

## 4 Programa Computacional

A formulação apresentada ao longo do texto, bem como os valores de referência apresentados para a análise técnica e para a viabilidade econômica, foram reunidos em um código, de maneira que seja possível visualizar os resultados e identificar pontos onde o projeto pode ser aperfeiçoado.

O resultado deste código foi um programa desenvolvido em Microsoft Excel e Visual Basic que possibilita a visualização de diversos cenários de maneira rápida, permitindo a alteração de diversos parâmetros do problema. A seguir são apresentadas a entrada de dados, a saída e o funcionamento do programa. No capítulo seguinte são analisados diversos casos onde se percebe a funcionalidade do código.

### 4.1. Descrição Geral do Programa

Neste item será feita uma descrição geral do programa, abordando suas características principais e apresentando a divisão básica em módulos.

Foi escolhido o software Microsoft Excel e sua linguagem de programação de macros (Visual Basic) para o desenvolvimento da ferramenta computacional. O Microsoft Excel, com sua estrutura de planilhas, permite o armazenamento e visualização de grandes bancos de dados, característica de grande importância para este caso, como será visto adiante. Através do Visual Basic é possível a manipulação das variáveis e a imposição de limites que facilitam o entendimento da lógica do programa e a obtenção de importantes resultados.

O programa foi dividido em dois módulos, com aplicações totalmente distintas. No primeiro (módulo 1) estão concentradas informações sobre o balanço de energia do dessalinizador, com a definição das características principais do sistema, seguindo a metodologia apresentada no capítulo 3. O resultado deste módulo fornece informações para o módulo 2, que é dedicado à verificação da viabilidade econômica do sistema.

Para a obtenção de um resultado final os módulos trabalham em conjunto. No entanto, os módulos 1 e 2 são independentes em termos funcionais, ou seja, o módulo 1 pode ser rodado diversas vezes, sem que haja qualquer avaliação de viabilidade econômica. Da mesma forma, após a definição do sistema de dessalinização, podem ser realizadas diversas análises de cenário sem alterar as características básicas do sistema.

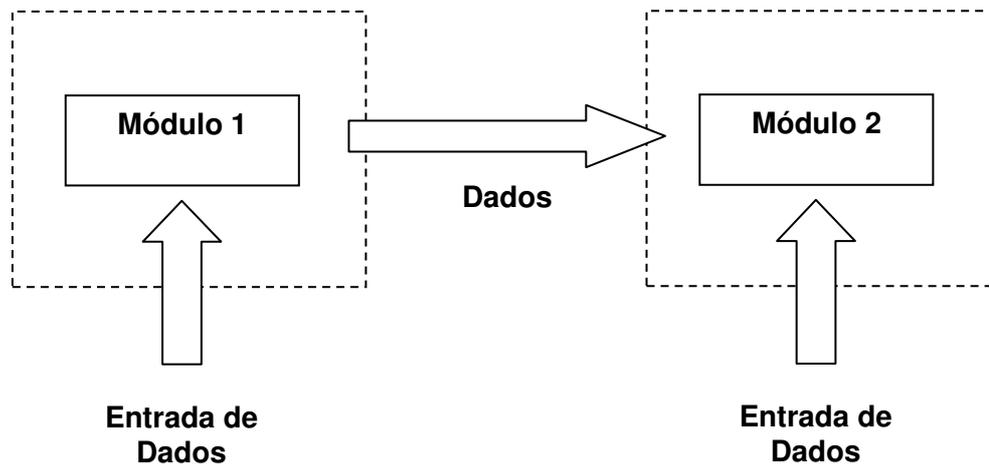


Figura 28 – Fluxo de dados do programa.

As unidades do programa são indicadas na área de entrada de dados, tanto para o módulo 1 quanto para o módulo 2. O resultado do programa é apresentado através de um relatório estruturado para receber as informações encontradas e adaptadas para impressão, caso seja necessário. O relatório apresenta informações sobre o dessalinizador e sobre o sistema como um todo.

