

## **2.8 Referências Bibliográficas**

ALLONDA Ambiental. Geotube® Desidratação de Lodo. Disponível em < <http://www.allonda.com/geotube-desidratacao-de-lodo>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

ANTAQ. Anuário. Movimentação de Contêineres. Disponível em < <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>> Acesso em 05 de outubro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 454, de 01 de novembro de 2012. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>> Acesso em 01 de novembro de 2017.

CONCREMAT AMBIENTAL. Resposta à Notificação CEAMNOT/01004512 referente às obras de regularização de cais, aterro e dragagem, localizados no Caju, Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. SEPETIBA TECON. Disponível em <[http://www.csn.com.br/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59546](http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59546)>. Acesso em 01 de setembro de 2017.

DAMEN. Cutter Suction Dredger 350 "YN561101". Disponível em < <http://products.damen.com/en/ranges/cutter-suction-dredger/csd350/deliveries/csd-350-yn561101>> Acesso em 14 de novembro de 2017.

ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA. Estudo de Impacto Ambiental do Terminal de Granéis Sólidos TECAR 70Mtpa. CSN - Companhia Siderúrgica Nacional. Rio de Janeiro. 2014.

ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA. Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Portuário Centro Atlântico. CSA – Companhia Siderúrgica do Atlântico. Rio de Janeiro. 2005.

ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA. Estudo de Impacto Ambiental dos Serviços de Dragagem no Canal de Acesso Secundário do Porto Organizado de Itaguaí. CSA – Companhia Siderúrgica do Atlântico. Rio de Janeiro. 2009.

GHG PROTOCOL. Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em < <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>> Acesso em 10 de novembro de 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Balança Comercial e Corrente de Comércio: acumulado. Disponível em < <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>> Acesso em 05 de outubro de 2017.

MONTEIRO, A. M. Estudo das Técnicas de Disposição de Sedimentos Contaminados de Dragagem. Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro. 2010.

RODRIGUES, J. ASHAR, A. Transshipment hubs in the New Panamax Era: The role of the Caribbean. *Journal of Transport Geography*, No. 51, pp. 270-279. 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMADS). Gerenciamento Ambiental de Dragagem e Disposição do Material Dragado. Projeto Planágua Semads/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Rio de Janeiro. 2002.

SEPETIBA TECON. Apresentação Comercial. Disponível em <[http://www.csn.com.br/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59546](http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59546)>. Acesso em 01 de setembro de 2017.

VAN OORD SERVIÇOS DE OPERAÇÕES MARÍTIMAS LTDA. Dragagem de Aprofundamento dos acessos aquaviários ao Rio de Janeiro – Projeto executivo de encapsulamento de material contaminado da área 3. Rio de Janeiro. 2011.

VLASBLOM, W. J. Introduction to Dredging Equipment. Notas de Aula. Delft University of Technology. Delft. 2003.

WORLD BANK. GDP (current US\$). Disponível em <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>> Acesso em 05 de outubro de 2017.

## **2.9 Relação de Mapas**

Mapa 2.1-1 – Mapa da Área da CSN

Mapa 2.1-1 – Mapa da Área da CSN

### **3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **3.1 Áreas de Influência**

A área de influência do empreendimento em questão corresponde ao espaço passível de alterações em seus aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos, decorrentes obras de expansão do terminal de contêineres Sepetiba TECON, localizado no município de Itaguaí.

A delimitação da área de influência de um empreendimento é determinante para todo o trabalho, tanto para os estudos de obtenção da licença prévia (LP), quanto para obtenção das licenças de instalação (LI) e operação (LO). Somente após esta etapa é possível orientar as diferentes análises temáticas; avaliar a intensidade e magnitude dos impactos causados ao meio ambiente, bem como definir a abrangência e público alvo dos programas ambientais.

A definição dos limites geográficos da área de influência de um determinado projeto é um dos requisitos legais para avaliação dos impactos ambientais, conforme fica explícito pela Resolução Conama nº 01/1986, item III, artigo 5º, que define:

“Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

(...)

III – Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza. ”

A área de influência para as obras propostas para o Terminal Sepetiba TECON, localizado no Porto de Itaguaí, foi definida a partir da análise das intervenções de engenharia e seus aspectos associados, inerentes a este tipo de empreendimento,

confrontadas com as vulnerabilidades de cada meio impactado. Foram considerados os componentes ambientais que, de alguma forma, têm seus aspectos alterados ou potencialmente alterados.

### **3.1.1 Área Diretamente Afetada (ADA)**

As áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, onde se processarão as intervenções necessárias ao projeto de ampliação do Sepetiba TECON, são apresentadas a seguir:

- Prolongamento do berço 303 em 273,4 m. incluindo nesta expansão 2 novos Portêineres tipo *New Panamax* com 30 m de bitola. Esta expansão prevê a operação, no berço 303, de navios da classe *New Panamax*, com capacidade de 12.500 TEUs, LOA= 366 m e calado máximo de 15,2 m.
- Novo Viaduto de interligação das áreas alfandegadas do Terminal, com extensão de 310m e altura de 11 metros.
- Área de operações de dragagem para aprofundamento da área de entorno do berço 302 e 303, bacia de evolução e canal alternativo em “y”, antes das boias 20 e 21, considerando-se o volume de dragagem previsto da ordem de 6,15 milhão de m<sup>3</sup> (com cotas variadas entre -15,8 m a -17,3 m). Esta área a ser dragada apresenta uma área total de 1,239 km<sup>2</sup>.
- Área de disposição oceânica do Material Dragado:
  - ✓ Área de descarte oceânico, situado a cerca de 28 milhas náuticas do Porto, externo a Baía de Sepetiba, que compreende um círculo com raio de 2 milhas náuticas (3,7 km), resultando em uma área total de 43 km<sup>2</sup>.

A delimitação da ADA, é apresentada no **Mapa 3.1-1- Área Diretamente Afetada (ADA)**.

No **Mapa 3.1-1- Área Diretamente Afetada (ADA)** também são contempladas as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

### **3.1.2 Área de Influência Direta (AID)**

A área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos diretos oriundos da atividade empreendedora é definida como Área de Influência Direta (AID). É importante destacar que, devido à individualidade dos processos inerentes à dinâmica dos diversos fatores ambientais, a delimitação da Área de Influência Direta difere entre os meios natural (Meios Físico e Biótico) e antrópico (Meio Socioeconômico), com suas características sociais, econômicas e culturais. Os critérios adotados para esta delimitação encontram-se descritos a seguir.

#### **3.1.2.1 Meios Físico e Biótico**

Para definição da AID dos meios físico e biótico, foram consideradas as áreas que serão diretamente impactadas, ou seja, as áreas que terão suas condições naturais modificadas durante e após a realização das obras.

A área ocupada pelo Terminal Sepetiba TECON será modificada durante as fases de instalação e operação do empreendimento proposto. Pode-se esperar, portanto, alterações das condições físicas e biológicas na área do terminal em questão.

Durante a fase de instalação do empreendimento, estão previstas obras de prolongamento do berço 303 em 273,4 m. Também será realizada uma dragagem na área de atracação do berço 302, com cota -15,2m, na área do berço 303 e bacia de evolução, com cota de -16,2m e no canal de acesso, com cota de -17,3m.

Todo o material residual da atividade de dragagem que for classificado como não contaminado, de acordo com a Resolução CONAMA nº454/12, poderá ser disposto em área de descarte oceânico. Para tanto, é proposta a área de descarte, constituída por um círculo com 2km de raio e com profundidade média de 42 metros, ao largo da costa.

