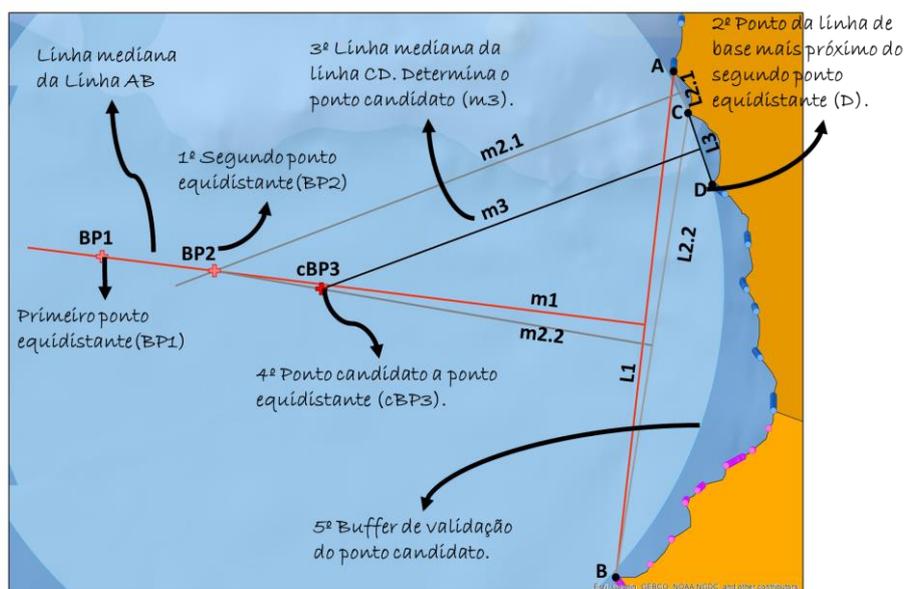
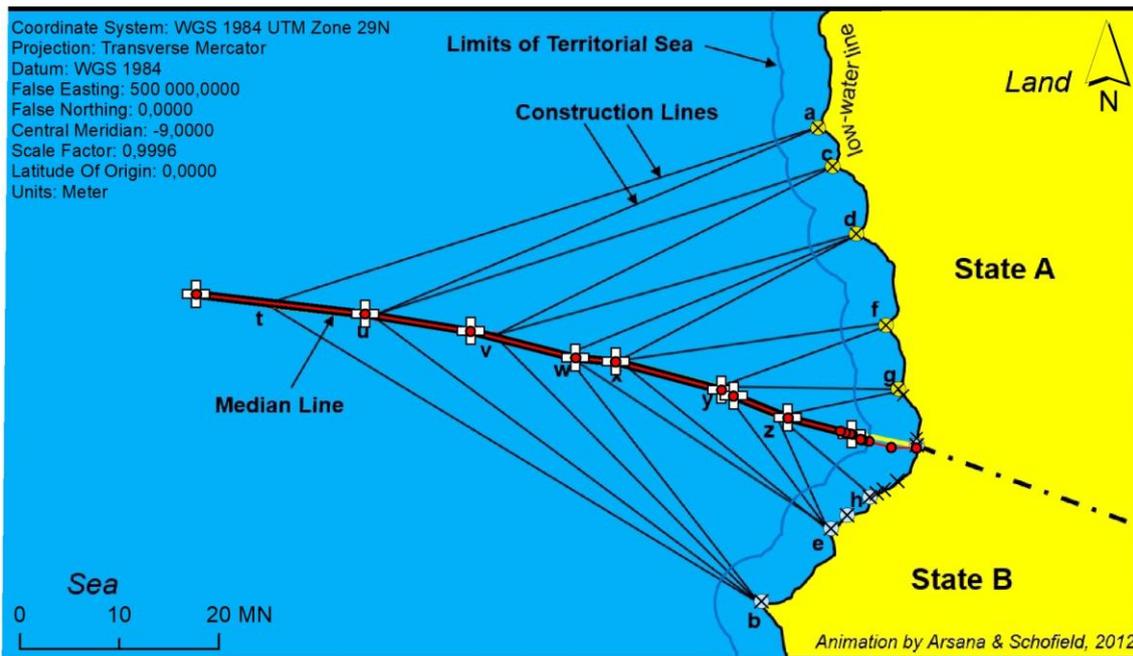


Figura 32 - Visão geral do algoritmo para Estados adjacentes.

Os pontos BP são pontos equidistantes. Os pontos A, B, C e D são os vértices que dão origem aos pontos equidistantes. As linhas m1, m2.1, m2.2 e m3 são linhas medianas. O ponto BP2 resulta da Interseção das linhas medianas m2.1 e m1. O ponto D é o ponto da linha de base mais próximo de BP2 (depois de validado) excluindo os pontos B e C. O ponto cBP3, ponto candidato, resulta da interseção entre as linhas medianas m2.2 e m3. Depois da validação este ponto pode passar a ser um ponto equidistante. Para fazer a validação do ponto candidato é gerada uma *buffer*. A *buffer* é gerada a partir do ponto candidato, ponto central, e a tocar nos três pontos das linhas de base considerados para determinar o ponto candidato (pontos B, C e D). Por fim, é verificado se a *buffer* não contém pontos das linhas de base (interseção da *buffer* com os vértices das linhas de base). Caso não contenha nenhum vértice o ponto candidato passa a ser ponto equidistante, caso não se verifique o ponto é excluído e executada nova iteração. Neste caso, o ponto cBP3 passou a ser ponto equidistante (BP3).

Para validação do algoritmo implementado em QGIS foram utilizadas as imagens disponibilizadas no TALOS²⁹, as linhas equidistantes resultantes da implementação do algoritmo desenvolvido em QGIS e as linhas equidistantes que resultaram da implementação do algoritmo desenvolvido em ArcGIS. Os resultados desta validação são apresentados na Figura 33 para o caso de Estados com costas adjacentes.

²⁹ Manual on technical aspects of the United Nations Conventions on the Law of the Sea - 1982 (special publication n° 51 - 5th edition - June 2014 - Publication of the International Hydrographic (IHO) Bureau, Monaco



Legenda

- Vértices equidistantes (QGIS)
- ⊕ Vértices equidistantes (Validação)
- × Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para determinar os pontos equidistantes (QGIS)
- Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para determinar os pontos equidistantes (Validação)
- × Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para determinar os pontos equidistantes (QGIS)
- Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para determinar os pontos equidistantes (Validação)
- Linha Equidistante (QGIS)
- Linha Equidistante (Validação)

Figura 33 - Linhas equidistantes que resultaram da aplicação do algoritmo de validação e do algoritmo da linha equidistante para as costas dos Estados adjacentes.

De forma a comparar o desempenho dos *scripts* foram utilizados os mesmos dados de entrada (ver Figura 1 e 2 do ANEXO IV), a execução do algoritmo da linha equidistante teve uma duração de 0,68 segundos e o algoritmo de validação teve uma duração de 4 minutos e 32 segundos (ver Figuras 3 e 4 do ANEXO IV).

Para além do desempenho dos algoritmos foi também calculada a distância entre os pontos equidistantes que resultaram da aplicação do algoritmo de validação, para Estados adjacentes, e os segmentos de reta da linha equidistante que resultou da aplicação do algoritmo da linha equidistante, conforme apresentado na Tabela 4. As distâncias foram calculadas a partir da perpendicular ao segmento da reta e o ponto.

Tabela 4 - Distância, perpendicular entre os pontos e a linha, dos pontos equidistante do algoritmo de validação e a linha equidistante do algoritmo equidistante para as costas dos Estados adjacentes.

OBJECTID	Distância (metros)
1	1,91
2	16,26
3	19,76
4	5,21
5	14,45
6	14,61
7	12,03
8	5,49
9	5,58

Admitindo um erro de graficismo de 0,1 mm e uma vez que as cartas a serem entregues nas Nações Unidas, e que conforme mencionado na CNUDM deverão ser de grande escala (> 1:200 000), a diferença admissível deverá ser inferior a 20 metros, onde o fator de escala = distância real/erro de graficismo (distância real = 200 000 * 0,01).

Como se pode verificar na Figura 33 e da análise da Tabela 4, a linha equidistante que resulta da aplicação do algoritmo implementado em QGIS, para determinar a linha equidistante usando os polígonos de Voronoi, aproxima-se, com uma distância real inferior a 20 metros, dos pontos resultantes do algoritmo implementado de acordo com os critérios definidos no TALOS, em ArcGIS, validando desta forma a abordagem Voronoi com a abordagem recomendada pelo TALOS.

No âmbito deste trabalho foi apresentado um poster numa galeria virtual: organizada pela USGIF, que se realizou em abril de 2020 (ANEXO V).

PARTE III – ESTUDO DE CASO – AS FRONTEIRAS MARÍTIMAS NA LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

6. A lei do mar e a definição legal dos espaços marítimos nacionais

Portugal assinou a CNUDM em 10 de dezembro de 1982, logo que esta convenção foi adotada pelas Nações Unidas, tendo depositado o seu instrumento da ratificação em 3 de novembro de 1997³⁰ através do Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97, de 14 de outubro³¹. A Lei n.º 34/2006³², de 28 de junho, determina a extensão das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional, que refere, no Artigo 3.º: "As disposições da presente lei são interpretadas em conformidade com os princípios e normas do direito internacional, designadamente os previstos na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 10 de Dezembro de 1982."

Portugal tem fronteiras marítimas com dois Estados, o Reino de Espanha e o Reino de Marrocos, o que torna o caso de estudo bastante diversificado permitindo assim aplicar os diferentes algoritmos desenvolvidos assumindo diferentes cenários.

Está fora do âmbito deste trabalho validar as fronteiras marítimas existentes e atualmente aceites pelos Estados, privilegiando-se a aplicação dos algoritmos desenvolvidos a um caso real. Os algoritmos desenvolvidos geram linhas equidistantes e pontos ponderados entre Estados e não linhas nem pontos de fronteira. Estas, à luz da Convenção, deverão ser preferencialmente acordadas entre as partes, sendo que a sua configuração final poderá ser uma simplificação do resultado desta abordagem.

Este estudo de caso abrange as áreas 1, 2 e 3 representadas na Figura 34 e para as quais foram definidos os cenários. As áreas e os cenários apresentados foram selecionados de forma a demonstrar a aplicação prática dos três *scripts* da ferramenta desenvolvida.

³⁰ https://www.un.org/Depts/los/reference_files/UNCLOS%20Status%20table_ENG.pdf (acedido em: janeiro de 2021)

³¹ <https://dre.pt/application/conteudo/152896> (acedido em: janeiro de 2021)

³² <https://dre.pt/application/conteudo/539401> (acedido em: janeiro de 2021)

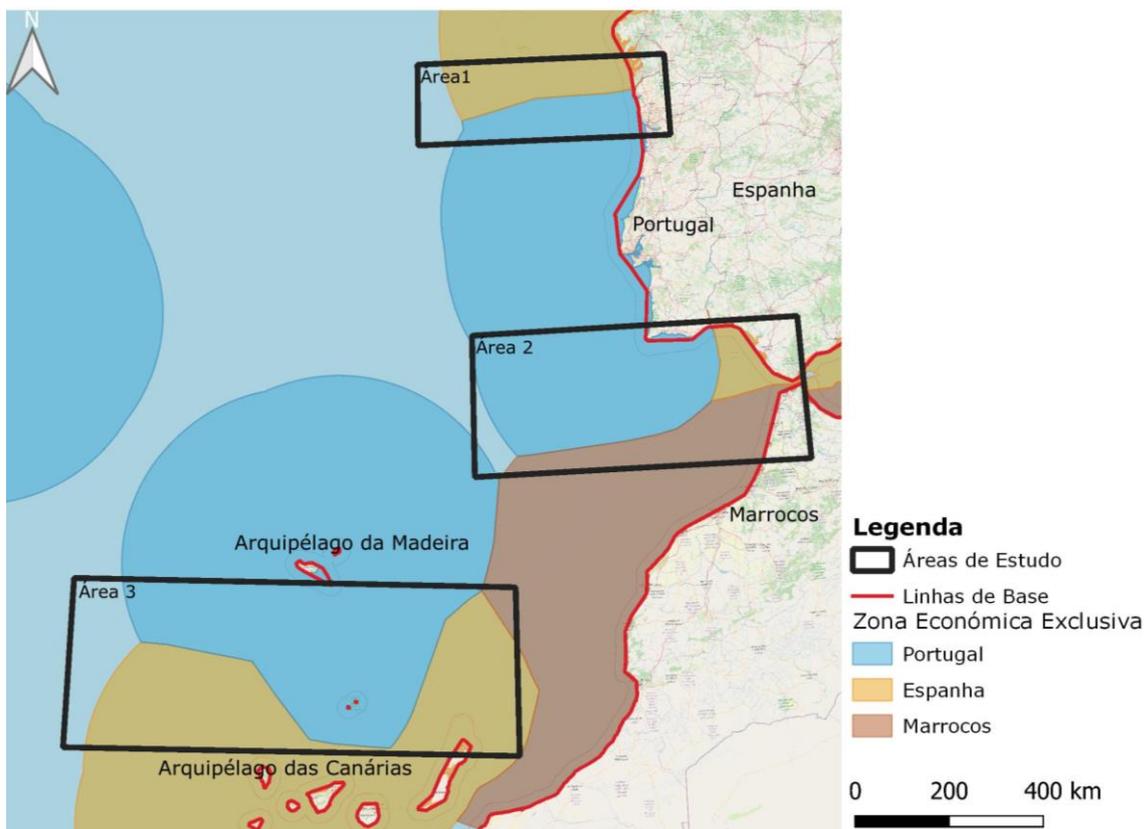


Figura 34 - Áreas do estudo de caso.

Na área 1, que abrange áreas marítimas comuns entre Portugal e Espanha, foi gerado um cenário considerando que ambos os Estados têm direitos iguais, e assim aplicado o método da equidistância (*script* da linha equidistante).

Na área 2, que abrange áreas marítimas comuns entre Portugal, Espanha e Marrocos, foi gerado um cenário, idêntico ao anterior, envolvendo os três Estados, no qual se consideraram direitos iguais para cada um dos Estados, sendo aplicado o método da equidistância (*script* da linha equidistante).

Na área 3, mais a Sul, que abrange áreas marítimas comuns entre Portugal (Arquipélago da Madeira) e Espanha (Arquipélago das Canárias), foram consideradas quatro hipóteses. Nas duas primeiras hipóteses onde, à semelhança dos cenários anteriores, ambos os Estados têm direitos iguais, foi aplicado o método da equidistância (*script* da linha equidistante), nas terceira e quarta hipóteses os Estados têm ponderações diferentes e foi aplicado o método da equidade (*scripts* de pesos e de percentagem, respetivamente).

As zonas marítimas utilizadas no estudo de caso foram descarregadas do sítio da internet: <https://www.marineregions.org/> (acedido em: dezembro de 2020).

6.1. Cenário da Área 1

O cenário apresentado considera que ambos os Estados têm direitos iguais, pelo que foi aplicado o princípio da equidistância.