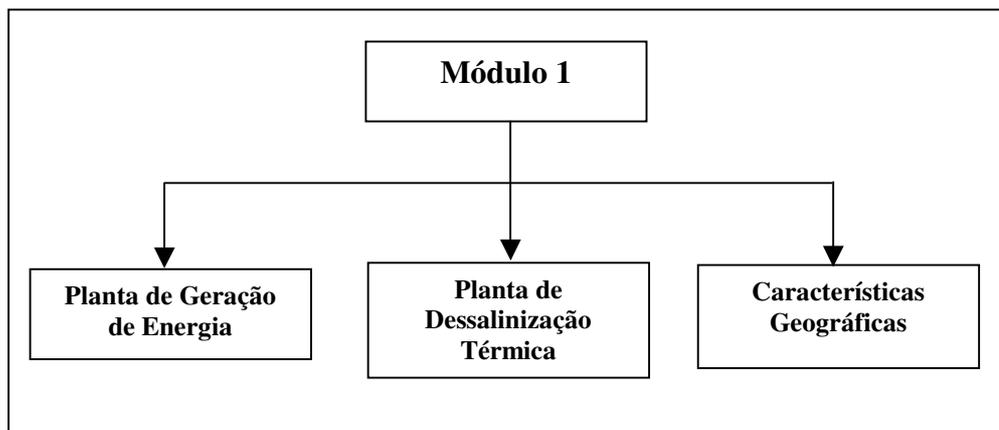


Figura 29 – Estrutura do módulo 1.

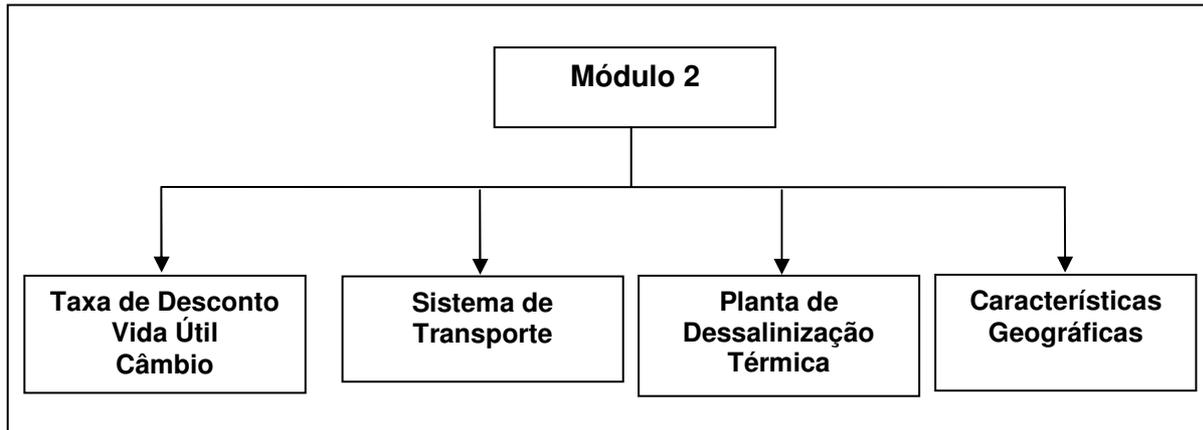


Figura 30 – Estrutura do módulo 2.

A estrutura de dados do módulo 1, apresentada na Figura 29, consiste nos dados da planta de geração, da planta de dessalinização térmica e das características geográficas do sistema. Os dados da planta de geração são basicamente a vazão dos gases de exaustão e a temperatura desses gases, que serão aproveitados para aquecimento da água. Nenhum outro dado é necessário do ponto de vista de geração, uma vez que o sistema deve ser adaptado para termoelétricas existentes.

O segundo grupo de dados do módulo 1 é composto pelas informações da planta de dessalinização. Esses dados são de grande importância para a definição do balanço de energia do sistema. Dentre os dados solicitados estão a eficiência dos trocadores de calor que compõem o sistema (fatores F1 e F2 apresentados na metodologia), a temperatura da água do mar e sua salinidade. Outras informações sobre o dessalinizador são utilizadas exclusivamente para a viabilidade econômica.

O terceiro e último grupo de dados do módulo 1 é composto pelas informações geográficas, consistindo basicamente do posicionamento da planta de dessalinização em relação à costa.