Foram considerados também como parte integrante da AID os locais potencialmente atingidos pela pluma de sedimentos ressuspensos pelas atividades relacionadas à dragagem e disposição em bota-fora oceânico, definidos com base nos Estudos Hidrodinâmicos e Sedimentológicos (**item 3.2– Diagnóstico do Meio Físico**), além da própria caracterização sedimentológica. O cálculo da distância de

alcance dos sedimentos em suspensão foi realizado a partir da resultante da velocidade máxima das correntes, com a velocidade de sedimentação de partículas. Para caracterização da AID, no que tange a pluma de sedimentos, adotou-se o valor mínimo de concentração de sólidos em suspensão em 20mg/L, valor assumido como *baseline* para área de estudo, (GUTIERREZ, 2012), que caracterizou os padrões de distribuição do material particulado em suspensão na Baía de Sepetiba, com coletas próximas à área de dragagem. Assim sendo, chegou-se ao valor aproximado da pluma de sedimentos de 3km metros de raio, totalizando uma área de aproximadamente 30,0 km<sup>2</sup>.

Ainda, considerou-se parte integrante da AID a área de descarte oceânico e o resultado da modelagem da dispersão da pluma de sedimentos (concentração de 20mg/L) em decorrência dos lançamentos de material pelas dragas autotransportadoras. O resultado apontou que a pluma de sedimentos tem uma direção predominante ENE-WSW, com as maiores concentrações no entorno da área de descarte (entre 15km na direção ENE e 25km na direção WSW).

Por fim, também fazem parte da AID, a rota de acesso das dragas utilizadas durante a operação. O deslocamento realizado pelas dragas autotransportadoras entre a área a ser dragada e a área de descarte será de aproximadamente 49km, em um canal preferencial à navegação na Baía de Sepetiba, com 200 metros de largura.

A delimitação da AID para os meios físico e biótico, é apresentada no **Mapa 3.1-2-Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico**. Nesse mapa estão representados:

- Os locais potencialmente atingidos por uma eventual alteração na concentração de sedimentos em suspensão;
- A área do cais que será ampliada
- A área do bota-fora e as rotas das dragas, considerando o *buffer* de 200 metros.
- O local do novo viaduto que será construído, e as intervenções nas vias existentes, considerando um *buffer* de 50 m ao redor dos limites do viaduto.



No mapa da AID também são contempladas as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

### **3.1.2.2 Meio Socioeconômico**

A Área de Influência Direta – AID do meio Socioeconômico refere-se às comunidades pesqueiras localizadas na Área de Influência Indireta (AII) e que têm relação direta com a área de intervenção, principalmente a área de dragagem, que potencialmente pode interferir nas atividades pesqueiras.

Nesse sentido, considerando a proximidade das comunidades à área de intervenção, a utilização do espaço marítimo e o potencial de interferência na atividade pesqueira, para delimitação da AID foram consideradas as comunidades presentes nas localidades da Ilha da Madeira, Ilha dos Martins, Coroa Grande e Vila Geny e Vilar dos Coqueiros, em Itaguaí, Itacuruçá e Ilha de Itacuruçá, em Mangaratiba, e as comunidades pesqueiras dos bairros de Pedra de Guaratiba e Sepetiba, no Rio de Janeiro. Além destas, considerou-se ainda o núcleo de pescadores situado na localidade Ponte Preta, no município de Itaguaí, a comunidade do Rio São Francisco, localizada às margens do Rio Guandu, no distrito industrial de Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro, e a comunidade do Rio da Guarda, presente às margens do canal do Rio da Guarda na Zona Industrial de Itaguaí.

A delimitação da AID para o meio socioeconômico é apresentada no **Mapa 3.1-3 Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico**. No mapa da AID também são contempladas as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

### ***3.1.3 Área de Influência Indireta (AII)***

A área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos do desenvolvimento da atividade é caracterizada como Área de Influência Indireta – AII. A delimitação da AII é distinta entre os Meios Físico e Biótico (ambiente natural) e o Meio Socioeconômico (ambiente antrópico), assim como para a AID. Os critérios estabelecidos para esta delimitação são descritos a seguir.

### **3.1.3.1 Meios Físico e Biótico**

Foi considerado para a Área de Influência Indireta (AII) a porção imersa e os ecossistemas costeiros, como manguezais e costões rochosos, banhados pela Baía de Sepetiba, devido ao fato de toda a área do espelho d'água desta ter a possibilidade de ser afetada pelo empreendimento de forma indireta. Também justifica o estabelecimento da Baía de Sepetiba como AII, o fato de se tratar de um ambiente com limites geográficos bem estabelecidos dentro dos quais se encontra a área diretamente afetada pelo empreendimento.