Os dados de entrada do *script* da linha equidistante foram as seguintes:

- *State A - baseline*: Linha de base de Portugal;
- *State B - baseline*: Linha de base de Espanha;
- *Baselines distance*: 370 400 metros, valor que corresponde às 200 MN da ZEE;
- *Distance between baselines vertices*: 1 000 metros para a distância máxima entre os vértices das linhas de base. Esta distância assegura que as linhas de base reta têm pontos intermédios;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo. Esta área tem como limite interior, as linhas de base dos Estados.

Os dados de entrada do *script* da linha equidistante podem ser observados na Figura 35:

The screenshot displays the 'Equidistant Line' script interface. It includes a 'Parameters' tab and a 'Log' button. The main area contains several input fields and checkboxes for configuring the script. The 'State A - baseline' and 'State B - baseline' fields are dropdown menus. The 'Baselines distance (meters)' and 'Distance between baseline vertices (meters)' fields are text inputs with unit dropdowns. The 'Folder support' field is a text input. The 'Ocean' field is a dropdown menu. The 'Equidistante line' field is a text input with a checked checkbox 'Open output file after running algorithm'. The 'Equidistante vertices' field is a text input with a checked checkbox. The 'Minimum distance between equidistante vertices and State A' and 'Minimum distance between equidistante vertices and State B' fields are text inputs with checked checkboxes. The 'Vertices State A used to create de equidistant line' and 'Vertices State B used to create de equidistant line' fields are text inputs with checked checkboxes. At the bottom, there is a progress bar showing '0%', a 'Cancel' button, a 'Run as Batch Process...' button, a 'Run' button, and a 'Close' button.

Figura 35 - Interface do *script* da linha equidistante.

Em termos de desempenho, a execução do algoritmo teve uma duração de 1,93 segundos (ver Figura 1 do ANEXO VI).

O resultado da execução do *script* está representado na Figura 36.

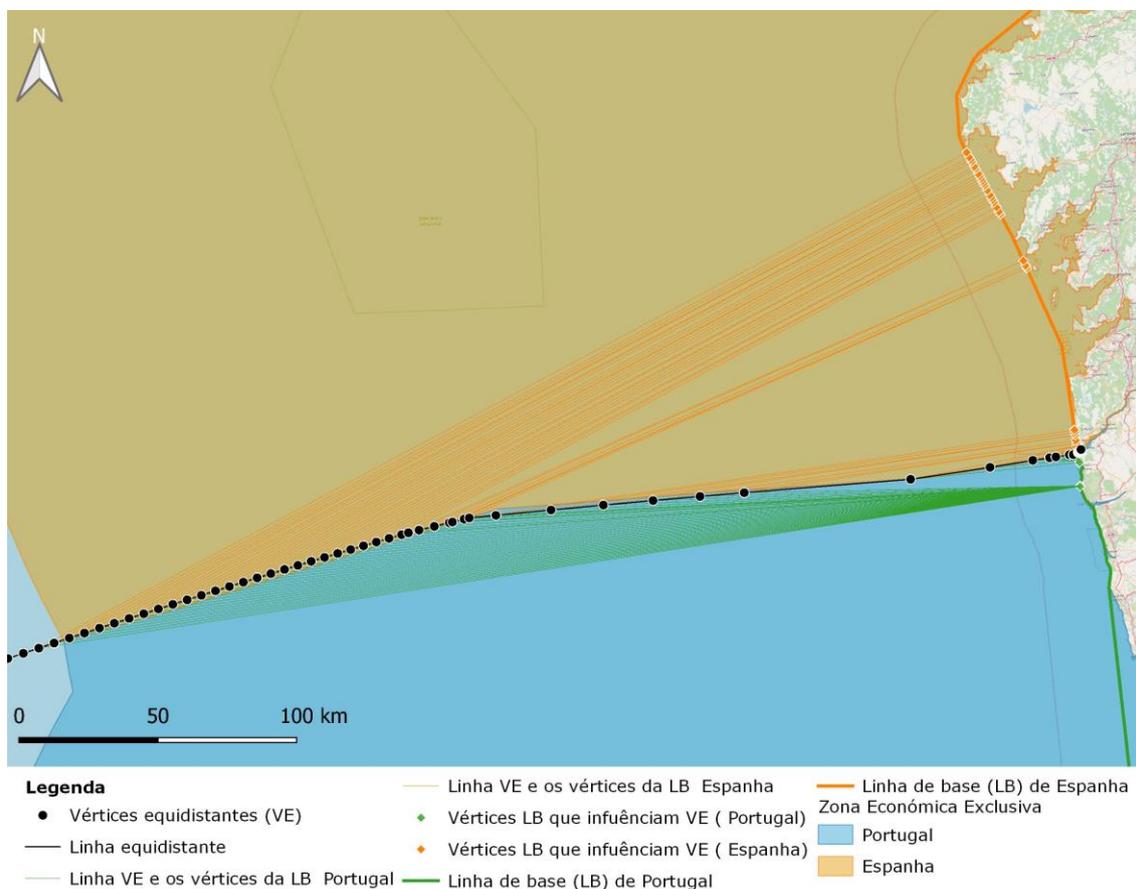


Figura 36 - Resultado *script* da linha equidistante.

Os vértices equidistantes e respetiva linha equidistante têm uma localização aproximada no limite das ZEE, como se representa na Figura 36. Como informação complementar estão também representados os vértices das linhas de base que contribuíram para determinar os vértices equidistantes (Vértices LB que influenciam VE) assim como a sua relação direta, informação esta que também resulta da execução do *script*.

6.2. Cenário da Área 2

O cenário apresentado na Área 2 considera que todos os Estados, Portugal, Espanha e Marrocos, têm direitos iguais, pelo que foi aplicado o princípio da equidistância. Neste caso o *script* tem de ser executado considerando as linhas de base de Portugal e de Espanha e executado de forma a englobar as linhas de base de Portugal e de Marrocos. O resultado da linha equidistante entre Portugal e os países vizinhos é a interseção das duas linhas resultantes.

Os dados de entrada do *script* da linha equidistante foram:

- *State A - baseline*: Linha de base de Portugal;

- *State B - baseline*: Linha de base de Espanha/ Linha de base de Marrocos;
- *Baselines distance*: 370 400 metros, valor que corresponde às 200 MN da ZEE;
- *Distance between baselines vertices*: 1 000 metros para a distância máxima entre os vértices das linhas de base. Esta distância assegura que as linhas de base reta têm pontos intermédios;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo. Esta área tem como limite interior, as linhas de base dos Estados.

A execução do algoritmo para o caso de Portugal e Espanha teve uma duração de 2,53 segundos (ver Figura 2 do ANEXO VI).

A execução do algoritmo para o caso de Portugal e Marrocos teve uma duração de 4,44 segundos (ver Figura 3 do ANEXO VI).

O resultado da execução do *script* está representado na Figura 37 onde se pode verificar que os vértices equidistantes e respetiva linha equidistantes têm um traçado e uma localização aproximada do limite das ZEE. Neste cenário não é apresentada a informação complementar, ainda que tenha sido gerada, nomeadamente os vértices das linhas de base que contribuíram para determinar os vértices equidistantes (Vértices LB que influenciam VE), para facilitar a visualização do resultado.

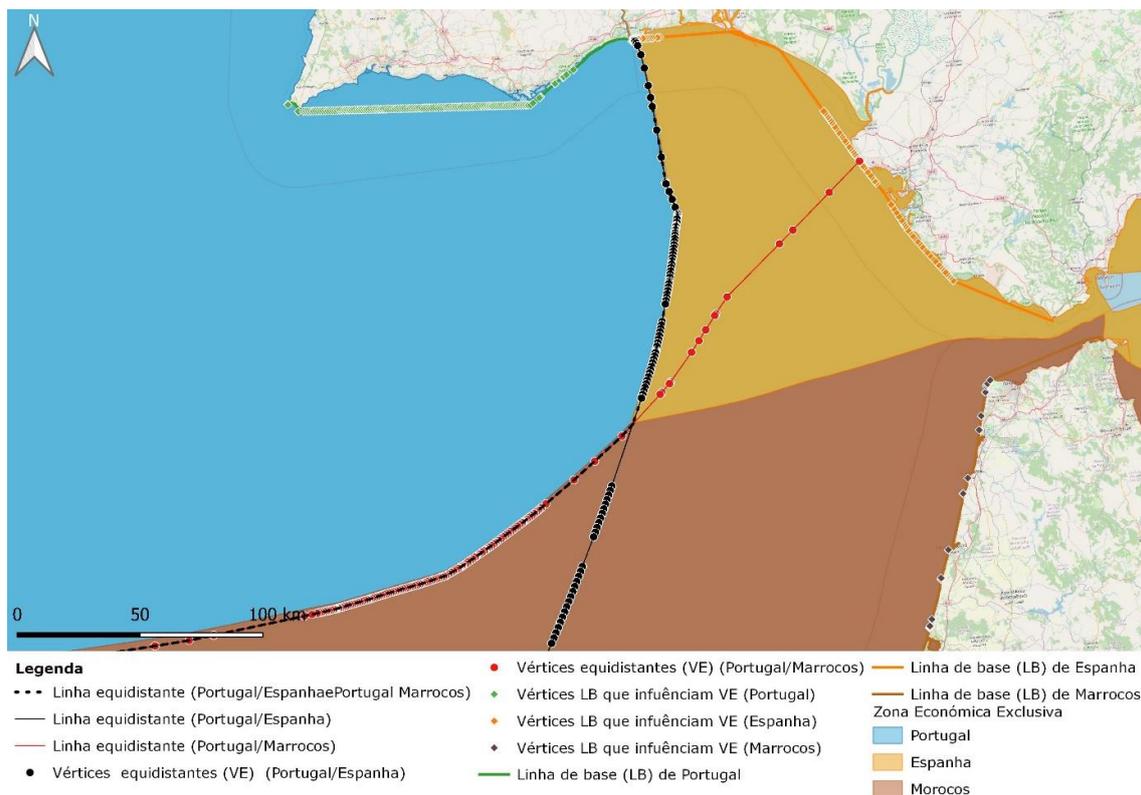


Figura 37 - Resultado *script* da linha equidistante entre Portugal e Espanha e Portugal e Marrocos.

Após determinar a linha equidistante entre Portugal e Espanha e a linha equidistante entre Portugal e Marrocos foi gerada a linha equidistante entre Portugal e os países vizinhos (representada a tracejado na Figura 37).

6.3. Cenário da Área 3

O cenário da área 3 é composto por várias hipóteses. A hipótese 1 (H1) considera que ambos os estados (Arquipélago da Madeira e Arquipélago das Canárias) têm direitos iguais. A hipótese 2 (H2) considera que a linha de base do Arquipélago da Madeira não inclui a linha de base das ilhas Selvagens e que ambos os Estados têm o mesmo direito. A hipótese 3 (H3) e a hipótese 4 (H4) têm como dados de entrada as linhas resultantes das duas hipóteses anteriores. Na H3 foram atribuídos pesos diferentes às linhas de entrada e na H4 foram atribuídas percentagens diferentes. H3 e H4 representam formas diferentes de calcular pontos ponderados entre Estados.

Hipótese 1: Linhas de base do Arquipélago da Madeira e Arquipélago das Canárias.

O cenário apresentado considera que ambos os Estados têm direitos iguais, condição para que fosse aplicado o princípio da equidistância.

Os dados de entrada do *script* da linha equidistante foram:

- *State A - baseline*: Linha de base de Portugal para o Arquipélago da Madeira;
- *State B - baseline*: Linha de base de Espanha para Arquipélago das Canárias;
- *Baselines distance*: 370 400 metros, valor que corresponde às 200 MN da ZEE;
- *Distance between baselines vertices*: 1 000 metros para a distância máxima entre os vértices das linhas de base. Esta distância assegura que as linhas de base reta têm pontos intermédios;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo como limite interior, as linhas de base dos Estados.

A execução do algoritmo teve uma duração de 6,56 segundos (ver Figura 4 do ANEXO VI).

Hipótese 2: Linhas de base do Arquipélago da Madeira sem a linha de base das ilhas Selvagens e do Arquipélago das Canárias.

O cenário apresentado considera que ambos os Estados têm direitos iguais, pelo que foi aplicado o princípio da equidistância.

Os dados de entrada do *script* da linha equidistante foram:

- *State A - baseline*: Linha de base de Portugal para o Arquipélago da Madeira sem a linha de base das ilhas Selvagens;
- *State B - baseline*: Linha de base de Espanha para Arquipélago das Canárias;
- *Baselines distance*: 370 400 metros, valor que corresponde às 200 MN da ZEE.

- *Distance between baselines vertices*: 1 000 metros para a distância máxima entre os vértices das linhas de base. Esta distância assegura que as linhas de base reta têm pontos intermédios;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo. Esta área tem como limite interior, as linhas de base dos Estados.

A execução do algoritmo teve uma duração de 6,06 segundos (ver Figura 5 do ANEXO VI).

O resultado das hipóteses H1 e da H2 está representado na Figura 38:

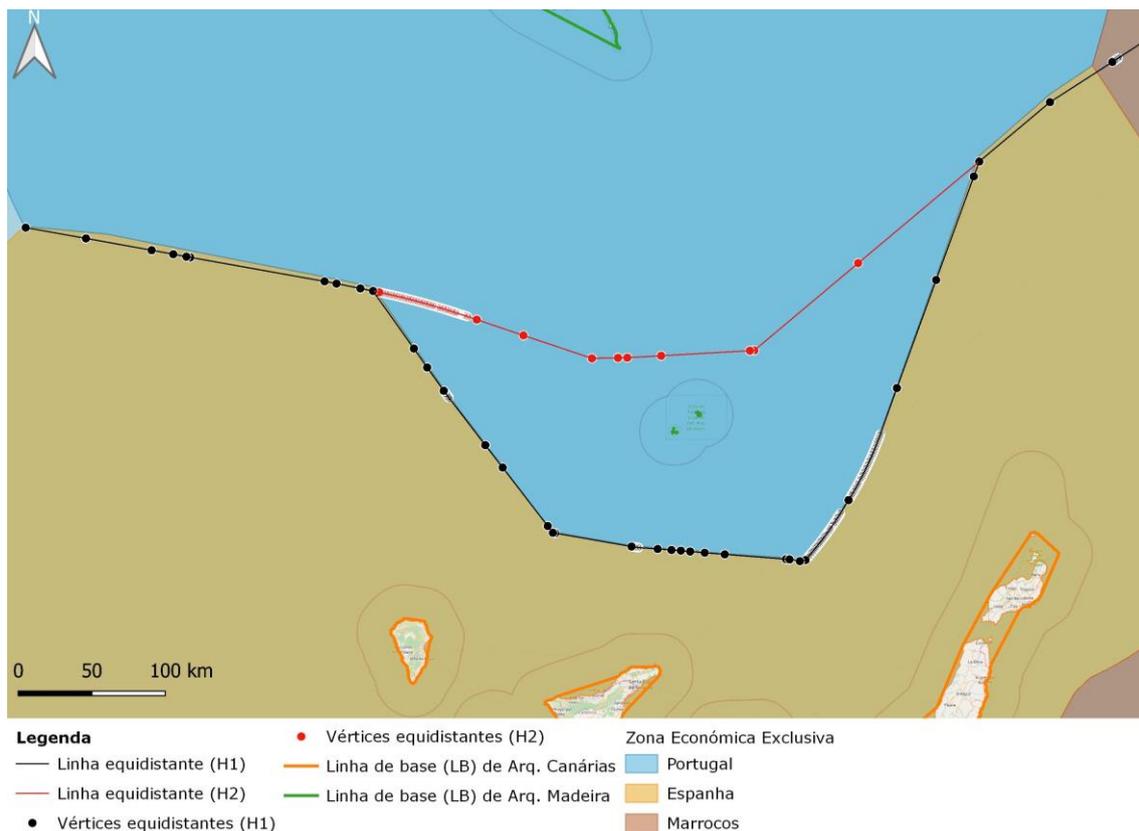


Figura 38 - Resultado *script* da linha equidistante da H1 e da H2.