Após a rodada do módulo 1 são geradas as entradas para o módulo 2, sendo estes basicamente a vazão de água destilada produzida, vazão de água rejeitada e vazão de água admitida. Outra informação importante é o GOR (*Gain Output Ratio*) do sistema, que é uma variável muito útil para determinar a eficiência da planta de dessalinização. Estas informações são o elo entre os módulos 1 e 2, conforme apresentado na Figura 28.

Os dados referentes ao sistema de transporte incluem o diâmetro do aqueduto, o comprimento e o número estimado de estações de bombeio, resultado do programa. Esses dados englobam o duto principal, o duto de rejeitos e o de admissão. Através dessas informações, aliadas à vazão do sistema, será possível estimar a potência requerida do sistema. Neste grupo está incluído também o sistema de armazenamento.

Os dados geográficos auxiliam na disposição da planta térmica em relação à costa e à cidade destino, ou ao ponto de armazenamento selecionado. Esta imagem é de extrema importância, pois deve ressaltar a necessidade de possíveis obstáculos para redefinição da rota do aqueduto. Outra informação igualmente relevante é a necessidade de conhecer a elevação relativa do aqueduto entre o ponto inicial e o ponto final.

Os dados da planta dessalinização são relacionados, basicamente, ao custo de produtos químicos e custo energético da planta de dessalinização, decorrente do custo de bombeio na planta. Outros valores, relacionados à mão-de-obra, por exemplo, são estimados conforme as informações já apresentadas no início deste trabalho, não estando disponíveis para atualização pelo usuário.

O quarto e último grupo de informações consiste nos dados para elaboração da viabilidade econômica do sistema, sendo basicamente formados pela taxa de desconto, vida útil do sistema e taxa de câmbio, sendo esta última informação muito importante, uma vez que parte dos dados obtidos está em moeda norte-americana, sendo necessária a conversão para que se tenha resultados mais próximos da realidade.

## **4.2. Entrada de Dados**

O programa segue um padrão de identificação para entrada de dados, desta forma as colunas na cor azul servem para entrada dos dados ou para exibição de valores calculados pelo programa, as colunas em cor amarela mostram a unidade que deve ser utilizada ao entrar com os dados no programa. Na tela de entrada de dados são encontrados valores na cor vermelha, que são resultados do programa, e na cor azul, que são as células que podem ser alteradas pelo usuário.

A entrada de dados do programa é realizada na tela exemplificada pela Figura 31, é dividida nos seguintes tópicos: Definição da Área; Sistema de Dessalinização Térmica; Termoelétrica; Sistema de Transportes (Aquaduto principal, de admissão e de rejeito); Fatores de projeto do dessalinizador; Viabilidade Econômica. Além das áreas de entrada de dados a tela apresenta também um resultado parcial da viabilidade econômica, sob o título de “Resultado Parcial”, onde são apresentados os resultados de VPL e *payback* do projeto. Por fim, a tela é composta por três botões de comando, sendo eles: dessalinizador; VPL; Relatório. Todos os itens serão explicados separadamente a seguir.

