

**Análise do projeto e construção da barreira marítima na usina Angra I**

**Analysis of the design and construction of the maritime barrier at the Angra I plant**

**Análisis del diseño y construcción de la barrera marítima en la planta de Angra I**

Recebido: 21/09/2020 | Revisado: 22/09/2020 | Aceito: 26/09/2020 | Publicado: 27/09/2020

**João Paulo Novaes Lessa de Barros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5673-3137>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: [Jpaulo\\_barros@hotmail.com](mailto:Jpaulo_barros@hotmail.com)

**Tomas Angel Del Valls Casillas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7674-9278>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: [delvalls@unisanta.br](mailto:delvalls@unisanta.br)

**Milena Ramires**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7686-0838>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: [milena@unisanta.br](mailto:milena@unisanta.br)

**Resumo**

O forte empuxo das bombas hidráulicas de refrigeração, que realizam a sucção da água, da qual é necessária para gerar energia na usina nuclear de Angra I vem afetando a fauna local, em especial, as tartarugas marinhas. Para evitar a morte de diversas tartarugas sugadas, foi realizado o projeto de construção de uma barreira marítima com a finalidade de preservar a vida dos animais, garantir o funcionamento da usina. O objetivo da presente pesquisa foi analisar o projeto e a construção da barreira instalada e manutenção de redes de metal (grades de carbono) tanto para proteger a usina quanto para evitar mortes dos animais marinhos com foco principal nas tartarugas. A barreira demonstrou eficiência comparado a dados anteriores evitando qualquer mortalidade após sua construção, em conjunto com o projeto, houve paralelamente a divulgação do projeto da barreira como meio de conscientização dos moradores das comunidades próximas, assim como pescadores e toda a população das cidades ao redor sob o impacto ambiental causado.

**Palavras-chave:** Barreira marítima; Usina Angra I; Tartarugas; Proteção ambiental.

### **Abstract**

The strong thrust of hydraulic refrigeration pumps, which suck up water, which is needed to generate energy at the Angra I nuclear power plant, has been affecting the local fauna, especially sea turtles. In order to avoid the death of several sucked turtles, a project was carried out to build a sea barrier with the purpose of preserving the lives of the animals, guaranteeing the operation of the plant. The purpose of this research was to analyze the design and construction of the installed barrier and maintenance of metal nets (carbon grids) both to protect the plant and to prevent deaths of marine animals with a primary focus on turtles. The barrier demonstrated an efficiency compared to previous data avoiding any mortality after its construction, in conjunction with the project, there was also the dissemination of the barrier project as a means of raising awareness among residents of nearby communities, as well as anglers and the entire population of cities around the world. Under the environmental impact caused.

**Keywords:** Marine barrier; Power plant Angra I; Turtles; Environmental protection.

### **Resumen**

El fuerte empuje de las bombas de refrigeración hidráulicas, que succionan el agua necesaria para generar energía en la central nuclear de Angra I, ha estado afectando a la fauna local, especialmente a las tortugas marinas. Con el fin de evitar la muerte de varias tortugas chupadas, se llevó a cabo el proyecto de construcción de una barrera marítima con el fin de preservar la vida de los animales, garantizando el funcionamiento de la planta. El objetivo de esta investigación fue analizar el diseño y construcción de la barrera instalada y el mantenimiento de redes metálicas (rejillas de carbono) tanto para proteger la planta como para prevenir muertes de animales marinos con un enfoque primario en tortugas. La barrera demostró eficiencia en comparación con datos anteriores evitando cualquier mortalidad después de su construcción, en conjunto con el proyecto, también se realizó la difusión del proyecto de la barrera como una forma de concienciar a los residentes de las comunidades cercanas, así como a los pescadores y a toda la población de las ciudades aledañas. bajo el impacto ambiental causado.

**Palabras clave:** Barrera marítima; Usina Angra I; Tortugas; Protección del medio ambiente.

## **1. Introdução**

### **1.1 Aspectos gerais do projeto**

O estudo realizado ocorreu devido a um processo judicial (MPF, 2012) tomado contra a Eletronuclear (Pris, 2010) em relação à alta potência de sucção das bombas de água do mar dos quais tem um alcance de fluxo consideravelmente alto, afetando os quelônios próximos da região (Marcondes, 2017) dos quais tem como hábito nadar a favor ao fluxo dos mares com o intuito de evitar gasto energético, portanto, acabam sendo sugados pelas bombas e se destroçando nas grades de proteção das mesmas (MPF, 2012).

Para que haja o correto funcionamento da Usina I em Angra dos reis, é necessário que suas bombas hidráulicas consigam gerar energia suficiente dado ao empuxo proveniente da água do mar, porém para a Usina Angra I em particular, o local de sucção forma uma verdadeira bacia de águas protegidas, o qual torna-se um ambiente atraente ideal para animais específicos viverem, porém, a alta potência das bombas de sucção de água do mar utilizadas para o funcionamento da usina, passou a ser uma ameaça aos animais marinhos da região, especialmente para os quelônios (Marcondes, 2017) que ao se aproximarem das bombas são sugados e, inevitavelmente falecem (MPF, 2012), necessitando assim para a região referida, a viabilização de um sistema de proteção das tomadas de água.

O projeto TAMAR (Marcondes, 2017) tomou frente quanto à resolução do problema socioambiental existente ao que atinge a Baía da Ilha Grande, criando um projeto de uma barreira marítima submersa com grades de aço, do qual contém a finalidade de evitar futuros acidentes socioambientais relacionados à região, protegendo a integridade física dos animais marinhos e das bombas hidráulicas, ao mesmo tempo evitando prejuízos financeiros à Usina, gerando resultados positivos em diversos aspectos.