Conforme representado na Figura 38 os vértices equidistantes e a respetiva linha equidistante têm uma localização aproximada do limite das ZEE, para o caso da H1. A informação complementar gerada não está representada - de forma a simplificar a leitura da figura -, nomeadamente os vértices das linhas de base que contribuíram para determinar os vértices equidistantes (Vértices LB que influenciam VE).

Hipótese 3: *Script* dos pesos tendo como dados de entrada as linhas equidistantes que resultaram da aplicação do algoritmo da equidistância.

A H3 resulta da aplicação do *script* dos pesos. Este *script* tem como dados de entrada as linhas resultantes da H1 e H2 às quais foram aplicados diferentes pesos.

Os dados de entrada do *script* de pesos foram:

- *State A - line*: Linha equidistante que resultou na H2;
- *State B - line*: Linha equidistante que resultou na H1;
- *Wight State A*: 2 / 1 / 1 (entradas distintas em cada execução do *script*);
- *Wight State B*: 1 / 1 /1 (entradas distintas em cada execução do *script*);
- *Line distance*: 140 000 metros, que é a distância máxima entre as duas linhas;
- *Distance between weighting vertices*: 1 000 metros, distância entre os pontos resultantes da aplicação do *script*;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo. Esta área tem como limite interior, as linhas equidistantes de entrada.

Os dados de entrada do *script* de pesos podem ser observados na Figura 39:

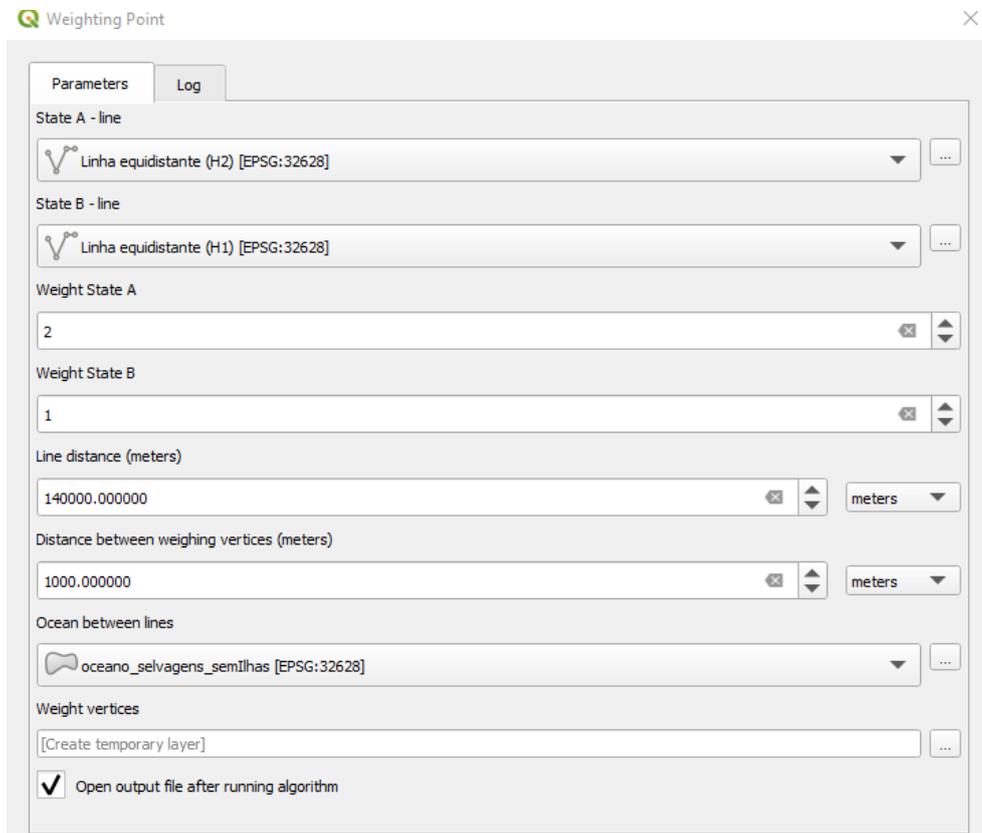


Figura 39 - Interface do *script* de pesos.

A execução do *script* para a ponderação 2:1, onde a linha do Estado A tem um peso de 2 e a linha do Estado B tem um peso de 1, teve uma duração de 6,17 segundos (ver Figura 6 do ANEXO VI).

A execução do *script* para a ponderação 1:2, onde a linha do Estado A tem um peso de 1 e a linha do Estado B tem um peso de 2, teve uma duração de 6,41 segundos (ver Figura 7 do ANEXO VI).

A execução do *script* para a ponderação 1:1, onde a linha do Estado A tem um peso de 1 e a linha do Estado B tem um peso de 1, teve uma duração de 7,19 segundos (ver Figura 8 do ANEXO VI).

O resultado obtido pode observar-se na Figura 40 e reflete os pesos atribuídos a cada um dos casos. Os vértices ponderados 2:1 resultam da opção de atribuir o dobro do peso aos vértices do Estado A, os vértices ponderados 1:2 resultam da opção de atribuir o dobro do peso aos vértices do Estado B e os vértices ponderados 1:1 resultam da opção de atribuir o mesmo peso a ambos os Estados.



Figura 40 - Resultado *script* de pesos para as linhas equidistantes da H1 e da H2.

Hipótese 4: *Script* das percentagens tendo como dados de entrada as linhas equidistantes que resultaram da aplicação do algoritmo da equidistância.

A H3 resulta da aplicação do *script* das percentagens. Este *script* tem como dados de entrada as linhas resultantes da H1 e H2 às quais foram aplicadas diferentes percentagens.

Os dados de entrada do *script* das percentagens foram:

- *State A - line*: Linha de base de Portugal para o Arquipélago da Madeira sem a linha de base das ilhas Selvagens;
- *State B - line*: Linha de base de Espanha para Arquipélago das Canárias.
- Percentage State A: 50 / 25 / 75;
- *Line distance*: 140 000 metros, que é a distância máxima entre as duas linhas;

- *Distance between percentage vertices*: 1 000 metros, distância entre os pontos resultantes da aplicação do *script*;
- *Ocean*: Polígono que representa o oceano para a área de estudo. Esta área tem como limite interior, as linhas de base dos Estados.

Os dados de entrada do *script* das percentagens podem ser observados na Figura 41:

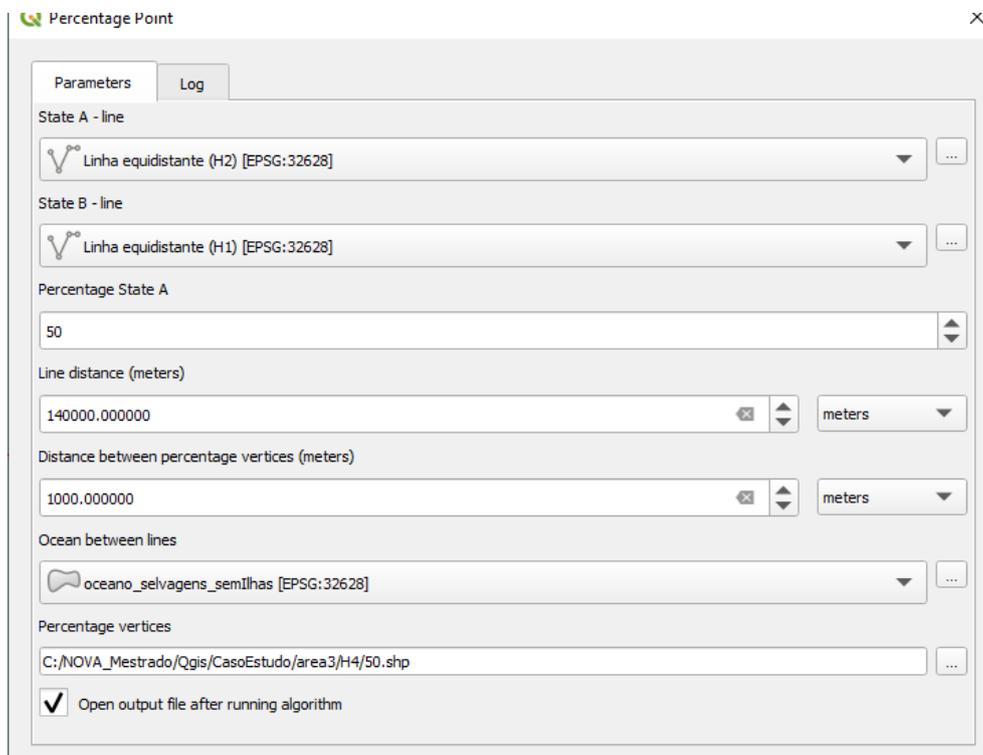


Figura 41 - Interface do *script* das percentagens.

A execução do *script* da percentagem com atribuição de um peso de 50% ao estado A, onde implicitamente o estado B tem um peso de 50%, teve uma duração de 6,96 segundos (ver Figura 9 do ANEXO VI).

A execução do *script* da percentagem com atribuição de um peso de 25% ao estado A, onde implicitamente o estado B tem um peso de 75%, teve uma duração de 6,29 segundos (ver Figura 10 do ANEXO VI).

A execução do *script* da percentagem com atribuição de um peso de 75% ao Estado A, onde implicitamente o estado B tem um peso de 25%, teve uma duração de 5,95 segundos (ver Figura 11 do ANEXO VI).

Os vértices representados na Figura 42 refletem as percentagens atribuídas a cada um dos casos, os vértices ponderados (Estado A: 75%) resultam da opção de atribuir uma percentagem de 75% aos vértices do Estado A e uma percentagem de 25% aos vértices do Estado B; os vértices ponderados (Estado A: 25%) resultam da opção de atribuir uma percentagem de 25% aos vértices do Estado A e uma percentagem de 75% aos vértices do Estado B e os vértices ponderados (Estado A: 50%) resultam da opção de atribuir uma percentagem de 50% aos vértices do Estado A e uma percentagem de 50% aos vértices do Estado B, ou seja, pesos iguais para ambos os vértices.

O resultado pode ser observado na Figura 42:

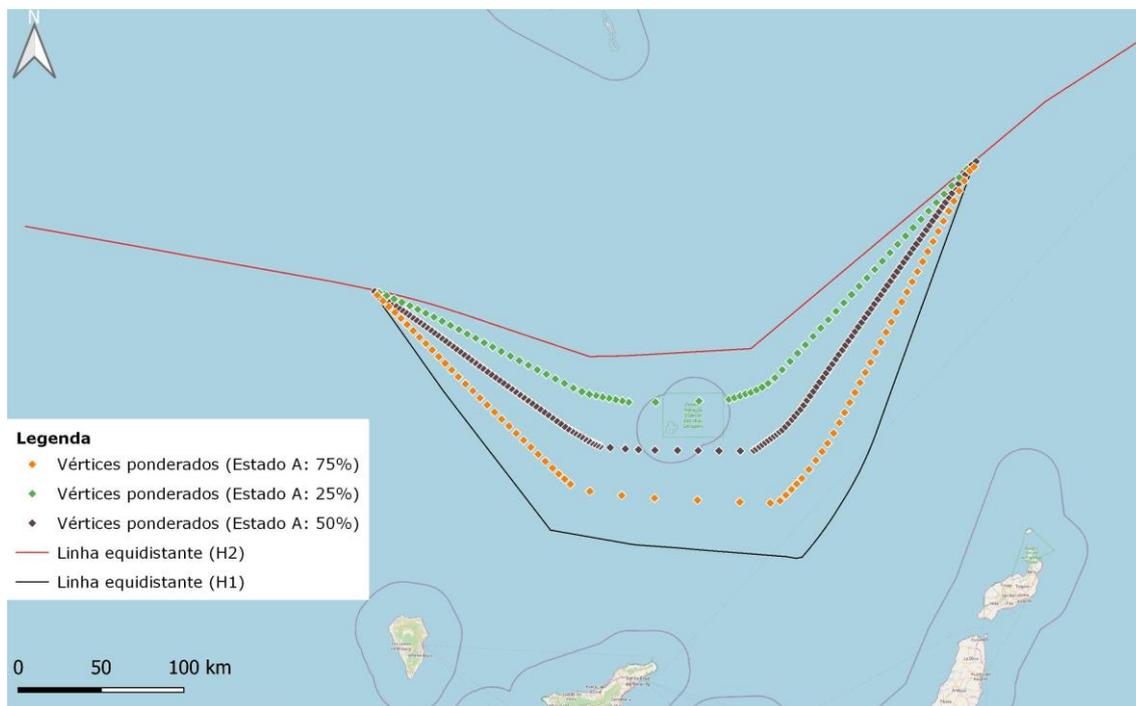


Figura 42 - Resultado do *script* da percentagem para as linhas equidistantes da H1 e da H2.

7. Conclusões

A ferramenta desenvolvida e apresentada, permite gerar os limites resultantes da aplicação direta do método da equidistância e os limites definidos pelos fatores de ponderação, cumpre os objetivos propostos neste trabalho nomeadamente identificando os limites bilaterais aplicando o princípio base da CNUDM - princípio da equidistância e princípio da equidade, aplicando ponderações a vértices em casos particulares.

Os *scripts* têm um tempo de execução bastante satisfatório, permitindo em poucos segundos gerar e analisar diferentes cenários. Os *scripts* desenvolvidos são complementares entre si, respondendo aos critérios identificados na CNUDM, podendo ser aplicados a Estados opostos e a Estados adjacentes, e analisar casos particulares tais como ilhas ou áreas marinhas relevantes e que pelas suas características justifiquem uma análise específica.

Conforme constatado no capítulo da validação, considera-se que o algoritmo desenvolvido para determinar a linha equidistante tem bons resultados quer em termos de posicionamento da linha equidistante quer em termos de desempenho, cumprindo assim o objetivo de gerar vários cenários e suportar as negociações e tomada de decisão.

É gerado um único resultado para cada execução dos *scripts*, uma camada de linha ou uma camada de pontos, os quais podem ser usados como suporte nas negociações político-diplomáticas entre os Estados. Para o caso dos *scripts* das ponderações podem

ser gerados vários cenários de forma a demonstrar visualmente as ponderações definidas, que refletem os argumentos de equidade.

A opção de desenvolver esta ferramenta em código aberto permite uma utilização mais abrangente.