Também foram consideradas as sub-bacias hidrográficas que contribuem para Bacia Hidrográfica do Rio Mazomba. Tais áreas possuem sua pertinência para a delimitação da AII devido sua importância na dinâmica natural de transporte e deposição de sedimentos. Cabe aqui ressaltar que os impactos previstos na AII se tratam mais de uma expectativa de interferência indireta do empreendimento do que a delimitação clara de uma área a sofrer perdas ambientais ou se beneficiar com os impactos positivos. Ainda, apenas para o meio físico, foi considerado o limite da Restinga da Marambaia, devido sua importância na dinâmica natural de transporte e deposição de sedimentos na Baía de Sepetiba.

A delimitação da AII delimitada para o meio físico, é apresentada no **Mapa 3.1-4- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Físico** e para o meio Biótico, é apresentada no **Mapa 3.1-5 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Biótico**.

Nos mapas da AII também são contempladas as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

### **3.1.3.2 Meio Socioeconômico**

Para o meio socioeconômico, a delimitação da Área de Influência Indireta (AII) considerou que as principais interferências socioeconômicas da ampliação do Terminal Sepetiba TECON se restringirão a região da Baía de Sepetiba que é margeada pelos seguintes municípios: Itaguaí, Mangaratiba e Rio de Janeiro, todos no Estado do Rio de Janeiro.

Deste modo, a Área de Influência Indireta (All) do Meio Socioeconômico foi delimitada, neste estudo, pelos Município de Itaguaí, Mangaratiba e do Rio de Janeiro (subdistritos de Santa Cruz e Guaratiba, que abrangem a Baía de Sepetiba). A delimitação da All para o meio socioeconômico, é apresentada no **Mapa 3.1-6 – Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico**.

No **Mapa 3.1-6 – Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico** também são contempladas as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

### **3.1.3.3 Unidades de Conservação**

O **Quadro 3.1-1** a seguir lista todas as Unidades de Conservação (UC) bem como sua categoria, esfera, ano de criação, ato legal de criação e órgão gestor, representadas nos mapas da Área de Influência Indireta do empreendimento.

**Quadro 3.1-1:** Unidades de Conservação (UC) representadas na Área de Influência Indireta do Empreendimento.

Nome	Grupo	Esfera	Ano de criação	Ato legal	Órgão
Reserva Biológica estadual de Guaratiba	PI	Estadual	1974	Decreto nº 7.549 de 22/11/1974	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
Parque Estadual Cunhambebe	PI	Estadual	2008	Decreto nº 41358 de 16/06/2008	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande	PI	Municipal	2002	Decreto nº 21208 de 02/04/2002	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ
APA das Brisas	US	Municipal	1992	Lei ordinária nº 1918 de 09/10/1992	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ
Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba	US	Estadual	1987	Decreto nº 9.802 de 12/03/1987	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
Área de Proteção Ambiental de Sepetiba II	US	Estadual	2004	Decreto nº 36812 de 28/12/2004	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
Reserva Particular do Patrimônio Natural Alvorada do Itaverá	US	Estadual	2011	Portaria nº205 de 25/03/2011	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
APA do Morro do Silvério	US	Municipal	1999	Lei ordinária nº 2836 de 14/07/1999	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ

Nome	Grupo	Esfera	Ano de criação	Ato legal	Órgão
APA da orla Marítima da Baía de Sepetiba	US	Municipal	1988	Lei ordinária nº 1208 de 11/04/1988	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ
APA da Serra da Capoeira Grande	US	Municipal	1999	Lei Ordinária nº 2835 de 05/07/1999	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ
APA da Pedra Branca	US	Municipal	1988	Lei ordinária no 1206 de 11/04/1988	Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro - RJ
Área de Proteção Ambiental de Tamoios	US	Estadual	1986	Decreto nº 9452 de 05/12/1986	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu	US	Estadual	2007	Decreto nº 40.670 de 28/02/2007	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
APA Marinha Boto Cinza	US	Municipal	2014	Lei nº 940, 08/10/2014	Prefeitura de Mangaratiba

US – Uso sustentável

PI – Proteção Integral

### 3.1.4 Referências Bibliográficas

GUTIERREZ, M. T. 2012. Variabilidade espacial e temporal da distribuição do material particulado em suspensão nas proximidades do canal de navegação da baía de Sepetiba (RJ). 2012. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 148p.