Mediante as ações e omissões dolosas sob severos danos ao meio ambiente, em função do indesejável evento ambiental identificado, ocorrendo levemente lesões a 53 (cinquenta e três) tartarugas marinhas (MPF, 2012), bem como a morte de 68 (sessenta e oito), por afogamentos e traumas (fraturas do casco e vértebras do pescoço), esse estudo visa como escopo principal, uma análise conceptual da eficiência da barreira construída sob a referida ação judicial, com foque na conservação e pesquisa aplicada, educação ambiental e desenvolvimento local sustentável referente ao projeto da barreira de proteção à sucção de tomadas de água.

Em função do evento ambiental indesejável identificado, foi estudada e projetada uma barreira de proteção na entrada da área enrocada que faz a bacia de proteção das tomadas

de água pela usina, a proteção consiste de uma rede de aço-carbono ao longo de toda a entrada e até o fundo do leito (MPF, 2012), com sistema de flutuação e equipe de inspeção e manutenção permanente, sendo que a barreira marítima de proteção terá o alcance de toda a zona costeira da usina de Angra dos Reis.

A partir de atividades de remediação para o impacto ambiental vigente, três linhas de ação foram organizadas para realização do projeto (SMA, 2003):

- Conservação e pesquisa aplicada;
- Educação ambiental;
- Desenvolvimento local sustentável.

Ao processo do empuxe da água para geração de energia, torna-se evidente que o projeto não poderia ficar restrito apenas a proteção às tartarugas, sendo o processo também divulgado às comunidades costeiras locais, assim como o compartilhamento de informações para a conscientização da população tanto de Angra dos Reis quanto ao de cidades ao redor de forma a oferecer alternativas econômicas viáveis que amenizassem a questão socioambiental.

Entre os meios de compartilhamentos confiáveis, está o “portal G1”, do qual constata que o MPF abriu dois processos contra a Eletronuclear, o Ibama e o Instituto Chico Mendes devido a morte de animais marinhos na área da Usina de Angra 2, em Angra dos Reis, RJ. Segundo a investigação do MPF, ocorreu que 68 tartarugas morreram e outras 53 ficaram feridas entre 2010 e 2013 (G1, 2013).

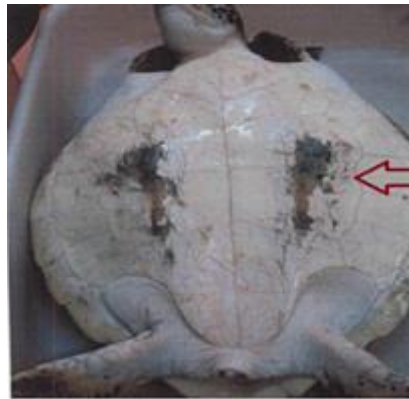
Outra fonte de compartilhamento de informações foi o portal globo, o qual promoveu em sua página em 2015 sobre o MPF mover ações pelas mortes de tartarugas na Costa Verde, sendo que consta sobre a procuradoria da qual quer condenação de Eletronuclear, Ibama e ICMBio por crime ambiental (Globo, 2016).

Publicado no próprio site da Eletrobrás, Eletronuclear em conjunto com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, dos quais se uniram com o objetivo único de monitorar as tartarugas marinhas que passam um período de suas vidas nas águas próximas à central nuclear, sendo gerado dados sobre o a fisiologia e comportamento desses animais, assim como a divulgação de informações sobre a relevância da biota local em relação aos impactos da Usina (Eletronuclear, 2014).

## 1.2 Visão conceptual de danos as tartarugas

Encontra-se na Figura 1 e 2 locais de danos as tartarugas, dos quais a usina Angra I é responsável pela lesão causada, assim como na Figura 3 representando uma visão conceptual do local específico.

**Figura 1.** Tartaruga lesionada.



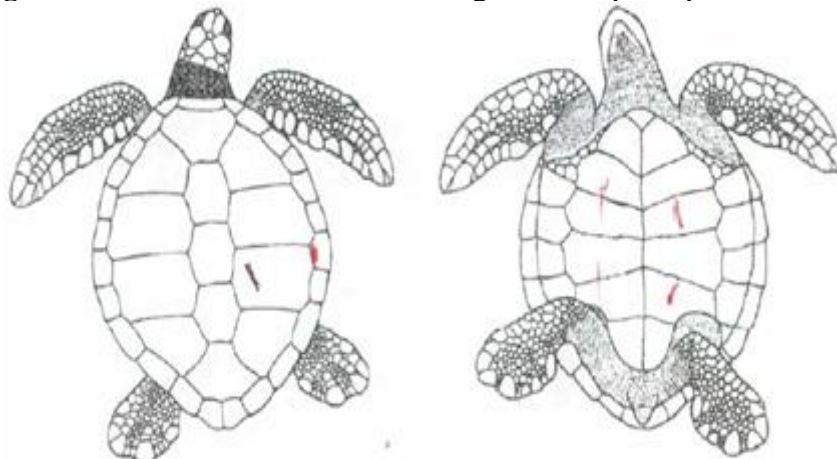
Fonte: Processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 2.** Tartaruga lealmente atingida pela pá mecânica.



Fonte: Processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 3.** Locais de lesão sobre tartaruga afetada pelas pás mecânicas.



Fonte: Processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

O Objetivo do trabalho é a analisar o projeto e construção da barreira marítima da Usina de Angra I, assim como seu impacto ambiental causado devido a irresponsabilidade da Eletrobrás, sendo o objetivo específico do trabalho abrangendo a conceptualização do projeto e impacto nas populações de tartarugas assim como determinar eficácia da barreira Usina Angra I nas populações de tartarugas na área local antes e depois da construção da barreira, em comparação com os dados prévios e pós coletados.