DADOS	VALOR	UNIDADE	RESULTADO PARCIAL		
DADOS DA ÁREA			VPL	147.098.871,55	R\$
Nome	Santa Bárbara		PAYBACK	6	anos
Distância da costa	90	km	<b>FATORES DE PROJETO DO DESSALINIZADOR</b>		
Elevação em relação ao nível do mar	20	m	Porcentagem de líquido produzido na planta	0,8	
Habitantes	100.000	habitantes	Porcentagem de concentrado produzido	0,2	
Demanda por água	15.000	m <sup>3</sup> /dia	Porcent de concentrado produzido no evaporador	0,6	
Concentração na entrada	0,0350	kg sal/kg sol	Porcentagem de vapor produzido no evaporador	0,4	
Concentração na saída	0,1000	kg sal/kg sol	Porcentagem de líquido produzido no p.aquecedor	0,75	
Companhia de abastecimento de energia	COELBA		Porcentagem de vapor produzido no p.aquecedor	0,25	
Valor do kWh para produção industrial	160,00	R\$/MWh	Temperatura da água do mar	25	oC
Área disponível para plantio	1000	hectares	Pressão na primeira câmara	0,265	bar
<b>SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO TÉRMICA</b>			Pressão na segunda câmara	0,155	bar
Consumo energético	10	kWh/m <sup>3</sup>	Pressão na terceira e última câmara	0,057	bar
Consumo de produtos químicos	0,024	US\$/m <sup>3</sup>	<b>VIABILIDADE ECONÔMICA</b>		
Quantidade de estágios	14	módulos	Taxa de Desconto	8	% aa
Distância da costa	2	km	Vida útil	30	anos
Área disponível para sistema	1000	m <sup>2</sup>	Sistema de financiamento	SAC	
Eficiência dos trocadores de calor	85	%	Dólar	1,75	R\$
Valor de venda da água para indústria	0,0090	R\$/litro	Euro	2,4	R\$
Gain Output Ratio (GOR)	6				
Custo do sistema MEE	63.089.869,55	R\$			
<b>TERMOELÉTRICA</b>					
Capacidade	200,0	MW			
Vazão de Gases por hora	2400	toneladas/hora			
Vazão de Gases por segundo	666,67	kg/s			
Emissão de CO <sub>2</sub>	0,5	t/MWh			
Área Disponível	1000	m <sup>2</sup>			
Temperatura dos gases de exaustão	400	*C			
<b>SISTEMA DE TRANSPORTES</b>					
<b>AQUEDUTO PRINCIPAL</b>					
Diâmetro do duto de transporte	18	polegadas			
Espessura do duto de transporte	0,5	polegadas			
Comprimento	90	km			
Custo de compra dos dutos	2	R\$/kg			
Custo de construção	2	R\$/kg			
Elevação	20	m			
<b>AQUEDUTO DE ADMISSÃO E REJEITO</b>					
Diâmetro do duto de transporte	18	polegadas			
Espessura do duto de transporte	0,5	polegadas			
Distância da costa	2	km			

Dessalinizador	VPL	Relatório
----------------	-----	-----------

TELA DE MENSAGENS

Sistema de Dessalinização  
Sistema de Transporte  
Viabilidade Econômica

Figura 31 – Entrada de dados do programa.

Na tela “Dados da Área”, que pode ser visualizada na Figura 32, são definidos os parâmetros básicos do problema, tais como : demanda por água da região, essencial para dimensionamento do dessalinizador; elevação em relação ao nível do mar e distância da costa, importantes para o cálculo da potência de bombeio; concentração de sal da água na entrada do sistema e do rejeito na saída do sistema; valor do kWh para produção industrial, definido de acordo com a

concessionária de energia da região onde o projeto será implantado. No exemplo da Figura 32 foi utilizado o exemplo de uma planta para abastecimento da cidade de Santa Bárbara, distanciada 90 km da costa, com uma demanda por água de 15.000 m<sup>3</sup>/dia. Portanto, a tela de “Dados da área” serve para definição inicial do projeto.

DADOS DA ÁREA		
Nome	Santa Bárbara	
Distância da costa	90	km
Elevação em relação ao nível do mar	20	m
Habitantes	100.000	habitantes
Demanda por água	15.000	m <sup>3</sup> /dia
Concentração na entrada	0,0350	kgsal/kgsol
Concentração na saída	0,1000	kgsal/kgsol
Companhia de abastecimento de energia	COELBA	
Valor do kWh para produção industrial	160,00	R\$/MWh
Área disponível para plantio	1000	hectares

Figura 32 – Dados da área.

Na tela “Sistema de dessalinização térmica”, visualizada na Figura 33, são apresentados os parâmetros principais para definição do sistema de dessalinização, tais como: consumo energético, valor utilizado para estimar o gasto energético do sistema para bombeio do fluido dentro da planta, entre outros; consumo de produtos químicos, importante para estimar o custo de manutenção do sistema, especialmente para evitar incrustações; número de estágios, de células do sistema, parâmetro este apenas como informação do usuário, uma vez que a metodologia utilizada não requer o uso desta variável; distância da costa.