7.1. Trabalho futuro

Como trabalho futuro propõe-se a identificação de fatores considerados no âmbito das negociações político-diplomáticas entre os Estados e que influenciam a delimitação de fronteiras bilaterais quando aplicado o princípio da equidade. Desta forma seria possível definir, para uma zona em particular, ponderações para os diferentes fatores e gerar os pontos equitativos considerando as ponderações atribuídas a cada um dos fatores. Estes fatores podem estar relacionados com questões ambientais, densidade populacional, comprimento da linha de costa ou nível de desenvolvimento do Estado. Esta metodologia irá permitir gerar cenários que reflitam a equidade de cada um dos fatores dando origem a um único resultado permitindo assim que os cenários gerados suportem de uma forma mais concreta e transparente a tomada de decisão.

Dar a possibilidade ao utilizador de definir o sistema de coordenadas dos dados de saída evitando assim que tenha de garantir que os dados de entrada tenham o mesmo sistema de coordenadas, minimizando o tempo de preparação e etapas a realizar para utilizar a ferramenta.

Outra proposta de trabalho futuro é o desenvolvimento dos algoritmos tendo por base cálculos geodésicos, por forma a melhorar a precisão na determinação dos pontos equidistantes e dos pontos resultantes da ponderação.

8. Bibliografia

- A Collier, P., A Murphy, B., J Mitchell, D., & Leahy, F. (2002). *The Automated Delimitation of Maritime Boundaries-An Australian Perspective*. 3.
- Alexander, L. M. (1986). The delimitation of maritime boundaries. *Political Geography Quarterly*, 5(1), 19–24. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0260-9827\(86\)90006-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0260-9827(86)90006-6)
- Arsana, A. (2014). *Challenges and opportunities in the delimitation of Indonesia's maritime boundaries: a legal and technical approach*. University of Wollongong.
- Balzer, M. (2009). Capacity-Constrained Voronoi Diagrams in Continuous Spaces. *2009 Sixth International Symposium on Voronoi Diagrams*, 79–88. <https://doi.org/10.1109/ISVD.2009.28>
- Cândido, A. (2012). *A Convenção De Montego Bay E Portugal – Delimitação Das Zonas Marítimas Da Madeira*. 12, 165–184.
- CNUDM. (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea. UN. https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

- Guo, R. (2018). *Chapter 11 - Territorial Disputes and Cross-Border Management* (R. B. T.-C.-B. R. M. (Third E. Guo, Ed.). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64002-4.00011-8>
- IHO, & IAG. (2014). *S-51 A manual on technical aspects of the United Nations Convention on the Law of the Sea - 1982* (4th ed., Vol. 1982). Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Kastrisios, C. (2015). Methods of Maritime Outer Limits Delimitation. In *Nausivios Chora* (Vol. 5). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28772.22402>
- Kastrisios, C., & Tsoulos, L. (2016). A cohesive methodology for the delimitation of maritime zones and boundaries. *Ocean & Coastal Management, 130*, 188–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.015>
- Kastrisios, C., & Tsoulos, L. (2017). *Maritime Zones Delimitation - Problems and Solutions*. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-1-59-2017>
- Lévesque, S., Cockburn, S., & Mcleay, C. (2008). *MODERN DEVELOPMENTS IN GEOSPATIAL MANAGEMENT IN THE FIELD OF MARINE CADASTRE*.
- Madsen, K. D., & Ruderman, D. B. (2016). Robert Frost's ambivalence: Borders and boundaries in poetic and political discourse. *Political Geography, 55*, 82–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2016.06.003>
- Obregon, E. S., & Samson, B. (2017). Nicaragua before the international court of justice: Impacts on international law. *Nicaragua Before the International Court of Justice: Impacts on International Law*, 1–435. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62962-9>
- Østhagen, A. (2020). Maritime boundary disputes: What are they and why do they matter? *Marine Policy, 120*, 104118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104118>
- Pratomo, E., & Kwik, J. (2020). Good agreements make good neighbours: Settlements on maritime boundary disputes in South East Asia. *Marine Policy, 117*, 103943. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103943>
- Prerna, R., & Pandey, D. K. (2018). The shades of grey over blue: A maritime delimitation dogma. *Ocean & Coastal Management, 158*, 93–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.027>
- Prescott, V. (1997). The completion of marine boundary delimitation between Australia and Indonesia. *Geopolitics and International Boundaries, 2*(2), 132–149. <https://doi.org/10.1080/13629379708407593>

ANEXO I - MANUAL DE INSTALAÇÃO

A pasta *seapointtool* contém os *scripts* desenvolvidos.

1 - Abrir a pasta do QGIS onde são guardados os *plugins* (...\\QGIS\\QGIS3\\profiles\\default\\python\\plugins).

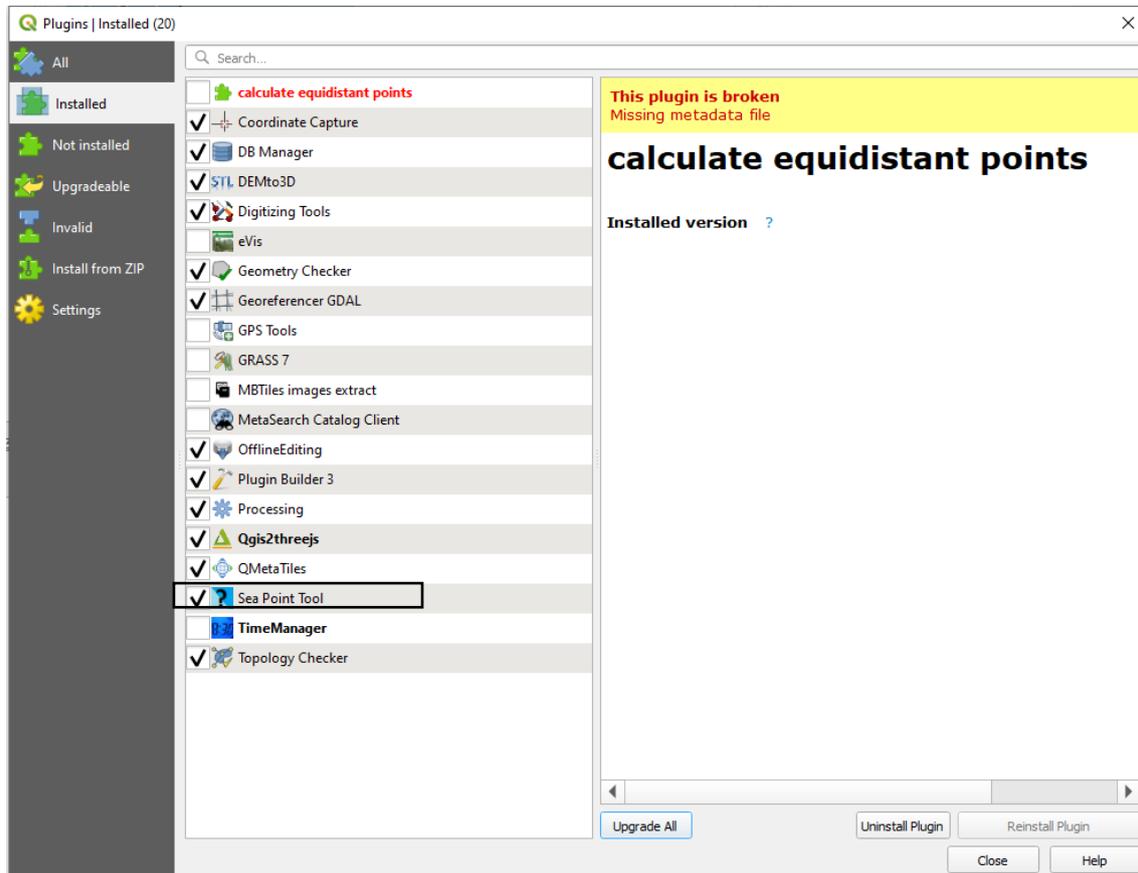
2 - Colocar a pasta *seapointtool* na pasta de *plugins* do QGIS.

No QGIS:

1 - No QGIS, no menu superior, no separador *Plugins*, abrir a opção *Manage and Install Plugins...*, conforme figura que se segue:



2 - Na lista de *plugins* selecionar o plugin Sea Point Tool:

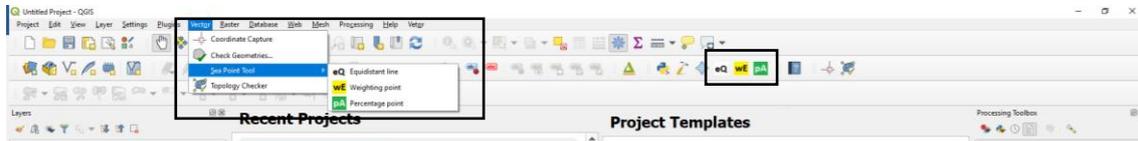


3 - A ferramenta fica disponível no menu superior no separador *Vector* e na barra de ferramentas, conforme figura que se segue:



ANEXO II - MANUAL DE UTILIZAÇÃO

A ferramenta é composta por três *scripts*. Está disponível no menu superior no separador Vector e na barra de ferramentas, conforme figura que se segue:



Elementos comuns aos 3 *scripts*:

- A - Lista a informação vetorial do projeto.
- B - Abre a interface que permite navegar nas pastas e selecionar a informação.
- C - Assinala se o resultado é adicionado ao projeto após a execução do *script*.
- D - Botão para executar o *script* (após preenchimento dos dados de entrada).
- E - Botão para fechar o *script*.
- F - Botão para interromper a execução do *script*.

Script da linha equidistante (equidistant line):

The screenshot shows the 'Equidistant Line' dialog box with the following fields and options:

- 1.1** State A - baseline: [Dropdown menu] A B
- 1.2** State B - baseline: [Dropdown menu] ...
- 1.3** Baselines distance (meters): [Spin box] 100000.000000 <unknown>
- 1.4** Distance between baseline vertices (meters): [Spin box] 100.000000 <unknown>
- 1.5** Folder support: [Text field] ...
- 1.6** Ocean: [Dropdown menu] ...
- Equidistante line: [Text field] LineEqui.shp ...
- Open output file after running algorithm
- Equidistante vertices: [Text field] verticesEqui.shp ...
- Open output file after running algorithm
- Minimum distance between equidistante vertices and State A: [Text field] hubStateA.shp ...
- Open output file after running algorithm
- Minimum distance between equidistante vertices and State B: [Text field] hubStateB.shp ...
- Open output file after running algorithm
- Vertices State A used to create the equidistant line: [Text field] verticesEquiStateA.shp ...
- Open output file after running algorithm
- Vertices State B used to create the equidistant line: [Text field] verticesEquiStateB.shp ...
- Open output file after running algorithm

Progress bar: 0%

Buttons: Run as Batch Process..., Run (D), Close (E), Cancel (F)

Informação geral:

- Todos os campos são de preenchimento obrigatório.
- Os dados de saída têm um nome por omissão. Este nome pode ser alterado assim como pode ser definida a diretoria onde os dados de saída devem ser guardados.
- A informação geográfica deve estar toda no mesmo sistema de coordenadas: o sistema de coordenadas cartesiano.
- Os campos relativos a distâncias têm de ser preenchidos com valores no sistema métrico.
- A análise será sempre realizada para dois Estados, adjacentes ou opostos.

Dados de entrada:

- *State A - Baseline*: Linha de base do Estado A. Linha de base do Estado A. Camada de linhas.
- *State B - Baseline*: Linha de base do Estado B. Linha de base do Estado B. Camada de linhas.
- *Baseline distance (meters)*: Distância das linhas de base em direção ao mar para a qual será gerada a linha equidistante e todos os dados de saída do *script*. Esta distância é em metros.
- *Distance between baseline vertices (meters)*: Distância máxima entre os vértices das linhas de base. Este valor vai assegurar que sejam gerados vértices nas linhas de base, caso as distâncias entre os existentes não cumpram a distância definida pelo utilizador. Esta distância é em metros.
- *Folder support*: Pasta que será utilizada para guardar informação de suporte que é gerada durante a execução do *script*. Os dados de saída não serão guardados nesta pasta ainda que o utilizador possa definir esta pasta nos campos dos dados de saída.
- *Ocean*: Camada do Oceano abrangido pela área de estudo. No caso de Estados opostos os limites do oceano são coincidentes com os limites das linhas de base dos Estados, no caso dos estados adjacentes o limite junto à zona terrestre corresponde às linhas de base dos Estados e o limite oposto deverá ter uma distância, em direção ao mar, ligeiramente superior à distância definida no campo *Baseline distance (meters)*.

Dados de saída:

- *Equidistant line*: Linha equidistante entre os Estados A e B.
- *Equidistant vertices*: Vértices da linha equidistante gerada.
- *Minimum distance between equidistant vertices and State A*: Linhas entre os vértices da linha equidistante e os vértices mais próximos da linha de base do Estado A.

- *Minimum distance between equidistant vertices and State B*: Linhas entre os vértices da linha equidistante e os vértices mais próximos da linha de base do Estado B.
- *Vertices State A used to create the equidistant line*: Vértices da linha de base do Estado A que contribuíram para gerar a linha equidistante.
- *Vertices State B used to create the equidistant line*: Vértices da linha de base do Estado B que contribuíram para gerar a linha equidistante.

Dados a selecionar ou preencher nos dados entrada:

1.1 - Selecionar a linha de base do Estado A.

1.2 - Selecionar a linha de base do Estado B.

1.3 - Definir a distância da linha equidistante relativamente às linhas de base dos Estados. Por omissão tem o valor de 100 000 metros.

1.4 - Distância máxima entre os vértices das linhas de base. Por omissão tem o valor de 100 metros.

1.5 - Selecionar a pasta na qual será guardada a informação de suporte gerada.

1.6 - Selecionar a camada que corresponde ao oceano.

Script pesos (weighting point):

Weighting Point

Parameters Log

2.1 State A - line

2.2 State B - line

2.3 Weight State A

2.4 Weight State B

2.5 Line distance (meters)

2.6 Distance between weighting vertices (meters)

2.7 Ocean between lines

C Open output file after running algorithm

F

D E

0%

Run as Batch Process... Run Close

Informação geral:

- Todos os campos são de preenchimento obrigatório.
- Os dados de saída têm um nome por omissão. Este nome pode ser alterado assim como pode ser definida a diretoria onde os dados de saída devem ser guardados.
- A informação geográfica deve estar toda no mesmo sistema de coordenadas: o sistema de coordenadas cartesiano.

- Os campos relativos a distâncias têm de ser preenchidos com valores no sistema métrico.
- A análise será sempre realizada para dois Estados, adjacentes ou opostos.

Dados de entrada:

- *State A - line*: Linha que representa o Estado A. Camada de linhas e definido o sistema de coordenadas.
- *State B - line*: Linha que representa o Estado B. Camada de linhas e definido o sistema de coordenadas.
- *Weight State A*: Peso a atribuir à linha (vértices) do Estado A.
- *Weight State B*: Peso a atribuir à linha (vértices) do Estado B.
- *Line distance (meters)*: Distância para gerar os pontos ponderados.
- *Distance between weighting vertices (meters)*: Distância entre os vértices dos dados de saída, que resultam da execução do *script*.