### **1.3 Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**

Sendo uma respectiva propriedade da Eletronuclear, sendo ainda em construção, tendo como subsidiária da Eletrobrás, o conjunto Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto é o resultado de um longo programa brasileiro que provém do início da década de 1950 com a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Rapini, 2007).

As razões determinantes e sua localização foram as proximidades dos três principais centros de carga do Sistema Elétrico Brasileiro como: São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro sendo que, a principal funcionalidade sobre sua proximidade era estar perto do mar para fácil e acessível retirada de energia e a facilidade de acesso para componentes pesados (Silva, 2013; IBGE, 2020).

### **1.4 Sobre Angra dos Reis**

Em meados do século XX, ocorreu a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional conhecida como CSN, tornando-se de alto valor para o município, sendo abastecida no porto pelo carvão de coque proveniente de Santa Catarina (IBGE, 2018).

Quanto as usinas nucleares na região de Angra dos Reis, sendo reconhecido como um dos mais importantes setores financeiros local, pois as atividades econômicas da região giram principalmente sob da geração de energia nas usinas Angra I com seu início e construção em 1982, a usina Angra II em com seu início no ano de 2001 e Angra III em 2010; Tanto a Usina Angra II quanto Angra III entraram em operação sendo construídas com tecnologia alemã Siemens e ainda no âmbito do tratado Nuclear Brasil-Alemanha, atingindo um fator de capacidade surpreendentemente alta de quase noventa por cento de sua capacidade operante total (Eletronuclear, 2013).

A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto está localizada no distrito de Mambucaba

do qual é responsável pelo fornecimento de grande parte da energia elétrica consumida no estado do Rio de Janeiro, sendo uma área da qual envolve atividades portuárias, pesqueiras, comércio marítimo, indústria naval e serviços em geral, e pelo fato de haver belas praias, ilhas e locais de mergulho submarino, principalmente na Ilha Grande (Pedro, 2004) existe uma grande demanda local para o turismo.

### **1.5 Usina Angra I**

Angra I teve sua construção iniciada em 1972, obtendo sua aprovação em 1984 tendo recebido sua licença para operação comercial segundo a CNEN, (2020) conhecida por Comissão Nacional de Energia Nuclear, reconhecida como a primeira usina nuclear brasileira entrou em operação comercial em 1985.

Conforme a estratégia de planejamento da empresa de pesquisa energética (Eletronuclear, 2014), a usina de Angra I está situada no município Angra dos Reis na praia de Itaorna

Operando com um reator de água pressurizada “Pressurized Water Reactor” (PWR), segundo Durmayaz & Sogut (2006) o mais utilizado no mundo, gerando energia suficiente para suprir uma cidade de 1 milhão de habitantes, um reator onde o núcleo é refrigerado por alta pressão de entalpia de água desmineralizada, fabricada pela Westinghouse e operada pela Eletronuclear, a respectiva potência elétrica nominal bruta é de 640 Mega Watts quanto sua operação total.

Quanto ao início da vida da usina Angra I, foi um período marcado por problemas diversos, havendo constantes interrupções em suas operações relacionadas a padronizações incorretas da Usina sendo essas questões sanadas apenas após reconstruções e replanejamentos em meados da década de 1990, solucionando diversos problemas técnicos à serem resolvidos, assim como contratações de novas equipes de operação e manutenção, engenheiros e diretores, o desempenho da usina subiu consideravelmente em relação ao seu fator de capacidade do qual operava com uma média de quase 90%, melhorando substancialmente (Pris, 2010) direcionando a unidade para operar com qualidade de desempenho compatível com a prática internacional.

Nos dias atuais, a empresa Eletrobrás Eletronuclear tem capacidade de realizar um programa contínuo de melhoria tecnológica e em conjunto com a Westinghouse incorporando os mais recentes avanços da indústria nuclear; Um ocorrido foi a troca dos geradores de vapor, sendo os principais equipamentos para o funcionamento correto da usina, sua troca foi

ocorrida em 2009 devido à um correto planejamento estratégico sob a substituição, estendendo a vida útil de Angra I permitindo que a usina esteja apta a gerar energia para o Brasil por décadas (Eletronuclear, 2013)

### **1.6 Responsabilidade Projeto Tamar**

Sobre o “Projeto Tamar”, segundo Maria, et al, (1999), é o plano que investe em recursos humanos e materiais para adquirir o maior conhecimento possível sobre a biologia das tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, priorizando estudos e pesquisas aplicadas que resolvam aspectos práticos para conservação desses animais dos quais são conhecidos pela grande capacidade migratória, com um ciclo de vida de longa duração, assim, realizando em conjunto uma gestão e monitoramento sobre as espécies de tartarugas locais, agindo como um órgão fiscalizador ambiental.

A Eletrobrás trabalha em conjunto com o Projeto Tamar, quanto a realização sobre o projeto da barreira de proteção, colaborando paralelamente para que haja um correto monitoramento ambiental tanto durante quanto pós projeto, assim, como a verificação da eficiência da barreira pelo impedimento da passagens de animais marinhos com foque principal em tartarugas, evitando demais trágicas ocorrências dos mesmos quanto relacionado à sua mortalidade devido ao empuxo do fluxo de água das Usinas (Neto, et al, 2018).

Serão envolvidas diretamente diversas categorias de trabalhos na realização do projeto relacionado a construção da barreira, e ao mesmo tempo indiretamente todos os membros do projeto TAMAR da região, dos quais os membros participantes terão de passar por rigorosos processos de segurança para adentrarem ao parque da usina (Neto, 1996).