No caso exemplificado, o ponto de entrega do produto está localizado a uma distância de 90 km em relação à costa, enquanto o sistema de dessalinização está localizado a uma distância de 2 km da costa. O valor de venda da água para indústria, é o valor utilizado para o cálculo da receita obtida pela planta, sendo que neste caso o valor utilizado foi de R\$ 0,009 por litro de água produzida. O *Gain Output Ratio* (GOR), é um valor calculado pelo programa para determinar a eficiência do sistema, relacionando a quantidade de gases de exaustão utilizados e a quantidade de água produzida. Este valor deve variar entre 8 e 16, de acordo com Semiat (2000), o que demonstra que a planta em questão não está sendo utilizada em sua plena capacidade. Por fim, a tela de entradas do sistema de

dessalinização apresenta um resultado preliminar do custo da planta, valor utilizado para os cálculos de viabilidade econômica.

SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO TÉRMICA		
Consumo energético	10	kWh/m <sup>3</sup>
Consumo de produtos químicos	0,024	US\$/m <sup>3</sup>
Quantidade de estágios	14	módulos
Distância da costa	2	km
Área disponível para sistema	1000	m <sup>2</sup>
Valor de venda da água para indústria	0,0090	R\$/litro
Gain Output Ratio (GOR)	6	
Custo do sistema MEE	63.089.869,55	R\$

Figura 33 – Entrada de dados para o sistema de dessalinização térmica.

A terceira tela de entrada do programa está relacionada com a planta termoelétrica, conforme demonstrado na Figura 34. Nesta tela são solicitados os valores de emissão de CO<sub>2</sub>; Capacidade da planta; Área disponível; Temperatura dos gases de exaustão. A capacidade da planta, a emissão de CO<sub>2</sub> e a temperatura, são valores essenciais para a definição da quantidade de energia disponível para a destilação da água. A área disponível é um dado utilizado exclusivamente para os cálculos de viabilidade econômica e não se aplica no caso da termoelétrica ser existente.

No caso exemplificado, a planta termoelétrica tem uma capacidade de 200 MW, sendo que suas emissões de CO<sub>2</sub> chegam a 500kg por MWh, a uma temperatura de 400°C.

TERMOELÉTRICA		
Capacidade	200,0	MW
Vazão de Gases por hora	2400	toneladas/hora
Vazão de Gases por segundo	666,67	kg/s
Emissão de CO <sub>2</sub>	0,5	t/MWh
Área Disponível	1000	m <sup>2</sup>
Temperatura dos gases de exaustão	400	°C

Figura 34 – Entrada de dados para a planta termoelétrica.

A quarta tela de entrada corresponde ao sistema de transportes, apresentada na Figura 35, onde são inseridos os dados que definem as propriedades dos dutos

e dos sistemas de bombeio. O sistema de transportes é um item essencial da planta pois pode viabilizar ou não a realização do projeto. Os dados solicitados nesta tela são: diâmetro e espessura dos dutos; comprimento; custo de construção e montagem dos dutos; custo de aquisição dos dutos; elevação do ponto de chegada em relação ao nível do mar; fator de atrito e potência disponível.

No exemplo apresentado, os dutos têm o diâmetro de 18 polegadas, com espessura de 0,5 polegada. O comprimento do aqueduto principal foi considerado como 90 km, enquanto os dutos de admissão e rejeito têm comprimento de apenas 2 km. Para recordar a configuração dos dutos veja a Figura 7. Os dados de elevação dependem essencialmente da topografia da região, sendo importante destacar que a elevação deve corresponder ao ponto de chegada do duto, seja ele principal, de admissão ou de rejeito. A potência disponível é arbitrada pelo usuário e é através deste valor que é definida a quantidade de estações de bombeio requeridas para cada linha, bem como a distância entre estas estações. O preço da estação de bombeio também é definido livremente pelo usuário, compondo o cálculo da viabilidade econômica do sistema.