Dados a selecionar ou preencher nos dados entrada:

- 2.1 - Selecionar a linha que corresponde à área em análise do Estado A.
- 2.2 - Selecionar a linha que corresponde à área em análise do Estado B.
- 2.3 - Pesos a atribuir aos vértices da linha do Estado A. Por omissão tem o valor de 100.
- 2.4 - Pesos a atribuir aos vértices da linha do Estado B. Por omissão tem o valor de 100.
- 2.5 - Definir a distância dos pontos de saída relativamente às linhas dos Estados.
- 2.6 - Distância entre os pontos de saída.
- 2.7 - Selecionar a camada que corresponde ao oceano.

Script percentagens (percentage point):

Percentage Point

Parameters Log

State A - line A B ...

State B - line ...

Percentage State A

50

Line distance (meters) 0.000000 <unknown>

Distance between percentage vertices (meters) 0.000000 <unknown>

Ocean between lines ...

Percentage vertices [Create temporary layer] ...

Open output file after running algorithm

0%

Run as Batch Process... Run Close Cancel

Informação geral:

- Todos os campos são de preenchimento obrigatório.
- Os dados de saída têm um nome por omissão. Este nome pode ser alterado assim como pode ser definida a diretoria onde os dados de saída devem ser guardados.
- A informação geográfica deve estar toda no mesmo sistema de coordenadas: o sistema de coordenadas cartesiano.
- Os campos relativos a distâncias têm de ser preenchidos com valores no sistema métrico.

- A análise será sempre realizada para dois Estados, adjacentes ou opostos.

Dados de entrada:

- *State A - line*: Linha que representa o Estado A. Camada de linhas.
- *State B - line*: Linha que representa o Estado B. Camada de linhas.
- *Percentage State A*: Percentagem a atribuir à linha (vértices) do Estado A. Por oposição o Estado B terá como percentagem a diferença dos 100%.
- *Line distance (meters)*: Distância para gerar os pontos ponderados.
- *Distance between weighting vertices (meters)*: Distância entre os vértices dos dados de saída, que resultam da execução do *script*.

Dados a selecionar ou preencher nos dados entrada:

- 3.1 - Selecionar a linha que corresponde à área em análise do Estado A.
- 3.2 - Selecionar a linha que corresponde à área em análise do Estado B.
- 3.3 - Pesos a atribuir aos vértices da linha do Estado A. Por omissão tem o valor de 100.
- 3.4 - Definir a distância dos pontos de saída relativamente às linhas dos Estados.
- 3.5 - Distância entre os pontos de saída.
- 3.6 - Selecionar a camada que corresponde ao oceano.

A TOOL TO ESTABLISH POTENTIAL SCENARIOS IN ORDER TO SUPPORT MARITIME BOUNDARIES DELIMITATION

Guida Henriques | e-mail: g20180013@novaims.unl.pt Supervisors | Prof. Marco Painho and Prof. Aldino Campos
 Nova Information Management School | Universidade Nova de Lisboa | Portugal



I. BACKGROUND

Maritime boundaries are crucial to prevent regional stability among coastal States. The principles to establish such boundaries are defined in the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). The practical implementation of such principles requires a dedicated methodology under specific algorithms. In 1982, the International Hydrographic Organization (IHO) published "The Manual on Technical Aspects of the United Nations Convention on the Law of the Sea" – where the core criteria to delineate boundary line was presented. Its main principle was based on the equidistance approach. In maritime boundaries delimitation an equidistance line is defined as the line where each point is equidistant from the nearest points of the baselines of both States.

II. ASSUMPTIONS

The baselines are those as marked on large-scale charts officially recognized by the coastal State. These can be solely related to the coastlines or the combination of these with the straight lines defined by the coastal State in accordance with the UNCLOS. When there is an overlapping between maritime areas of different states, it is necessary to identify the maritime boundary.

III. DATA AND METHODS

- Despite the developed algorithm does not follow the methodology presented in the IHO manual, this innovative approach presents a much better performance to achieve the same results. All results were verified with the IHO methodology.
- These scripts were developed using Python in QGIS, the Geographic Information System's Open Source software.

Equidistant Line Script:

- Generate bilateral lines, to adjacent states and opposite States, based the application of the equidistance method using the Voronoi polygon (Figure 1).
- This script calculate de polygons, extract the boundary line between the polygons the State A and the polygons in State B, and extract the vertices of this line.
- Finally, it identifies the vertices in baselines to contribute, or are used, or are used, may be needed for calculating an equidistant points.

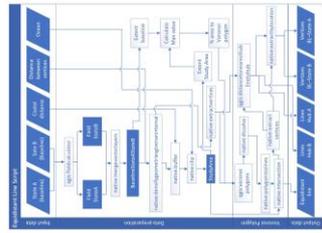


Figure 1 – Flowchart of the Equidistant Line Script.

Weighting Line Script:

- Generate bilateral, points, to adjacent states and opposite States, using buffers (Figure 2).
- This script have a cycle to generate buffers in the baselines, were the distance of the vertices depending on the weighting factor of the state, and the point of intersection between buffers will be the result.
- The repetition of cycle depending on the distance between vertices defined in the input data.
- If both states have the same weighting the result will be similar to equidistant line script.

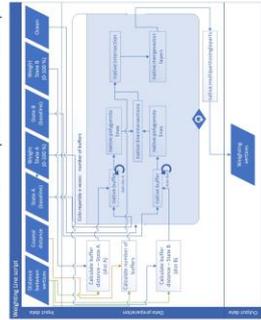


Figure 2 – Flowchart of the Weighting Line Script.

IV. RESULTS

Equidistant lines, to adjacent states and opposite States, using the baselines to the mainland and to the mainland and island (figures 3 and 4). Weighting points, to adjacent states and opposite States, using the specific area, in this case, the area between equidistant line calculating using the baselines to the mainland and to the mainland and island (figures 5 and 6).

Equidistant lines between States:



Figure 3 - Equidistant lines between two adjacent States

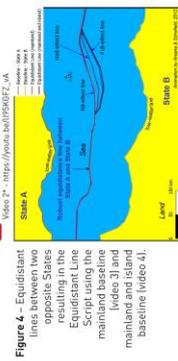


Figure 4 - Equidistant lines between two opposite States

Weighting points between States:

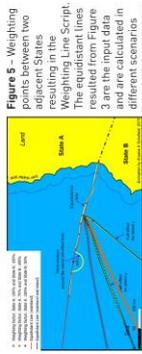


Figure 5 - Weighting points between two adjacent States

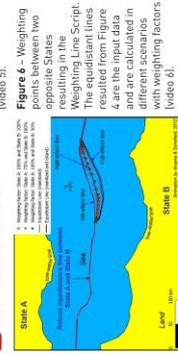


Figure 6 - Weighting points between two opposite States

CONCLUSIONS

- Generate bilateral lines based the application of the equidistance method using the Voronoi polygon.
- Generate a bilateral lines based in weighting factors, the weighting can be calculated according environmental issues, population, length of coast or level of development, not only the equidistant concept.
- A unique line is obtained to define the potential bilateral limits to support political-diplomatic negotiations between states.
- Future work, implemented the scripts to used the geodesic coordinates.

REFERENCES
 • Almeida, B., M. Painho, G. & A. Campos, F. (2020). The Automated Delimitation of the Sea Boundaries by the Line of Equidistance. 3
 • A Manual On Technical Aspects Of The United Nations Convention On The Law Of The Sea - 1982 (Vol. 1). Monaco: International Hydrographic Bureau.
 • Karamess, C. (2015). Methods of Maritime Clear Limits Delimitation. In Naunous Chou (Vol. 3).
 Acknowledgments
 The authors would like to express the deepest appreciation to Prof. Marco Painho and Prof. Aldino Campos. Thank you for your advice and suggestion for my poster.

ANEXO IV - FIGURAS DO ALGORITMO DE VALIDAÇÃO

Adjacent States

Workspace (geodatabase)
C:\NOVA_Mestrado\ArcGis\ops\bd\5

State A - Baseline
LinhaBase_EstadoA

State B - Baseline
LinhaBase_EstadoB

Minimum distance between vertices (baselines)
2000 Meters

Buffer distance to simplify the baseline
20000 Meters

Distance for 1st equidistant point
120000 Meters

Sea
oceano

OK Cancel Environments... << Hide Help

Figura 1 - Interface do *script* de validação.

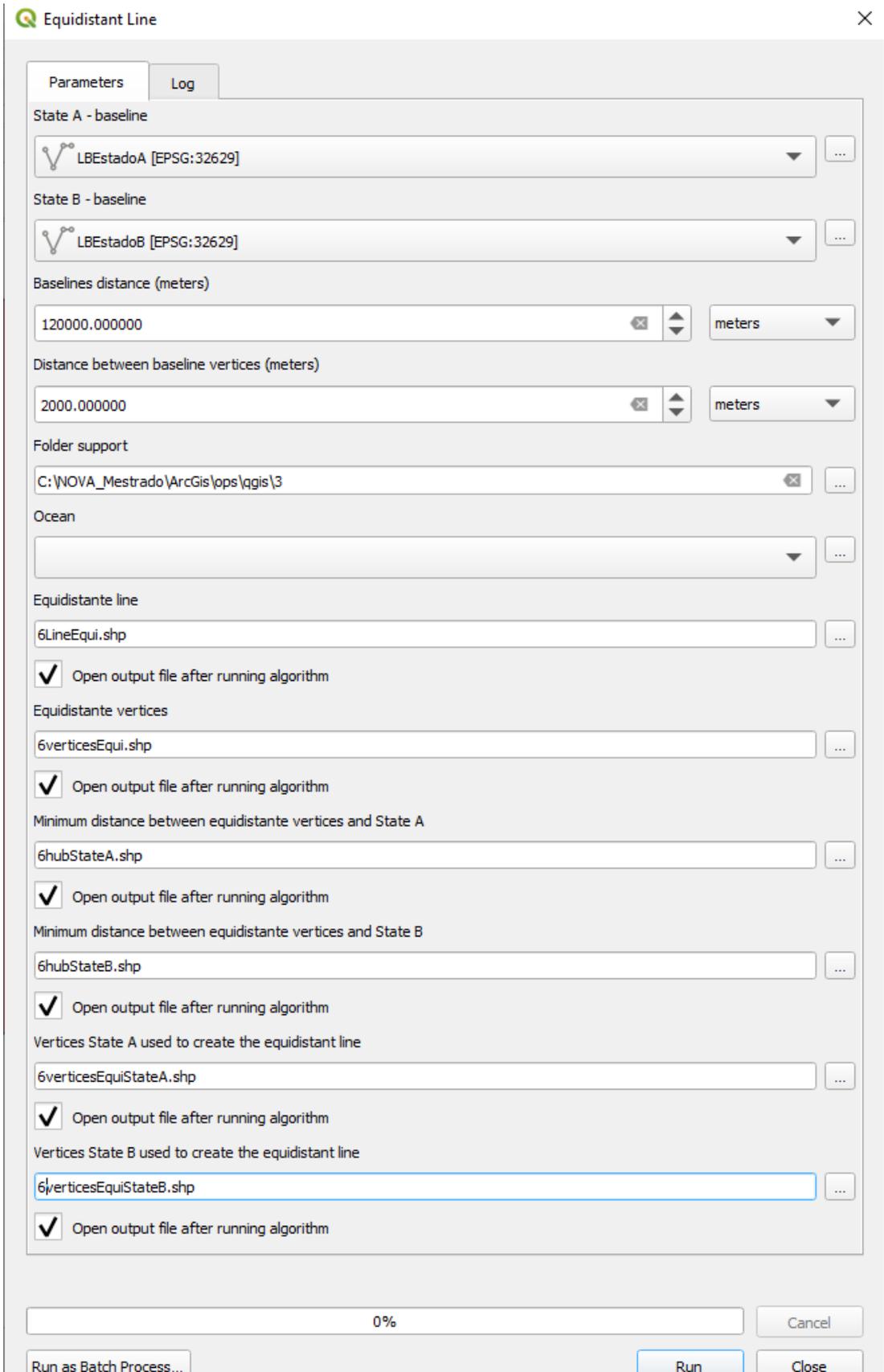


Figura 2 - Interface do *script* da linha equidistante.

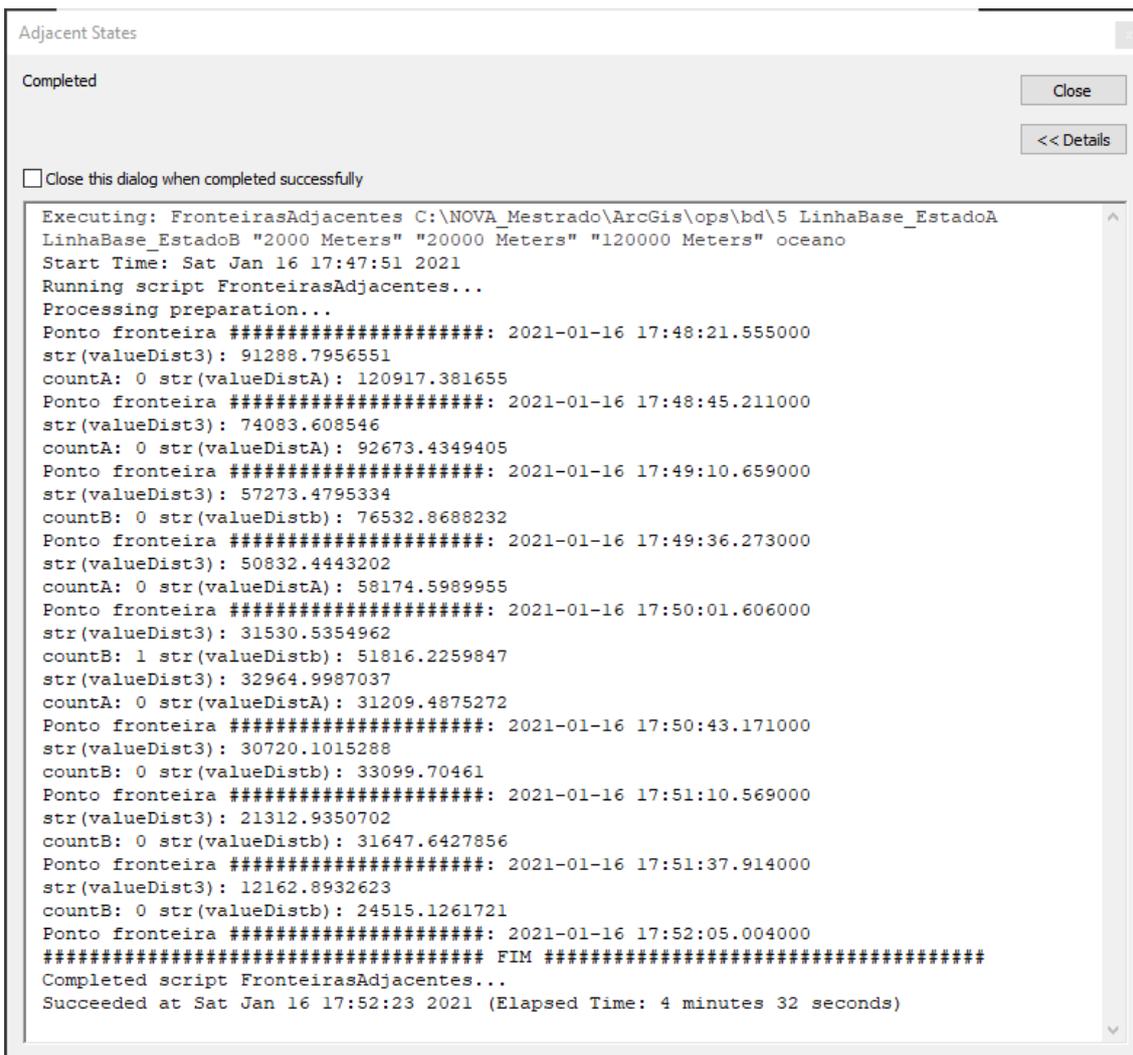


Figura 3 - LOG do *script* de validação.