Quanto à participação do Projeto Tamar relacionado ao projeto da barreira de proteção da Usina Angra dos reis, pesquisadores locais tem a responsabilidade sobre o monitoramento sob os ninhos nos próprios locais de postura, podendo transferir seus locais caso sejam encontrados em áreas de risco para locais mais seguros na mesma praia ou para cercados de incubação, os mesmos estando expostos ao sol e chuva plena, assim transferindo-os à praias próximas às bases de pesquisa, sendo ao longo de sua participação, realizadas marcações de biometria das fêmeas e contagem de ninhos e ovos. (Maria, et al, 1987)

Por restrições de segurança, ocorrendo impossibilidades de acesso à civis ao parque da usina de Angra dos Reis não haverá participação da comunidade na concepção, elaboração e desenvolvimento do projeto, contudo será apresentado resultados do desenvolvimento em todas as fases do projeto e todas as fases das obras a serem realizada pela própria Eletrobrás.



## 1.7 Fontes e recursos

Sob o projeto da barreira de proteção ambiental, devido ao processo judicial tomado contra a Usina nuclear de Angra dos Reis devido a irresponsabilidade ambiental, a Eletronuclear foi responsável financeiramente por realizar o desembolso sob valores respectivos relacionados ao projeto, normalmente e com tempo hábil para seu financiamento o principal banco de fomento utilizado por esta conceituada instituição é o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, sendo seu apoio ocorrendo por meio de financiamentos, subscrição de valores mobiliários, prestação de garantia e concessão de recursos não reembolsáveis a projetos de caráter social, cultural e tecnológico, o BNDES avalia a concessão do apoio com foco no impacto socioambiental e econômico do Brasil. Buscando incentivar a inovação, o desenvolvimento regional e o desenvolvimento socioambiental (MPF, 2016)

Sendo os logos das marcas representadas na seguinte Figura 4.

**Figura 4.** Logos das Marcas Apoiadoras do projeto da construção da barreira marítima.



Fonte: Elaborado pelo Autor, (2020).

## **2. Desenvolvimento**

### **2.1 Materiais de métodos**

Os materiais e métodos utilizados para a realização da pesquisa, como de suma importância utilizou-se do processo realizado contra a Eletrobrás, além de livros, artigos, revisões bibliográficas e análises sobre o contexto geral e tópicos relacionados,

### **2.2 Metodologia**

Devido aos fins práticos desta pesquisa, foi utilizado como natureza a pesquisa de revisão bibliográfica aplicada, utilizando-se do método qualitativo relacionando uma verificação sobre a mortalidade das tartarugas, para assim, gerar dados quanto a eficiência da respectiva barreira de proteção.

De acordo com Lakatos (1997), “A pesquisa vinde a ser um artifício formal que emprega um tratamento científico e constitui uma forma para conhecer a verdade e compreender a realidade”, pois pesquisar é descobrir novos fatos, relacionados aos dados, assim como suas relações de leis em qualquer área do conhecimento, através de um método de revisão bibliográfica.

A pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos da pesquisa básica.” (MORAES, 1996).

A pesquisa foi desenvolvida e classificada de forma que fosse possível atingir o objetivo da pesquisa de forma mais eficiente. Para melhor exploração desta pesquisa, observou-se que ela é classificada como pesquisa exploratória devido ao fato do uso de fontes bibliográficas e descritivas para que fosse possível descrever todo o processo.

“As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.” (MORAES, 1996)

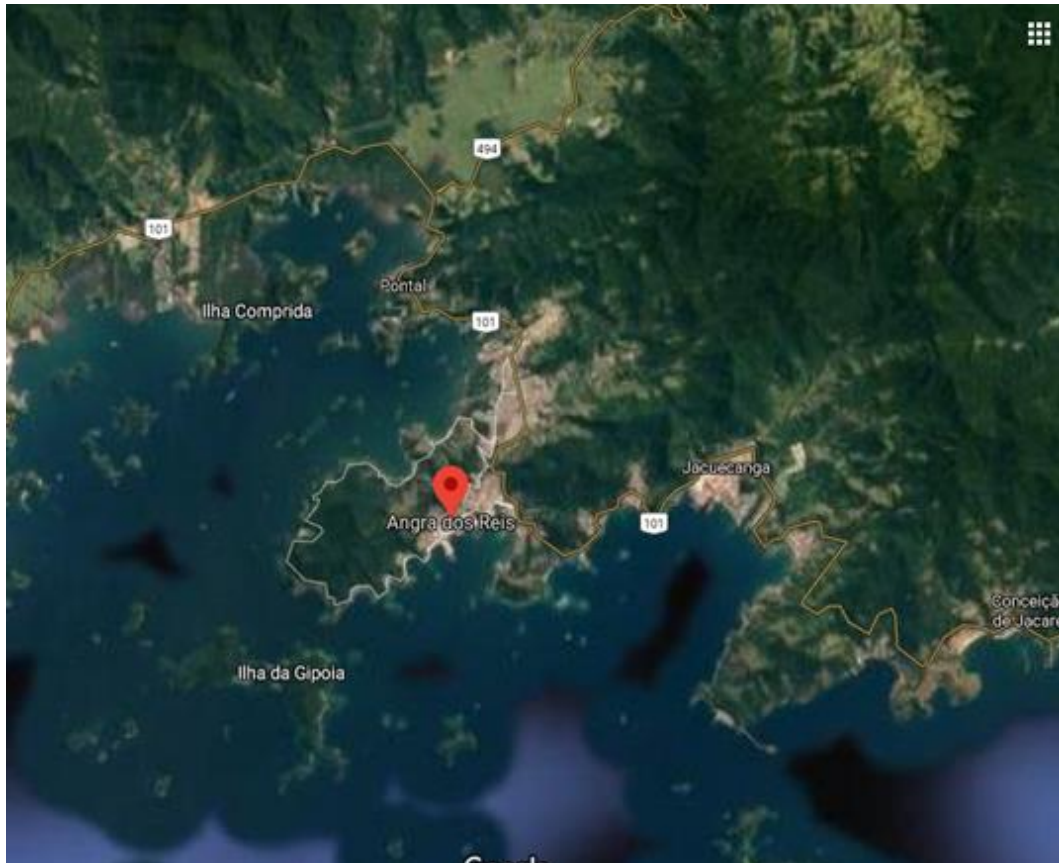
Segundo Moraes, (1996) “a análise qualitativa é menos formal do que a análise quantitativa, pois nesta última seus passos podem ser definidos de maneira relativamente simples. A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra e os instrumentos de pesquisa.”