SISTEMA DE TRANSPORTES		
AQUEDUTO PRINCIPAL		
Diâmetro do duto de transporte	18	polegadas
Espessura do duto de transporte	0,5	polegadas
Comprimento	90	km
Custo de compra dos dutos	2	R\$/kg
Custo de construção	2	R\$/kg
Elevação	20	m
AQUEDUTO DE ADMISSÃO E REJEITO		
Diâmetro do duto de transporte	18	polegadas
Espessura do duto de transporte	0,5	polegadas
Distância da costa	2	km
Comprimento	40	km
Elevação	8	m
Fator de atrito (todos os dutos)	0,001	
Potência para Duto Principal	0,8	MW
Potência para Duto de Rejeitos	0,8	MW
Potência para Duto de Admissão	0,8	MW
Preço da estação de bombeio	2.000.000	R\$/MW

Figura 35 – Entrada de dados para sistema de transportes.

A quinta tela de entrada do programa, apresentada na Figura 36, corresponde aos fatores de projeto do dessalinizador ou dos trocadores de calor que fazem parte do sistema. Conforme explicado no texto anteriormente, este

trabalho se restringe ao estudo do dessalinizador e de seu balanço termodinâmico sem entrar em detalhes com relação aos trocadores de calor utilizados em sua composição. Desta forma, para um caso real de estudo, o fabricante do dessalinizador deve fornecer os dados relacionados ao porte do trocador de calor, que serão inseridos no programa conforme a tela a seguir.

FATORES DE PROJETO DO DESSALINIZADOR		
Porcentagem de líquido produzido na planta	0,8	
Porcentagem de concentrado produzido	0,2	
Porcent de concentrado produzido no evaporador	0,6	
Porcentagem de vapor produzido no evaporador	0,4	
Porcentagem de líquido produzido no p.aquecedor	0,75	
Porcentagem de vapor produzido no p.aquecedor	0,25	
Temperatura da água do mar	25	oC
Pressão na primeira câmara	0,265	bar
Pressão na segunda câmara	0,155	bar
Pressão na terceira e ultima câmara	0,057	bar

Figura 36 – Entrada de dados para fatores de projeto do dessalinizador.

Conforme foi apresentado no texto anteriormente, cada célula do dessalinizador é composta basicamente por dois trocadores de calor, ou seja, o evaporador e o pré-aquecedor. No primeiro ocorre a produção do concentrado, que será utilizado pela célula seguinte, e do vapor, que será encaminhado para o pré-aquecedor. Devem ser conhecidas as porcentagens de concentrado e vapor produzidos pelo evaporador, sendo este um dado do fabricante. Da mesma forma, o pré-aquecedor produz em primeiro lugar a água destilada e em seguida o vapor, que será utilizado na célula seguinte. As parcelas de água e vapor produzidos pelo pré-aquecedor são definidos pelo fabricante para determinadas condições de operação.

Além dos dados operacionais citados acima, devem ser definidos também a temperatura da água do mar, que exerce grande influência na eficiência do sistema e a pressão nas três células ou câmaras, sendo estas definidas obrigatoriamente em ordem decrescente.

A sexta e última tela de entrada corresponde à viabilidade econômica do sistema, sendo definidos basicamente, os seguintes parâmetros: a taxa de Desconto; a vida útil do sistema; o valor da taxa cambial para dólar e euro. A tela de entrada para viabilidade econômica pode ser visualizada na Figura 37. No

caso exemplificado a taxa de desconto utilizada seria de 8% ao ano, com o dólar na faixa de R\$ 1,75.

VIABILIDADE ECONÔMICA		
Taxa de Desconto	8	% aa
Vida útil	30	anos
Sistema de financiamento	SAC	
Dolar	1,75	R\$
Euro	2,4	R\$

Figura 37 – Entrada de dados para viabilidade econômica.

As telas de entrada podem ser preenchidas livremente, ou seja, não existe uma ordem pré-definida para o preenchimento das células, desde que sejam seguidas as regras estabelecidas conforme a cor das colunas e dos números, citadas no início deste capítulo. Além das telas de entrada existem dois outros itens de grande relevância: a tela de Resultado Parcial e os botões de comando.

A tela de resultado parcial é um meio prático de visualizar os valores de VPL e *payback* do projeto antes de passar a uma análise mais aprofundada do sistema. Assim, um usuário que esteja interessado prioritariamente na viabilidade do projeto poderia variar os parâmetros livremente, clicar no botão de viabilidade e visualizar o resultado parcial. A tela de resultado parcial pode ser visualizada na Figura 38.