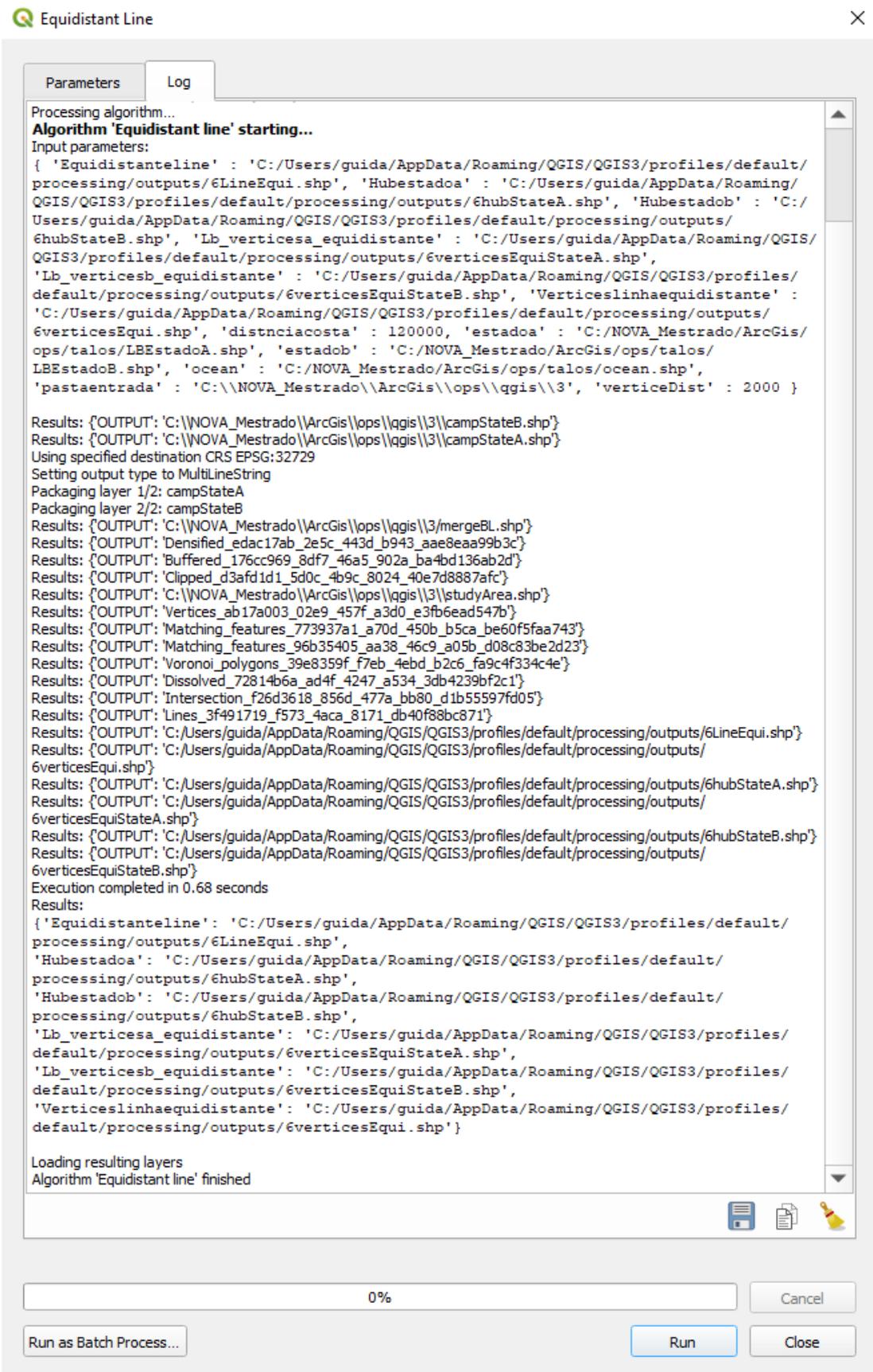


Figura 4 - LOG do script da linha equidistante.

Assisted GEOINT tool to establish bilateral boundaries under the framework of the United Nations Convention on the Law of the Sea

Guida Henriques - e-mail: g20180013@novaims.unl.pt Supervisors – Prof. Marco Painho and Prof. Aldino Campos
 Nova Information Management School | Universidade Nova de Lisboa | Portugal



background

Maritime boundaries are crucial to prevent regional stability among coastal States. The principles to establish such boundaries are defined in the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). The practical implementation of such principles requires a dedicated methodology under specific algorithms.

We present an algorithm that was based on the Manual on Technical Aspects of the United Nations Convention on the Law of the Sea 1982 (TALOS) published by the International Hydrographic Bureau. Its core objective is to delineate the relative border line in the distance from the coastlines of the States. In maritime boundaries delimitation an equidistance line is defined as the line where each point is equidistant from the nearest points of the baselines of both States.

assumptions

The baselines are the official baselines of the States as marked on large-scale charts officially recognized by the coastal State. These can be solely related to the coastlines or the combination of these with the straight lines defined by the coastal State in accordance with the UNCLOS.

data and methods

Definition of algorithms developed in accordance with the Law of the Sea.

Implemented in a scripted geoprocessing tool, in Python using the ArcPy library, which can be executed in ArcMap 10.x software.

- Input data:
 - Baselines of both States,
 - For opposite States identify the nearest points between States.

This algorithm will find the line for which every point is equidistant from the nearest points on the territorial sea baselines of two States.

We find the equidistant points between States. Each one will be generated by three baseline points (these points will be the nearest points of the base line and the equidistant point).

Algorithm phases:

- 1st phase:** Simplify the States Baselines:
 - Exclude the vertices of the baseline which, given their location, will never be considered.
- 2nd phase:** Determine the first border point:
 - For the opposite states, the first border point is the midpoint of the line draw by closest points between states (figure 1),
 - For adjacent states, the first border point corresponds to the point further away from the coastline resulting from the intersection of buffers generated from straight baselines (distance to be defined) (figure 2),
- 3rd phase:** Identify the remaining border points (figure 3),
- 4th phase:** Generate the boundary line.

IV results

Comparison of the equidistant lines presented in the Manual on technical aspects of the United Nations Conventions on the Law of the Sea - 1982 (special publication n° 51 - 5th edition - October 2021 - Publisher of the International Hydrographic (IHO) Bureau, Monaco, (figures 4 and 6) and the equidistant lines that result from application of the developed algorithms (figures 5 and 7).

Equidistant lines between opposite States:

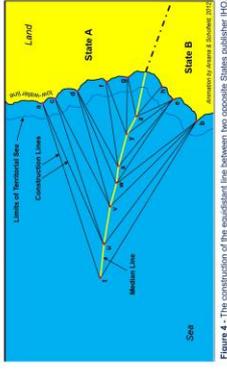


Figure 4 – The construction of the equidistant line between two opposite States publisher IHO.

Equidistant lines between adjacent States:

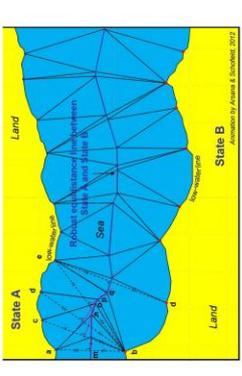


Figure 6 – The construction of the equidistant line between two adjacent States publisher IHO.

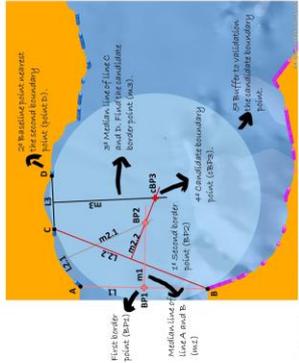


Figure 1 - Overview of the algorithm for opposite States.

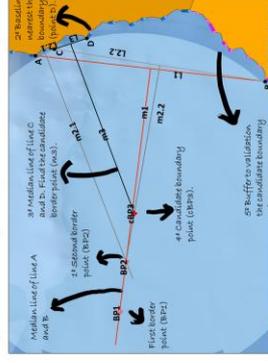


Figure 2 - Overview of the algorithm for adjacent States.

- The BP points are the boundary points. The points A, B, C, and D are the points used to find the boundary points. The m1, m2.1, m2.2, and m3 are the median lines.
- The point BP2 results in the intersection between m2.1 and m1.
- The point D is the baseline point nearest BP2 (after validation) excluding baseline points B and C. The point CBP3, candidate point, result in the intersection between m2.2 and m3. After validation, this point can be a boundary point.
- The buffer is used to validate the candidate point. It's drawn with the center at the candidate edge point and touches the 3 points of the baselines (baseline points B, C and D).
- Finally, check if the buffer does not contain any other baseline points. If true, the border point was found, otherwise, the procedure will be repeated until the condition is true. In this case, the point CBP2 becomes to border point (BP3).

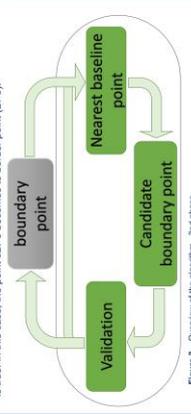


Figure 3 - Overview of the algorithm - 3rd phase.

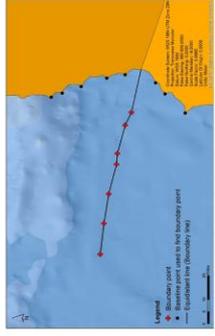


Figure 5 – Bilateral boundary resulting from the application of the algorithm implemented for opposite states.

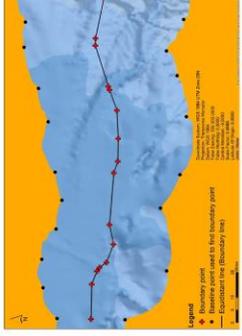


Figure 7 – Bilateral boundary resulting from the application of the algorithm implemented for adjacent states.

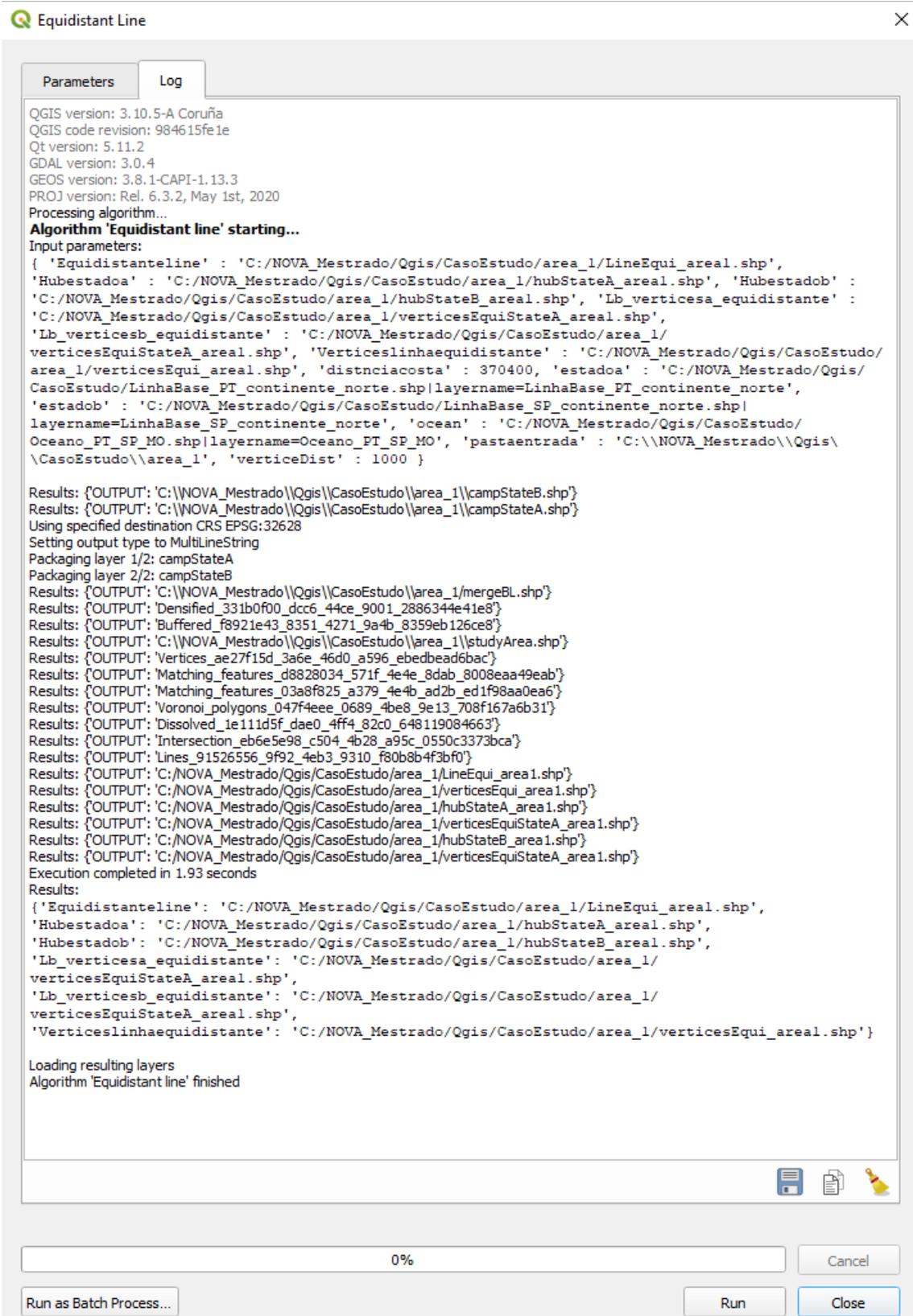
conclusions

- It is possible to generate bilateral boundaries, to bilateral states and opposite states, based the application of the equidistance method (equidistant line).
- A unique line is obtained to define the potential bilateral limits to support political-diplomatic negotiations between states
- Future work, based on equidistant line algorithm, can assign weighting factors to determine the bilateral boundaries of States, related to environmental issues, population, length of coast or level of development, not only the equidistant concept.
- This makes possible to generate several scenarios: (a) the limits resulting from the direct application of the equidistance method and (b) the limits defined by the additional weighting factors, to the equidistance line, to support political-diplomatic negotiations between States.



acknowledgments: I would like to express the deepest appreciation to Prof. Marco Painho and Prof. Aldino Campos. Thank you for your advice and suggestions for my poster.