Conforme citado, a especificidade da pesquisa bibliográfica será realizada em livros e documentos eletrônicos, dos quais serão utilizados à abordagem qualitativa para tratamento dos dados devido a interpretação que se fará acerca das fontes bibliográficas exploradas.

### 2.3 Área de estudo

Segundo dados do IBGE (2020), Angra dos Reis é um município do Brasil do qual está localizado no sul do estado do Rio de Janeiro, e está situado em uma altitude média de seis metros acima do mar e possui em seu litoral 365 ilhas catalogadas (IBGE, 2018), possuindo uma área de 816,3 km<sup>2</sup>, habitada por tribos indígenas tupinambás antes dos europeus e em seguida descoberta pelos portugueses na data de 6 de janeiro de 1502, sendo apenas colonizada após 1556, sua população média estimada por dados do IBGE em estimada em 2019 por 203.785 pessoas sendo a população no último censo de 2010 por 169.511 habitantes e sua densidade demográfica em 2010 variou em torno de 205,45 hab/km<sup>2</sup> (IBGE 2020), os municípios limítrofes são: Parati, Rio Claro e Mangaratiba, contando também no território fluminense, Bananal e São José do Barreiro no lado paulista (IBGE, 2018).

**Figura 5.** Angra dos Reis, visualização Google Earth.



Fonte: <<https://google.earth.com>>, 2020

### 2.4 Projeto & Implantação da Barreira

Segundo a análise do processo judicial do MPF (2012), dos quais contém os detalhes do projeto sob sua implantação e execução, para que haja uma avaliação sobre sua eficiência

de proteção para ecologia local, assim como para impedir que a usina Angra I continue a causar impactos sob as tartarugas, a pesquisa inicia-se com a verificação dos materiais necessários para a construção da barreira.

Sobre os principais aspectos para início do projeto encontram-se: Tela especial entrelaçada, barras de fixação, parafusos, boias marítimas, sinalizadores de acordo com a legislação estipulada pela marinha do Brasil, sendo todos os produtos utilizados receberam tratamento especial para contato com a água do mar, em conjunto com a imprescindível importância sob a contratação de profissionais com títulos específicos segundo as normas vigentes no ISO 14001 (ABNT, 2015).

Segundo o processo judicial (MPF, 2012), o período de tempo de execução do projeto gira em torno de 06 a 12 meses, sendo que constam nas etapas de procedimento:

1. Período de 6 meses, mobilização da equipe e aquisição dos materiais;
2. Período de 7 meses fixação da barra de sustentação estrutural no fundo do mar;
3. Período de 8 a 11 meses, instalação da rede de carbono;
4. Período de 12 meses, fixação das boias marítimas e sinalizadores marítimos.

Nas figuras abaixo (da Figura 6 a Figura 13) foram imagens retiradas do processo da MPF, Ação Civil Pública: 0031063-82.2016.4.02.5111, Ação criminal: 001609-62.2013.4.02.5111, Ministério Público Federal, representando estrutura geral sobre a Usina Angra I e Angra II para captação de água indicando a abertura para entrada da Enseada de Itaorna, detalhes de pás mecânicas (skiper), correspondente aos responsáveis pela limpeza da grade fixa, sendo a pá mostrada na posição fechada em seu curso final após percorrido seu trajeto de limpeza que conduz os dejetos para uma caçamba, sendo comum para procedimentos de limpeza as estruturas internas, assim como também, oferecendo uma visão panorâmica sobre aspectos de construção da barreira.

**Figura 6.** Ilustra a estrutura de captação de água em Angra I (tracejado amarelo) e Angra II (Tracejado vermelho). Seta indica a abertura para entrada de água para a Enseada de Itaorna, onde ocorre a captação.



Fonte: Processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 7.** Estrutura de captação de água da Usina Angra II em maior aproximação. É possível distinguir a separação de seis canais de captação (setas amarelas), cuja abertura encontra-se submersa.



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

Relacionado a Figura 6 e 7, é importante ressaltar sobre uma visão panorâmica (Vista de cima) na Figura 6 e relaciona-la a Figura 7, o qual refere-se à captação de águas para o fluxo onde ocorrerá a geração de energia das bombas hidráulicas, sendo especificamente na Figura 7 onde é indicado por “setas amarelas” o local exato onde ocorre a entrada de água.

**Figura 8.** Detalhes de pá mecânica (skiper) que limpa a grade fixa. A pá mostrada está na posição fechada em seu curso final, após ter percorrido todo seu trajeto de limpeza. Nessa posição os dejetos são depositados na canaleta com jatos d'água que conduz.



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111|

**Figura 9.** Detalhe dos "dentes" da pá mecânica. Eles se encaixam entre as barras da grade fixa para uma melhor limpeza.