No caso exemplificado o VPL do projeto é positivo, com grande margem para aumento da taxa de desconto ou para redução do preço de comercialização, com um *payback* de 6 anos, tempo necessário para recuperação do investimento. Um usuário que estivesse interessado em um *payback* de 3 anos poderia retornar às telas de entrada e alterar os valores, redefinido o Resultado Parcial.

RESULTADO PARCIAL	
VPL	147.098.871,55 R\$
PAYBACK	6 anos

Figura 38 – Tela para visualização de resultado parcial.

Os botões de comando utilizados, apresentados na Figura 39, são os seguintes: Dessalinizador; VPL; Relatório. O primeiro botão, Dessalinizador, aciona as rotinas para cálculo da planta de dessalinização, avaliando a quantidade de energia requerida para abastecimento do sistema e determinando a quantidade de água produzida, bem como a quantidade de rejeitos. Os valores podem ser alterados livremente para se comparar diferentes condições da planta, conforme será visto posteriormente. O segundo botão, VPL, é utilizado para acionar as rotinas para cálculo da viabilidade econômica do sistema e, por fim, o terceiro botão gera um relatório compondo os resultados mais relevantes do sistema.

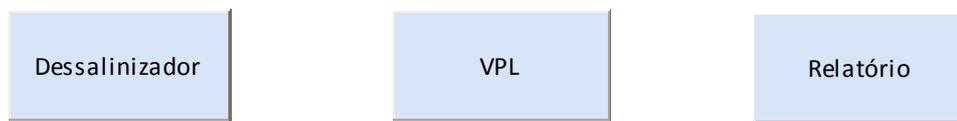


Figura 39 – Botões de comando do programa.

### 4.3. Resultados

Outra característica do programa desenvolvido é a possibilidade de gerar relatórios para os casos analisados. A geração de relatórios é opcional e ocorre através do acionamento do botão de comando “Relatório”, encontrado na tela de entrada e visualizado na Figura 39. A visualização de relatórios permite a análise dos principais parâmetros do problema, que são descritos a seguir.

O relatório é dividido em três módulos principais: Dessalinizador; Sistema de Transporte; Viabilidade econômica. O quarto módulo, com o título de “Informações Adicionais”, apresenta os dados relacionados aos rejeitos, não estando diretamente relacionados com o objetivo do trabalho.

Na parte do relatório dedicada ao dessalinizador são definidos os seguintes parâmetros: Emissão de gases de exaustão; vazão produzida; GOR; Consumo energético; Custo energético; CAPEX (*Capital Expenditure*) da planta de dessalinização; OPEX (*Operational Expenditure*) da planta de dessalinização; Volume de água comercial; Receita de água; Energia requerida na célula 1; Variação de T na célula 1; T na saída da célula 1.

A emissão de gases de exaustão considera os gases de exaustão utilizados para a produção de energia para o sistema, através da termoelétrica, ou seja, é um dado de entrada do sistema que será comparado com a vazão de água requerida, resultando no GOR (*Gain Output Ratio*).

Programa de Dessalinização v.0		
Relatório de Resultados		
Localidade	Santa Bárbara	
Termoelétrica		
<b>DESSALINIZADOR</b>		
Emissão de Gases de Exaustão	<b>2.400</b>	tonelada/dia
Vazão produzida	<b>15.000</b>	tonelada/dia
GOR	<b>6</b>	
Cons. Energético	<b>2</b>	MWh
Custo Energético	<b>2.494.167</b>	R\$
CAPEX da planta de dessalinização	<b>63.089.870</b>	R\$
OPEX da planta de dessalinização	<b>8.803.154</b>	R\$/ano
Volume Água Comercial	<b>15.000</b>	m3/dia
Receita Água	<b>49.275.000</b>	R\$/ano
Energia requerida na célula 1	<b>46,842</b>	MW
Variação de T na célula 1	<b>70,017</b>	K
T na saída da célula 1	<b>330</b>	oC
<b>SISTEMA DE TRANSPORTE</b>		
Est Bombeio Duto Principal	<b>0,1</b>	
Est Bombeio Duto Admissão	<b>0,1</b>	
Est Bombeio Duto Rejeito	<b>0,0</b>	
Potência disponível duto principal	<b>0,8</b>	MW/estação
Potência disponível duto rejeito	<b>0,8</b>	MW/estação
Potência disponível duto admissão	<b>0,8</b>	MW/estação
Custo de bombeio duto principal	<b>165.012,1</b>	R\$/ano
Custo de bombeio duto rejeito	<b>12.982,8</b>	R\$/ano
Custo de bombeio duto admissão	<b>96.439,5</b>	R\$/ano
CAPEX do sistema de transporte	<b>17.023.112,7</b>	R\$
OPEX do sistema de transporte	<b>274.434,4</b>	R\$/ano
<b>VIABILIDADE ECONÔMICA</b>		
VPL	<b>147.098.871,55</b>	R\$
Índice de Lucratividade (IL)	<b>1,17</b>	
Payback	<b>6</b>	anos
<b>INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b>		
Quantidade de sal produzido	<b>375</b>	tonelada/dia
Quantidade de lítio disponível	<b>13,6875</b>	kg/ano