### **3.1.5 Relação de Mapas**

Mapa 3.1-1- Área Diretamente Afetada (ADA)

Mapa 3.1- 2- Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico

Mapa 3.1- 3- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico

Mapa 3.1- 4- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Físico

Mapa 3.1-5 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Biótico

Mapa 3.1-6 – Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico

Mapa 3.1-1- Área Diretamente Afetada (ADA)

Mapa 3.1- 2- Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico

Mapa 3.1- 3- Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico



Mapa 3.1- 4- Área de Influência Indireta (AII) do Meio Físico

Mapa 3.1-5 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Biótico

Mapa 3.1-6 – Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico

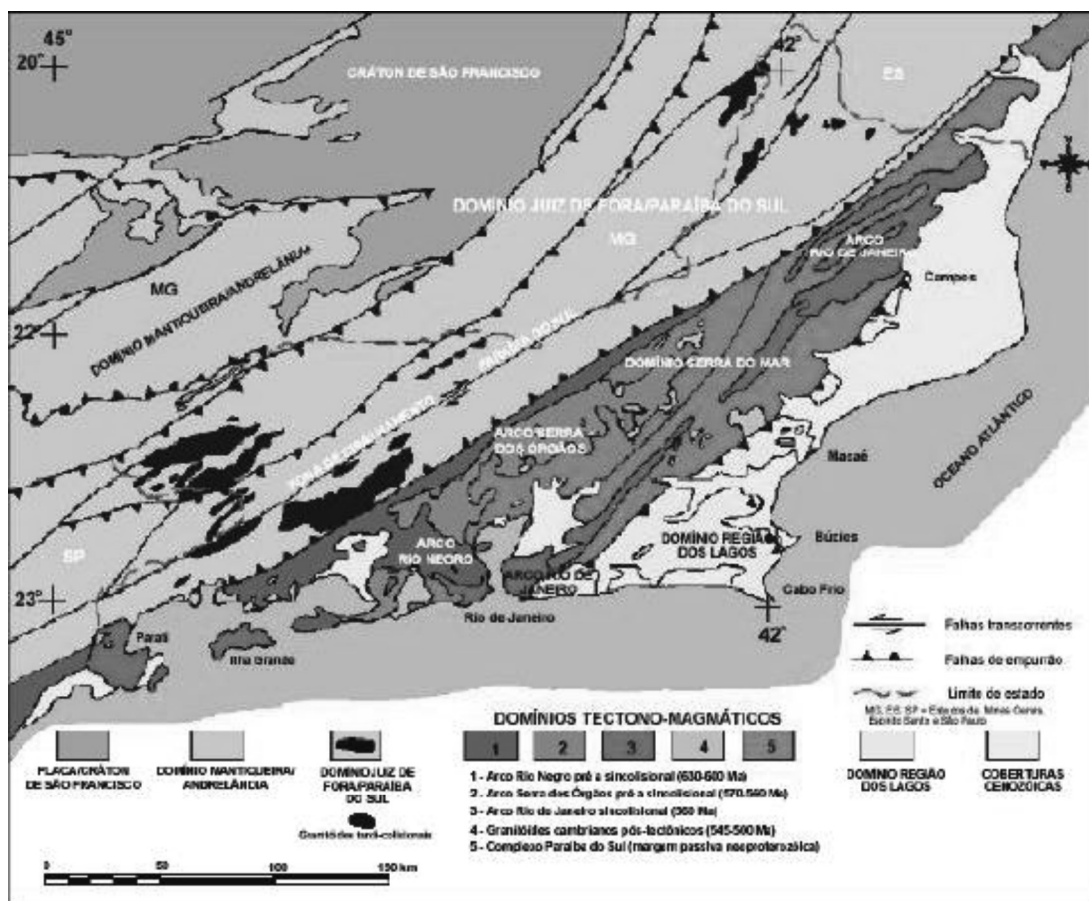
## 3.2 Meio Físico

### 3.2.1 Geologia

A geologia do Estado do Rio de Janeiro possibilita identificar três grandes domínios tectono-magmáticos relacionados ao embasamento pré-cambriano, como informado por CPRM (2000), ilustrados pela **Figura 3.2-1**, a seguir:

- Domínio Juiz de Fora/Paraíba do Sul;
- Domínio Serra do Mar; e

Domínio Região dos Lagos; além das Coberturas Cenozóicas.



**Figura 3.2-1:** Domínios tectono-magmáticos do estado do Rio de Janeiro. Fonte: CPRM, 2000.

A região de interesse, Baía de Sepetiba, está inscrita no Domínio Serra do Mar, presente na porção centro-oriental do Estado do rio de Janeiro, sendo constituído

por diversos arcos magmáticos, tais como Arco Rio Negro (presente na área de interesse), Arco Serra dos Órgãos e o Arco Rio de Janeiro.

Neste domínio, há predomínio de embasamento cristalino do paleozóico e do proterozóico e abarca, ainda, o Complexo Paraíba do Sul, caracterizado por rochas supracrustais submetidas a um metamorfismo de baixa pressão e alta temperatura.