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 6.** Caçamba onde são depositados rejeitos resultantes da limpeza das grades fixas;



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

É de suma importância notar, entre as Figuras 8, 9 e 10 sobre detalhes do funcionamento interno das pás mecânicas o qual, observa-se na Figura 9 os “dentes” de encaixe da barra fixa para “abertura e fechamento“, das quais devido ao seu formato triangular pontiagudo em suas extremidades, conseqüentemente, é uma fonte de causa da mortalidade de animais marinhos, como foco principal, as tartarugas, quanto a Figura 10, está diretamente relacionada ao final do processamento, sendo visto como o depósito de rejeitos após a atividade das bombas hidráulicas, sendo o local aonde encontram-se resíduos sólidos, “lixo marinho” por parte de má gestão ambiental e conseqüentemente destroços dos animais aquáticos.

**Figura 7.** Projeto de grades de proteção para contenção de tartarugas, feitas de aço carbono inoxidável material resistente a água



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 8.** Esquema de projeto de Barreiras de detritos e de tartarugas, tomada d'agua de Angra I, tomada d'agua de Angra II.



Fonte: processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111

**Figura 9.** Barreira para Detritos, Barreira para Tartarugas, para proteção da usina de Angra.



Fonte: nº 0031063-82.2016.4.02.5111

Quanto relacionado as Figuras 11,12 e 13 obtém-se uma visão essencial sobre um dos quesitos mais importantes do projeto, sendo a própria barreira de proteção ambiental, assim como sua localização, tanto sobre uma visão interna do projeto na Figura 11(Abaixo da superfície da água), quanto superficialmente nas Figuras 12 e 13, indicando especificidades sobre o projeto quanto a entrada de tomada de água, barreira para detritos e barreira de proteção específica para tartarugas

## 2.5 Gerenciamento do projeto

Para que o planejamento ocorresse de forma correta, o gerenciamento do projeto foi organizado em conjunto com todas as parcerias mencionadas, assim principalmente com a Eletronuclear e Supersub, ocorrido seguinte forma:

1. Contratação gerencial para tratativa de assuntos burocráticos e técnicos de rotina e por demanda.
2. Contratação de Fiscal de Campo com o intuito de haver uma fiscalização sob a equipe de operação em atividade.
3. Contratação de gerencia para gestão ambiental fornecendo apoio técnico a equipes de campo quanto a questão sob quelônios e animais marinhos que possam ser



contidos pela barreira, além de gerir sob o funcionamento do sistema aos órgãos ambientais conforme termo de conduta firmado.

4. Contrato de gerência Supersub, sob assuntos de supervisão burocráticos e técnicos, assim como atuações em campo.
5. Contrato de supervisor de mergulho, (Equipe Supersub) responsável pela equipe de campo, inspeções rotineiras e fiscal de operações.
6. Contrato com equipe de campo da empresa Supersub:  
(03 mergulhadores, 01 marinheiros e 03 ajudantes)
7. Aquisição de equipamentos mobilizados, sistema de mergulho, balsa de apoio, hidro ateadora, balsa de apoio, veículo de apoio.
8. Para a gestão do investimento à época na aquisição dos materiais da barreira foi de cerca de R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais) mais o contrato anual de manutenção permanente, o qual tem seu custo de 12 meses atualmente de R\$ 1.200.000,00 (um milhão e duzentos mil reais).

Neste caso foram utilizados materiais de consumo, materiais permanentes, recursos humanos, despesas com transporte e alimentação, serviços de impressão e custos administrativos, os recursos por conta da ação do ministério público foram disponibilizados com urgência pela Eletronuclear, as despesas serão imediatas e a fonte dos recursos será a Eletrobrás que foi intimada para resolução do problema ambiental com sanções que se não forem cumpridas as medidas findará com a prisão de seus diretores, a Eletrobrás disponibilizará todo o seu quadro de funcionários para auxílio da realização do projeto.

## 2.6 Indicadores

O indicador utilizado para avaliação de eficiência da barreira foram os números da tabela 1 retirada do próprio processo da MPF (2012), dos quais para tal resultados houve a contagem de tartarugas antes da efetiva realização do projeto, sendo cerca de 30 tartarugas na fase adulta, 200 na fase juvenil e mais de mil na fase inicial da vida morriam mensalmente nas turbinas da usina de angra, hoje o índice de mortalidade de tartarugas e animais marinhos conseguiu chegar a uma eficiência de 100% da barreira reduzindo à zero mortalidades devido a instalação da barreira, segue na Figura 2, uma tabela de mortalidades das tartarugas retirada do processo original onde consta o resultado total da análise comparativa dos documentos fornecidos pelos laudos do qual demonstra, ao final, divergências no quantitativo de tartarugas vivas (para mais)<sup>66</sup> e no e tartarugas mortas (para menos), sendo que os números entre parênteses ilustram os números relatados oficialmente, divergentes de outras anotações

**Tabela 1.** Tabela de Mortalidades 2010 à 2014.

Ano	Vivas	Mortas	Total
2010	29	13	42
2011	17	8	25
2012	47	42	89
2013	4	4	7
2014	0	0	0
TOTAL	96	67	163

Fonte: Autores, (2020).

Sob a determinação dos efeitos das ações físicas das quais ocorreram na Usina Angra I sob a população de tartarugas na área envolvida antes e depois da barreira, nota-se uma diminuição drástica sobre o número de mortalidades das tartarugas devido a construção da barreira marítima, sendo um sucesso sob a visão de conceptualização do projeto e sua execução e construção da barreira física, evitando certamente, um impacto ecológico indesejado das ações da Usina Angra I sobre as populações de tartarugas locais.

Sobre os resultados, em relação a tabela 2 pode-se citar que: Devido aos dados fornecidos às últimas tabelas que, não houve mortalidades após a construção da barreira e o projeto pois a sucção das bombas da Usina Angra II, não atingem um empuxo de força suficiente para succionar os animais marinhos presentes no meio ambiente onde é gerada a energia.