ANEXO VI - FIGURAS DO ESTUDO DE CASO



The screenshot shows the 'Equidistant Line' dialog box in QGIS, with the 'Log' tab selected. The log contains the following text:

```
QGIS version: 3.10.5-A Coruña
QGIS code revision: 984615fe1e
Qt version: 5.11.2
GDAL version: 3.0.4
GEOS version: 3.8.1-CAPI-1.13.3
PROJ version: Rel. 6.3.2, May 1st, 2020
Processing algorithm...
Algorithm 'Equidistant line' starting...
Input parameters:
{ 'Equidistantline' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/LineEqui_areal.shp',
'Hubestadoa' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateA_areal.shp', 'Hubestadob' :
'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateB_areal.shp', 'Lb_verticesa_equidistante' :
'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/verticesEquiStateA_areal.shp',
'Lb_verticesb_equidistante' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/
verticesEquiStateA_areal.shp', 'Verticeslinhaequidistante' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/
area_1/verticesEqui_areal.shp', 'distnciacosta' : 370400, 'estadoa' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/
CasoEstudo/LinhaBase_PT_continente_norte.shp|layername=LinhaBase_PT_continente_norte',
'estadob' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/LinhaBase_SP_continente_norte.shp|
layername=LinhaBase_SP_continente_norte', 'ocean' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/
Oceano_PT_SP_MO.shp|layername=Oceano_PT_SP_MO', 'pastaentrada' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\
\\CasoEstudo\\area_1', 'verticeDist' : 1000 }

Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area_1\\campStateB.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area_1\\campStateA.shp}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiLineString
Packaging layer 1/2: campStateA
Packaging layer 2/2: campStateB
Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area_1\\mergeBL.shp}
Results: {OUTPUT: 'Densified_331b0f00_dcc6_44ce_9001_2886344e41e8'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_f8921e43_8351_4271_9a4b_8359eb126ce8'}
Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area_1\\studyArea.shp}
Results: {OUTPUT: 'Vertices_ae27f15d_3a6e_46d0_a596_ebedbead6bac'}
Results: {OUTPUT: 'Matching_features_d8828034_571f_4e4e_8dab_8008eaa49eab'}
Results: {OUTPUT: 'Matching_features_03a8f825_a379_4e4b_ad2b_ed1f98aa0ea6'}
Results: {OUTPUT: 'Voronoi_polygons_047f4eee_0689_4be8_9e13_708f167a6b31'}
Results: {OUTPUT: 'Dissolved_1e111d5f_dae0_4ff4_82c0_648119084663'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_eb6e5e98_c504_4b28_a95c_0550c3373bca'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_91526556_9f92_4eb3_9310_f80b8b4f3bf0'}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/LineEqui_areal.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/verticesEqui_areal.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateA_areal.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/verticesEquiStateA_areal.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateB_areal.shp}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/verticesEquiStateA_areal.shp}
Execution completed in 1.93 seconds
Results:
{'Equidistantline': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/LineEqui_areal.shp',
'Hubestadoa': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateA_areal.shp',
'Hubestadob': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/hubStateB_areal.shp',
'Lb_verticesa_equidistante': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/
verticesEquiStateA_areal.shp',
'Lb_verticesb_equidistante': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/
verticesEquiStateA_areal.shp',
'Verticeslinhaequidistante': 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area_1/verticesEqui_areal.shp'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Equidistant line' finished
```

At the bottom of the dialog, there is a progress bar at 0%, a 'Cancel' button, a 'Run as Batch Process...' button, a 'Run' button, and a 'Close' button.

Figura 1 - LOG do script da linha equidistante.

Parameters
Log

QGIS version: 3.10.5-A Coruña
 QGIS code revision: 984615fe1e
 Qt version: 5.11.2
 GDAL version: 3.0.4
 GEOS version: 3.8.1-CAP1-1.13.3
 PROJ version: Rel. 6.3.2, May 1st, 2020
 Processing algorithm...

Algorithm 'Equidistant line' starting...

Input parameters:
 { 'Equidistanteline' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\LineEqui.shp',
 'Hubestadoa' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateA.shp', 'Hubestadob'
 : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateB.shp',
 'Lb_verticesa_equidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\
 \\verticesEquiStateA.shp', 'Lb_verticesb_equidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\
 \\area2\\PT_SP\\verticesEquiStateB.shp', 'Verticeslinhaequidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\
 \\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\verticesEqui.shp', 'distnciaocosta' : 370400, 'estadoa' : 'C:/
 NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/LinhaBase_PT_continente_sul.shp|
 layername=LinhaBase_PT_continente_sul', 'estadob' : 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/
 LinhaBase_SP_continente_sul.shp|layername=LinhaBase_SP_continente_sul', 'ocean' : 'C:/
 NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/Oceano_PT_SP_MO.shp|layername=Oceano_PT_SP_MO', 'pastaentrada' :
 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP', 'verticeDist' : 1000 }

Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\campStateB.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\campStateA.shp'}
 Using specified destination CRS EPSG:32628
 Setting output type to MultiLineString
 Packaging layer 1/2: campStateA
 Packaging layer 2/2: campStateB
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\mergeBL.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'Densified_cc9337cf_9f96_439d_9f60_034218af9ec5'}
 Results: {OUTPUT: 'Buffered_4274431b_0766_49f9_a525_9a10a7fd53da'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\studyArea.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'Vertices_ic1612e5_3700_496a_a69d_df77b732a54c'}
 Results: {OUTPUT: 'Matching_features_a2169426_d257_4e1c_bef9_67610487e589'}
 Results: {OUTPUT: 'Matching_features_823a1474_39a9_421d_999a_e143f25d7af1'}
 Results: {OUTPUT: 'Voronoi_polygons_42d29557_af84_4c76_b661_7ea84710178d'}
 Results: {OUTPUT: 'Dissolved_82312d10_09fc_48d7_b179_8c75782cb132'}
 Results: {OUTPUT: 'Intersection_c2b78d54_ade2_4e83_b2f4_03b3244d0cfb'}
 Results: {OUTPUT: 'Lines_e2997ece_4d68_4d82_9a3d_ab68a1eff5f3'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\LineEqui.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\verticesEqui.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateA.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\verticesEquiStateA.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateB.shp'}
 Results: {OUTPUT: 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\verticesEquiStateB.shp'}
 Execution completed in 2.53 seconds

Results:
 {'Equidistanteline' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\LineEqui.shp',
 'Hubestadoa' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateA.shp',
 'Hubestadob' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\hubStateB.shp',
 'Lb_verticesa_equidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\
 \\verticesEquiStateA.shp',
 'Lb_verticesb_equidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\
 \\verticesEquiStateB.shp',
 'Verticeslinhaequidistante' : 'C:\\NOVA_Mestrado\\Qgis\\CasoEstudo\\area2\\PT_SP\\
 \\verticesEqui.shp'}

Loading resulting layers
 Algorithm 'Equidistant line' finished

0%

Cancel

Run as Batch Process...

Run

Close

Figura 2 - LOG do script da linha equidistante entre Portugal e Espanha.

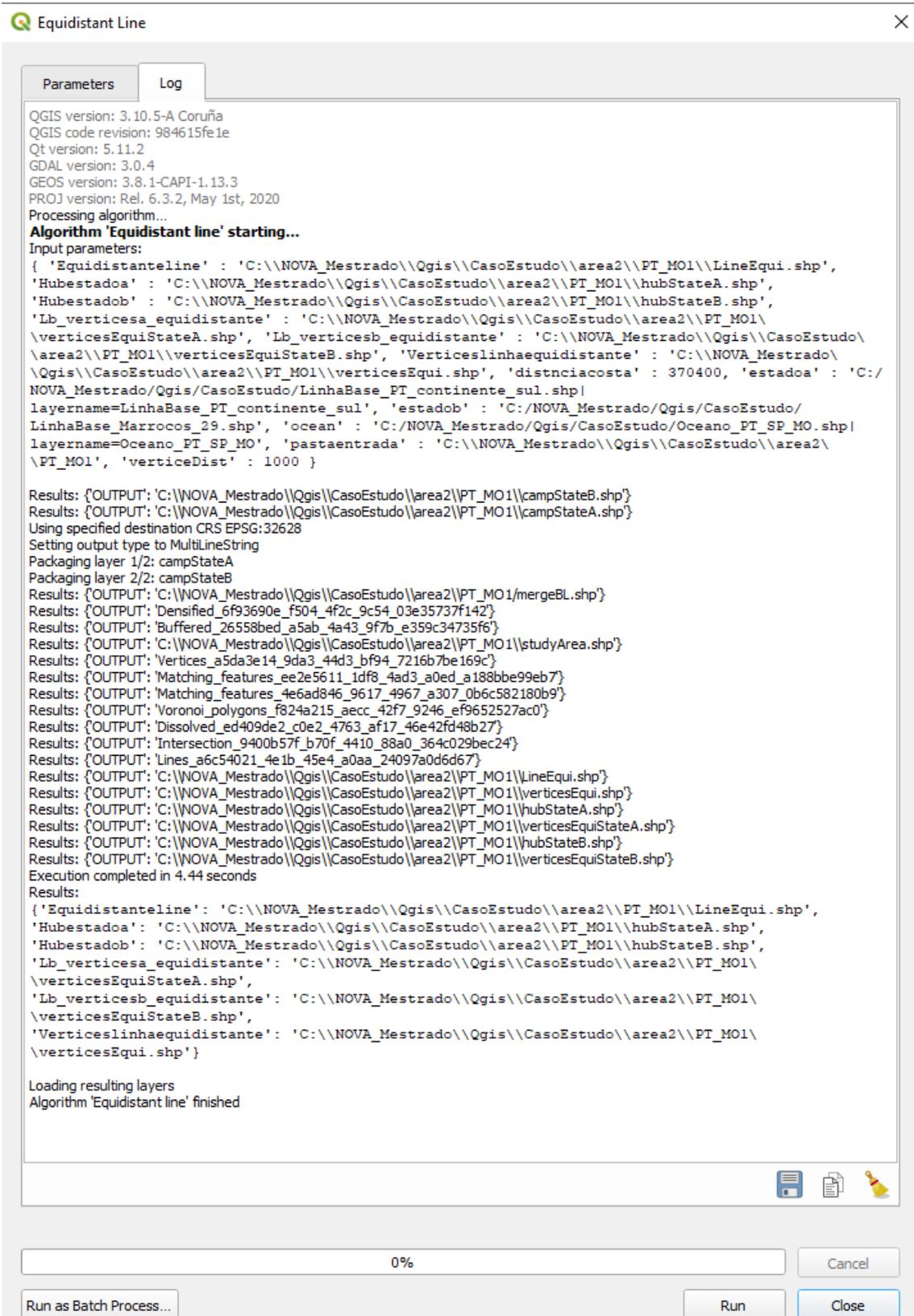


Figura 3 - LOG do script da linha equidistante entre Portugal e Marrocos.

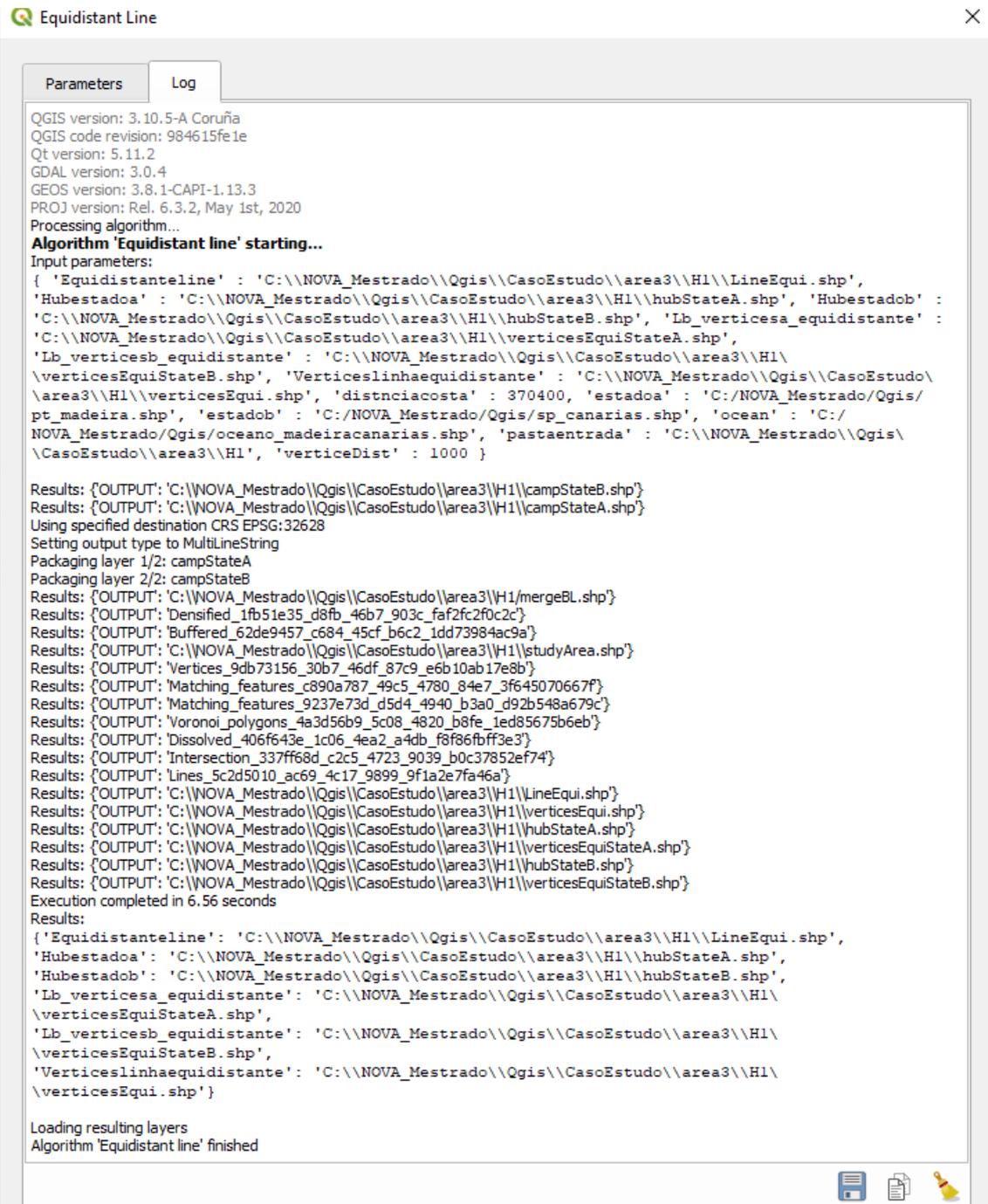


Figura 4 - LOG do script da linha equidistante.