A região é constituída por rochas cristalinas de idades proterozóicas e paleozóicas, parcialmente recobertas por solos residuais e depósitos recentes de tálus e colúvio nas áreas de relevo montanhoso da Serra do Mar e de suas escarpas, bem como nas ilhas costeiras. São observados, também, sedimentos quaternários continentais, associados a planícies de inundação fluvial, e marinhos, nas Baías de Sepetiba e da Ilha Grande, cujas principais características são apresentadas no **Quadro 3.2-1**, a seguir:

**Quadro 3.2-1:** Síntese das principais unidades geológicas, descrições litológicas e idade.  
Fonte: CPRM, 2000.

Idade		Unidade	Descrição Litológica
Cenozóico	Quaternário	Depósitos Continentais Fluviais	Sedimentos arenoso-silto-argilosos, ricos em matéria orgânica, englobando as planícies de inundação dos rios e os manguezais costeiros.
		Depósitos Marinhos	Sedimentos predominantemente arenosos (Baía de Ilha Grande e linhas de praia antigas e atuais) e argilosos (Baía de Sepetiba)
Paleozóico	Cambriano (Brasiliano III)	Granitóides Pós-Tectônicos	Granito Mangaratiba biotita granitoides do tipo-I de granulação fina a média, textura equigranular, localmente com foliação de fluxo magmático. Ocorrem como stocks e pequenos batólitos cortando as rochas regionais
Proterozóico	Neoproterozóico (Brasiliano III)	Suíte Serra das Araras	Granitos a duas micas do tipo-S com granulação grossa, equigranular com foliação transcorrente, rico em enclaves de paragneisse
	Neoproterozóico (Brasiliano II)	Suíte Serra dos Órgãos	Unidade Serra dos Órgãos Granitóides com hornblenda e biotita de granulação grossa. Texturase estruturas magmáticas preservadas com foliação tangencial.
		Complexo Rio Negro	Unidade Rio Negro Ortogneisses bandados de granulação grossa, texturas recristalizadas e augen com forte foliação tangencial.
		Unidade Duas Barras	Granitóides homogêneos, foliados de composição tonalítica com intrusões de veios de leucogranito

A partir do exposto, descreve-se, resumidamente, as principais litologias presentes na região de estudo.