Figura 40 – Tela para visualização de resultado parcial.

O CAPEX é uma estimativa do custo de aquisição e construção da planta de dessalinização, sem incluir o sistema de transportes. No caso exemplificado o

custo CAPEX seria de R\$ 63.089.870, para uma vazão de 15.000 m<sup>3</sup>/dia ou 15.000.000 litros/dia. O custo OPEX corresponde ao dispêndio para manter a planta funcionando. Este custo inclui o custo de manutenção, bombeio, mão-de-obra etc.

A receita obtida com a comercialização da água produzida é determinada através do valor unitário de venda, definido na tela de entrada “Sistema de dessalinização”. Resultados altamente relevantes são a energia requerida na célula 1 e a variação de temperatura. Estes resultados determinam se a termoelétrica disponível é capaz de suprir o sistema de dessalinização com a energia necessária para a produção de água. No caso exemplificado, a temperatura dos gases de exaustão ao deixarem a planta de produção energética é de 400°C. Para que a planta de dessalinização seja alimentada com a energia necessária para realização do processo de transformação é preciso que a temperatura dos gases de exaustão seja de 330°C após passar pela célula 1, ou seja, as condições para alimentação de energia são favoráveis para o funcionamento da planta.

Na parte do relatório dedicada ao sistema de transportes, são estabelecidos os custos de construção e operação para a movimentação de fluidos do sistema. Primeiramente são estabelecidas as quantidades de estações de bombeio para o duto principal e para os dutos de admissão e rejeito. Este resultado depende diretamente da potência disponível em cada uma das linhas, dentre outros fatores, tais como o diâmetro do duto e a vazão requerida para o abastecimento. Ainda na parte reservada ao sistema de transportes, são estabelecidos os custos de operação, que no exemplo mostrado na Figura 40, R\$ 274.000 por ano, com um custo de construção de aproximadamente R\$ 17.000.000.

A terceira parte do relatório está relacionada com a viabilidade econômica do sistema, mostrando o VPL, o IL e o *payback* do sistema. Para o caso em estudo o VPL é positivo. Para interpretar o valor de VPL encontrado é preciso recorrer à equação (55). O VPL é a diferença entre o valor aplicado para o empreendimento e o valor de todo o fluxo de caixa descontado. Sendo assim, após 30 anos de operação, o fluxo de caixa descontado será maior que o investimento inicial, demonstrando que o projeto é viável. Além disso, o índice de lucratividade demonstra a relação entre o valor do VPL e o valor investido (I).

Neste caso o índice de lucratividade vale 1,17, o que confirma a viabilidade do sistema. O terceiro e último parâmetro utilizado para avaliar os investimentos é o *payback*, que para este caso será de 6 anos, ou seja, após seis anos de operação o fluxo de caixa passa a ser positivo.

A quarta e última parte do relatório indica a quantidade de sal produzido pelo sistema. Em algumas regiões do Brasil, especialmente no nordeste, o sal é utilizado como meio de sustento, dando origem às grandes salinas. Exemplos disso são as salinas de Guamaré, município do Rio Grande do Norte. Neste caso, o sal produzido pela planta poderia ser utilizado para elevar a receita do empreendimento.