**Tabela 2.** Tabela de mortalidades das tartarugas, datas, total e observações.

Mês	Ano	Vivas	Mortas	Total	Observação
Julho	2010	-	1 (1)	1 (1)	
Agosto	2010	15 (14)	6 (6)	21 (20)	
Setembro	2010	7	3	10	
Outubro	2010	7 (8)	-	7 (8)	
Novembro	2010	-	-	-	
Dezembro	2010	3	-	3	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2010</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>42</b>	
Janeiro	2011	1	-	1	
Fevereiro	2011	-	-	-	
Março	2011	-	-	-	
Abril	2011	-	1	1	
Maio	2011	1	2	3	
Junho	2011	2	1	3	
Julho	2011	4	1	5	
Agosto	2011	1	1	2	
Setembro	2011	3	-	3	
Outubro	2011	1	1	2	
Novembro	2011	2	-	2	
Dezembro	2011	2	1	3	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2011</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	
Janeiro	2012	-	2	2	
Fevereiro	2012	1	1	2	
Março	2012	1	-	1	
Abril	2012	-	1	1	
Maio	2012	3	8 (7)	11 (10)	Uma arraia morta
Junho	2012	2	3 (2)	5 (4)	
Julho	2012	5	1 (0)	6 (5)	
Agosto	2012	15 (14)	2	17 (16)	Um pinguim morto
Setembro	2012	3 (4)	4 (3)	7	Duas arraias mortas e uma viva
Outubro	2012	8	11 (12)	19 (20)	
Novembro	2012	3 (4)	1	4 (5)	
Dezembro	2012	5	8 (9)	13 (14)	Duas arraias mortas
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2012</b>	<b>47</b>	<b>42 (40)</b>	<b>89 (87)</b>	
Janeiro	2013	-	2	2	
Fevereiro	2013	3	2	5	Relatório oficial do mês indisponível no momento dos exames
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2013</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>-----</b>	<b>96 (99)</b>	<b>67 (62)</b>	<b>163 (161)</b>	

Fonte: processo: nº 0031063-82.2016.4.02.5111

O IBAMA só foi fazer a atuação em 2013, e mesmo assim não o fez nos casos das tartarugas pós atuação e pré-projeto, constando sobre mais casualidades entre esse período, porém, após a aprovação e finalização do projeto não houve relatos sobre demais casualidades, chegando a um índice de zero casualidades.

### **3. Discussão**

Sob o monitoramento e avaliação do projeto, é de suma importância que haja programas de conservação ambiental para proteção da eficiência de resultados, e averiguação da gestão da barreira quanto a responsabilidade da Eletrobrás, assim como verificação continua ao longo de sua execução do projeto, permitindo averiguar a concretização parcial ou total dos objetivos, assim como novos levantamentos de dados para definir acertos e dificuldades, possibilitando o replanejamento de ações

### **4. Considerações finais**

Pode-se citar que não somente tudo isso vinde a macular a postura da Eletronuclear, do Ibama e do Icmbio, assim como também demonstra a absoluta falta de controle e responsabilidade com as questões ambientais, bem como conivência administrativa de órgãos fiscalizadores dos quais não se colocam em prontidão para mexerem ou realizar uma pronta fiscalização (visual e de dados) quanto ao relato imediato sobre as mortes das tartarugas em questão, constando que os mesmos se encontram em extinção, foram capturados pela tomada de água e eliminados devido ao funcionamento da usina.

Devido a uma eficiente investigação, conseguiu-se determinar os pontos críticos sobre efeitos e ações físicas das quais ocorriam imprudentemente na Usina Angra II sob as populações de animais aquáticos com ênfase nas tartarugas marinhas da área, sendo devido a tal impacto ambiental, após a conceptualização do projeto em relação as populações de tartarugas, é possível determinar excelência sob a eficácia da barreira Usina Angra I quanto as referidas populações de tartarugas em comparação com os dados prévios e pós coletados do processo nº 0031063-82.2016.4.02.5111 antes e depois da construção da barreira.

Devido ao presente sucesso da construção da barreira marítima e sua proteção ecológica, releva-se também a importância sobre a divulgação de informações por meios digitais sobre as imprudência da Usina Angra II sobre seus atos dos quais colocaram em risco o meio ambiente local, em conjunto com fatos ocorridos quanto a tartarugas marinhas, tornando-se evidente ao público informações sobre a barreira e as populações de tartarugas locais em comparação com os dados anteriores, provando que a barreira realmente foi efetiva quanto aos danos ambientais, gerando uma proteção eficaz.

Esta pesquisa não serve apenas como exemplo para trabalhos futuros como sugestão para outras empresas, companhias e usinas, possam estar aderindo à uma conscientização de forma geral e tomando providências sobre uma gestão ambiental de forma positiva e segura.

### **Referências bibliográficas**

ABNT (2015). NBR ISO 14001:2015, Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Recuperado de: <http://www.abnt.org.br/>

CNEN. (2020). Energia nuclear ministério da ciência. Tecnologia e Inovações. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Recuperado de: <http://www.cnen.gov.br/>

Durmayaz, A., & Sogut, O. S. (2006). Influence of cooling water temperature on the efficiency of a pressurized-water reactor nuclear-power plant, Research Article, International Journal of Energy Research V 30, i 10. Doi:<https://doi.org/10.1002/er.1186>

Eletronuclear (2020), Tartaruga Viva, Sociedade e meio Ambiente, Brasil, Recuperado de: <https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Paginas/Tartaruga-Viva.aspx>

Eletronuclear, (2013) Angra 2, Eletrobrás & Eletronuclear, Recuperado de: <https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Paginas/A>

Eletronuclear, (2014). Angra 1 - Informações gerais, Eletrobras Eletronuclear, Relatórios de Sustentabilidade Socioambiental. Recuperado de: <https://www.eletronuclear.gov.br/>

Ferreira A.A. (2010) Angra 3 construction, World Nuclear News WNN, NY

G1 (2013), Ministério Público investiga morte de tartarugas marinhas em Angra I, MPF, Ministério Público, Sul do Rio e Costa Verde, RJ, Recuperado de: <http://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2016/04/ministerio-publico-investiga-morte-de-tartarugas-marinhas-em-angra-rj.html>

Galdo R (2011), Angra dos Reis é a 10ª do país em proporção de domicílios em favelas, Portal G1, Recuperado de: <https://www.globo.com>.