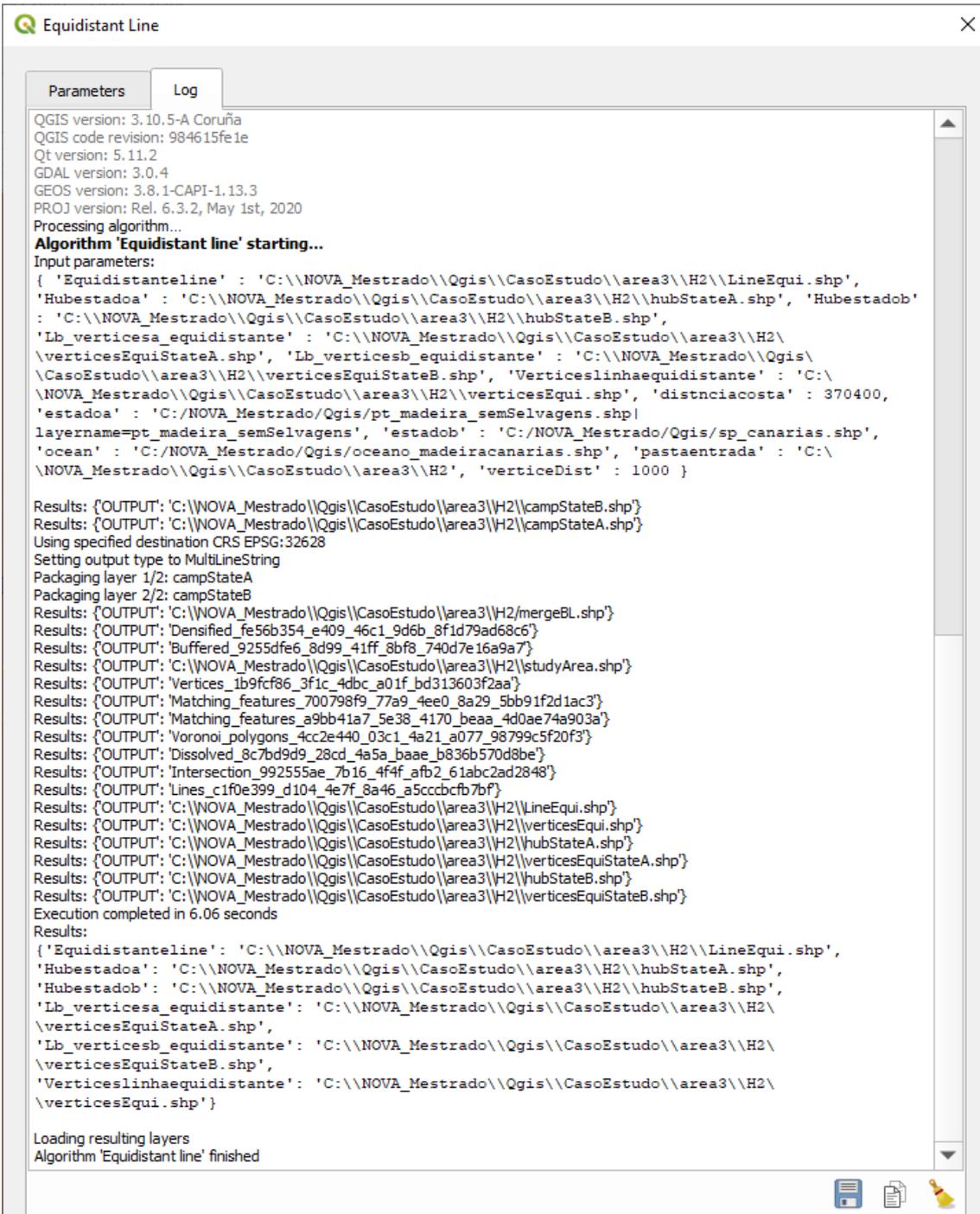


Figura 5 - LOG do *script* da linha equidistante.

Parameters

Log

```

Results: {OUTPUT: 'Intersection_ca02ca4_271e_4760_8401_0041046183e'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_a880dcf8_67ac_4968_8ed2_425534c70adf'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_7d78775b_a1dd_4879_a81a_4ed9140c2e9e'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_e51d5362_ed6f_40d3_a20a_19463a5065cc'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_362c42e2_05ea_478f_af33_439a8982ddfa'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_552bef2c_a4e7_4f61_b884_229060a863da'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_67d2094f_9475_4862_9e02_5f4495b26092'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_6e579286_47a7_46a9_8282_a649582e3e0c'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_d0ffc913_36b1_45d7_a53b_4e471ea4b861'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_9b1a343e_0aef_4f94_90df_29ed658a714f'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_5e89bfea_ed29_4068_b4fc_2a719df71382'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_5af97cbe_f518_4e9c_9b2b_deab64e17888'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_d9b49231_4728_4105_a5e5_45788371c166'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_f427419a_1883_4c74_aea9_40f6c30ada93'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_d17f8446_3d92_44fc_becd_b32b2808fbfd'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_9ae2866e_d9e8_487f_b706_ba27d586073b'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/1: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_d65fcca6_36c6_43b5_b991_15262a57c8a0'}
Results: {OUTPUT: 'Single_parts_2fab155_32c3_46a7_a50e_88915d92bf41'}
Execution completed in 6.17 seconds
Results:
{'Pontosfinais': 'Merged_d65fcca6_36c6_43b5_b991_15262a57c8a0'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Weighting point' finished
                
```

Figura 6 - LOG do script de pesos (2:1).

```

Parameters  Log
Results: {OUTPUT: 'Intersection_9c110999_7070_4036_d78d_ba0c0a74123a'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_53b4d7cd_885e_43e7_98d4_8e76755829f2'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_5470fb87_661f_41ab_84ec_b644d9a31638'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_3d1c42be_6e90_4ec3_9ddb_3b72cc604bc4'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_7ea62526_6087_473c_a898_26bbc1900129'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_971d082d_9359_4e36_8828_4836c79a9810'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_b453938b_6d46_404f_bfea_2d3a367dbe5f'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_38f4ee61_54b4_4041_a017_7c3535624800'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_06675482_7da7_4bdd_b2ec_ae0c110149b9'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_4245878e_6114_42d1_9ec6_dc6b61f8656a'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_5d57a204_c2d3_4d6b_8295_ca9bda342798'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_cec1479e_4bc1_443d_b7d4_0d89371f52d6'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_f3cd8b4a_d01b_49db_b835_55cdf5767bd0'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_39ddbcb9_123f_47f4_9689_876341214d87'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_4bca983c_60d0_43f6_88e4_1a8ad4dd3c19'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_dbbee625_176d_4f0c_b182_a3409a8dd403'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/1: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_d43ebb90_4d63_4355_9093_8f414d92a027'}
Results: {OUTPUT: 'Single_parts_e4d2f0bd_80c6_40eb_84c7_004aaafe1d08'}
Execution completed in 6.41 seconds
Results:
{'Pontos finais': 'Merged_d43ebb90_4d63_4355_9093_8f414d92a027'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Weighting point' finished
    
```

Figura 7 - LOG do script de pesos 1:2.

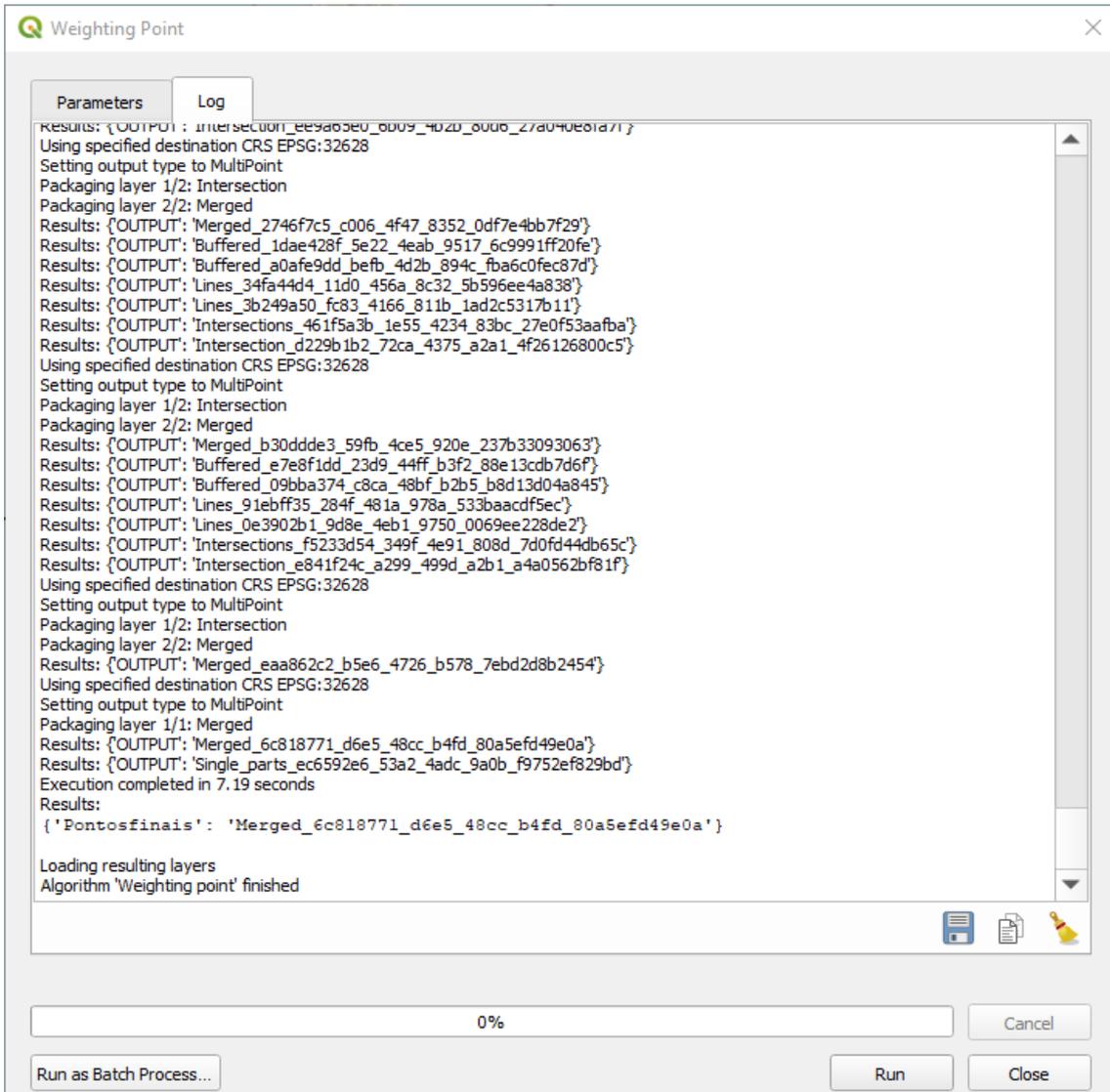


Figura 8 - LOG do *script* de pesos (1:1).

Percentage Point

Parameters Log

```

Results: {OUTPUT: 'Buffered_fd5df4ed_756c_4ce1_984c_9c110c7ea20c'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_632c2f52_76ed_476b_957b_78ed700bc155'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_ca38fe80_2269_496c_99bb_8bd20e8d7137'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_446daa54_2472_4af2_86a5_47412b3187a5'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_91b8d605_0299_448d_ac8d_ab95f0841bfc'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_459e2267_1d24_4d38_b126_0019c38e3ade'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_355780be_c1bf_4901_8911_06db58ef62b8'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_6f4f9ae0_c46c_4ffa_bd42_fc65d0af57d0'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_8086b32b_435e_4169_9498_9ba27fdd1404'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_4fbf7542_3201_4c4d_b98a_c26ab4cc6267'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_5040e71c_0fa4_4487_a80a_5613d28155c1'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_dd7a5673_e4e1_4a13_9ae4_59a3642a915b'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_1e13d95b_5ded_4fd0_afa9_1bc8efbb7031'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_2079e05c_b8bc_4e0d_ac25_f762778168ec'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/1: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_45414b6f_c8a1_42b0_af01_ffea02c2d2cf'}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area3/H4/50.shp'}
Execution completed in 6.96 seconds
Results:
{'Pontosfinais': 'Merged_45414b6f_c8a1_42b0_af01_ffea02c2d2cf'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Percentage point' finished

```

Figura 9 - LOG do *script* da percentagem (50).

Percentage Point

Parameters Log

```

Results: {OUTPUT: 'Buffered_8e9d3dd4_0bea_4b16_b7ea_5f3f29f99000'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_88b2ef39_b73d_4075_9e79_f0d828e14d7b'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_d3bbbed3_3e2d_4dfa_b1e3_5804027fa700'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_3b5dcf18_6dbe_47a3_a3e3_7f6449700549'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_5da71219_ba3f_4353_8d3d_592229d4d322'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_9a1000c5_db9b_462a_ad78_e5473c1e3f0b'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_77817d55_86ed_4508_bcfе_ae1ae7613a3e'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_80578517_a3f2_4f19_b14a_08e440647f0a'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_59a969f5_1298_40d6_b49e_23d7da419606'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_f3e22b85_9a8e_4147_a8a8_4b90a161b658'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_f3202f65_729c_4736_96ac_9093f0eaabe9'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_292534f7_6ef1_4453_ba64_65e862091e12'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_221be2a3_1c5d_45a7_99f3_e640aad05eba'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_d665f49d_56ab_4b3e_83d7_e031254acc7e'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/1: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_c7fc064a_4a15_4ba5_938f_b4963e1c893b'}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area3/H4/25.shp'}
Execution completed in 6.29 seconds
Results:
{'Pontosfinais': 'Merged_c7fc064a_4a15_4ba5_938f_b4963e1c893b'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Percentage point' finished

```

Figura 10 - LOG do *script* da percentagem (25).

```
Parameters  Log
Results: {OUTPUT: 'Buffered_26ec5fa0_e874_4235_aa4e_ede34435fdf0'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_38f33b97_fe7f_4313_a2e6_2897ac7d1355'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_1cd50bc4_3cb0_44ae_941a_3978224f4eed'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_bb8486fa_e5bf_4bca_8903_5e836949f353'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_17437c26_5069_4e49_800e_2d0b0d1a8b5e'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_21bae400_7b56_47b9_9eab_bb82147681e7'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_fa67e102_01b0_45fc_8b5f_a56851a29e83'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_fb9557e9_ef5d_42a7_a845_2d0e2bf84a7d'}
Results: {OUTPUT: 'Buffered_ed98b9f2_f7c0_479b_a238_adaf936655ac'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_7055b20a_6765_4fdf_8102_f5906dda0243'}
Results: {OUTPUT: 'Lines_e071a7ff_c6e8_4a54_b2ce_03690540933f'}
Results: {OUTPUT: 'Intersections_9c604354_f219_42fa_94a5_763b9743ec15'}
Results: {OUTPUT: 'Intersection_95e6951b_0236_498d_bccd_74fbcfb3c18'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/2: Intersection
Packaging layer 2/2: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_adebf4ae_042b_4f1b_ad08_586ba1db1db4'}
Using specified destination CRS EPSG:32628
Setting output type to MultiPoint
Packaging layer 1/1: Merged
Results: {OUTPUT: 'Merged_337cefc6_3325_4c02_991d_bb829ecc82a9'}
Results: {OUTPUT: 'C:/NOVA_Mestrado/Qgis/CasoEstudo/area3/H4/75.shp'}
Execution completed in 5.95 seconds
Results:
{'Pontos finais': 'Merged_337cefc6_3325_4c02_991d_bb829ecc82a9'}

Loading resulting layers
Algorithm 'Percentage point' finished
```

Figura 11 - LOG do *script* da percentagem (75).

C& SIG



UNIGIS PT