IBGE (2020), Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de: <https://www.ibge.gov.br/>

IBGE, (2018). Área territorial oficial, Resolução da Presidência do IBGE de n° 5 (R.PR-5/02), O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de: <https://www.ibge.gov.br/>

Junior S. J. (2019). Omitiva da chinesa CNNC visita Brasil de olho em Angra, Estadão, O Estado de S. Paulo. Brasil-SP, Recuperado de: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,comitiva-da-chinesa-cnnc-visita-brasil-de-olho-em-angra-3,70002852560>

Lakatos E. M., (1997), Fundamentos da Metodologia Científica. Editora Atlas S.A, São Paulo, SP, Brasil Recuperado de: <https://docente.ifrn.edu.br/>

Marcondes, A. A., Jorge C. A., Tiradentes P. G. (2017), Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos. Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade, ICMBio Brasília CDU: 504:349.6:591.9(26)

Maria, A. M, Guy, G., Marcovaldi D. (1987). Projeto Tartaruga Marinha, Áreas de desova, época de reprodução, técnicas de preservação, PROJETO TAMAR, RJ.

Maria A. M., Guy G., Marcovaldi D., (1999) Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA, Projeto TAMAR & IBAMA. B. FBCN — Rio de Janeiro, 22:95-104

Moraes I. N., (1996), Elaboração da Pesquisa Científica. Métodos e Técnicas da Pesquisa e do trabalho Acadêmico, Ed 1, Rio de Janeiro, Brasil, Grupo Ateneu, Recuperado de: <http://grupoateneu.com.br/>

MPF (2012), Ação Civil Pública: 0031063-82.2016.4.02.5111, Ação criminal: 001609-62.2013.4.02.5111, Ministério Público Federal, Brasil, Recuperado de: <https://www.ecodebate.com.br/2016/04/19/mpf-denuncia-eletronuclear-ibama-e-icmbio-por-mortes-de-tartarugas-marinhas-em-extincao/>

MPF (2016). Globo MPF move ações por morte de tartarugas na Costa Verde, Ministério Público Federal, Brasil, Recuperado de: <https://oglobo.globo.com/rio/mpf-move-acoes-por-morte-de-tartarugas-na-costa-verde-19111067>

Neto A. (2020) Problemas de deslizamento e destruição de moradias, Folha de São Paulo, São Paulo-SP Brasil, Recuperado de: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,mais-2-corpos-sao-encontrados-na-praia-do-bananal,490963,0.htm>

Neto A. J., (1996) Decreto nº 3842, de 13 de junho de 2001 - Promulga a Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas, concluída em Caracas, Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasil. Recuperado de: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2001/d3842.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3842.htm)

Neto, A. J., Alana, A. L. A., Junior, D. A. (2018). Projeto TAMAR, Projeto Tamar Brasil. Recuperado de: <http://www.tamar.org.br/>

O Globo, (2012). Eletrobrás define até fim do ano sócio privado e modelo de parceria para retomar obras da usina Angra 3, O Globo, Economia, Brasil. Recuperado de: <https://oglobo.globo.com/economia/eletrobras-define-ate-fim-do-ano-socio-privado-modelo-de-parceria-para-retomar-obras-da-usina-angra-3-23664797>

Pedro, T. A. L. (2004), História de Angra dos Reis, Senado Federal, São Paulo, Brasil. Recuperado de: <https://www2.senado.leg.br/>

Pris, H. H., (2010) Latest news related to Pris and the status of nuclear power plants, Power Reactor Information System, IAEA, And International Atomic Energy Agency. Recuperado de: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>

Rapini, M. S. (2007) Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Grupo de Economia da Ciência e da Tecnologia do CEDEPLAR/UFGM, Estud. Econ. vol.37 IE-UFRJ, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612007000100008>

Silva, M. R. (2013). Análise da capacidade portuária brasileira nas exportações de minérios de ferro e grãos, Projeto de Graduação, Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil. Recuperado de: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/10042/1/monopoli10008383.pdf>

Silva, M. R. (2013). Análise da capacidade portuária brasileira nas exportações de minério de ferro e grãos, Projeto de Graduação, Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Recuperado de <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008383.pdf>

SMA (2003). Roteiro Básico para elaboração de Termo de Referência de Educação Ambiental Fehidro. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. Educação Ambiental – Elaboração de Projetos, Secretaria do Meio Ambiente, FEHIDRO, São Paulo, SMA/CPLEA. Recuperado de: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/>

SMA, (2005) Manual para Elaboração, Administração e Avaliação de Projetos Socioambientais, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. São Paulo, SMA/CPLEA, Recuperado de: <http://www2.ambiente.sp.gov.br/cea/automatico/manual-para-elaboracao-dministracao-e-avaliacao-de-projetos-socioambientais-2005/>

SuperSub (2020), SuperSub Serviços Aquáticos, Momento Audere Sempre, Supersub, Recuperado de: <http://supersub.com.br/>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

João Paulo Novaes Lessa de Barros – 50 %

Tomas Angel Del Valls Casillas – 25 %

Milena Ramires – 25 %