### **3.2.1.1 Rochas Cristalinas**

A ocorrência de rochas do Período Cambriano na região está associada à formação denominada de Granito Mangaratiba constituída por granitóides de origem pós-tectônica, presentes sob a forma de stocks e pequenos batólitos, cortando as rochas regionais mais antigas. Geralmente encontram-se cobertos por depósitos de colúvio, tálus e solos residuais argilo-arenosos, são geralmente instáveis em função das grandes amplitudes e fortes gradientes das vertentes e apresentam significativa susceptibilidade à erosão e movimentos de massas.

Já na unidade neoproterozóica estão englobadas rochas dos ciclos Brasileiro III (Suíte Serra das Araras) e Brasileiro II (Suíte Serra dos Órgãos, Complexo Rio Negro e Unidade Duas Barras).

As rochas da Suíte Serra das Araras, Suíte Serra dos Órgãos e Unidade Duas Barras caracterizam-se com granitos e granitóides de granulação média a grossa, textura em geral equigranular homogênea, com textura diferenciada em função do fluxo magmático ou de esforços tectônicos e variações mineralógicas decorrentes da gênese de cada um.

As rochas do Complexo Rio Negro são ortognaisses bandados de granulometria grossa, textura porfirítica, com forte foliação tangencial, recobertas por solos depositados graças à ação gravitacional (depósitos de tálus e colúvios), sobre solos residuais decorrentes da alteração dos maciços rochosos in situ. Os depósitos de colúvio e tálus costumam ser heterogêneos, observando-se desde material argiloso até matacões e, também, são instáveis e sujeitos a movimentos de massa, especialmente nas áreas montanhosas e escarpadas da Serra do Mar.

### **3.2.1.2 Depósitos Fluviais**

Os depósitos sedimentares quaternários existentes na região do empreendimento distinguem-se como depósitos continentais formados em ambiente fluvial, responsáveis pela formação das planícies aluviais graças à ação dos rios que deságuam no litoral da região.

Apresentam-se como depósitos sedimentares não-consolidados, de característica argilo-silto-arenosa, com baixa compactação tornando-os suscetíveis à erosão, muito permeáveis nas camadas mais arenosas, com o nível do lençol freático aflorante e, conseqüentemente, sujeitos à contaminação.

Nas proximidades das águas da baía, os rios apresentam baixa energia e competência para transporte do material sedimentar favorecendo o acúmulo argilas orgânicas a servir de substrato para a colonização por manguezais.

### **3.2.1.3 Depósitos Marinhos**

O outro tipo de depósito sedimentar na região assume a tipologia de depósitos marinhos de natureza predominantemente arenosa, tanto na área do segmento leste da Baía da Ilha Grande como nas linhas de praia, tanto antigas como atuais, como resultado do regime das correntes marinhas presente na área.

No que respeita ao regime de sedimentação, na Baía de Sepetiba é mais favorável à deposição de materiais finos como siltes e argilas, por se configurar em um ambiente com baixa hidrodinâmica, graças à proteção assegurada pela Restinga da Marambaia, que confere proteção contra a chegada de ondas.

### **3.2.2 Geomorfologia**

A Geomorfologia caracteriza-se pelo estudo das formas de relevo, levando-se em consideração a sua natureza, origem, desenvolvimento de processos e a composição dos materiais envolvidos (Guerra & Marçal, 2006). O conhecimento sobre características geomorfológicas é útil para o entendimento e análise dos processos erosivos susceptíveis de ocorrência em determinada área, e importante também para a prevenção e, quando esta não for possível, recuperação de áreas erodidas e degradadas.

Christofoletti (2005) considera a utilização de estudos geomorfológicos para diferenciar categorias de planejamento estratégico e operacional, além de usar outros critérios de grandeza espacial (planejamento local, regional, nacional, etc.),

ou de setores de atividades (planejamento urbano, rural, ambiental, econômico, etc.).

Portanto, o conhecimento das características geomorfológicas de determinada região torna-se de grande valia na obtenção de diagnósticos e prognósticos ambientais e na proposição de políticas públicas e ações emergenciais, referentes às atividades e usos do solo propostos para a área em tela.

### **3.2.2.1 Caracterização geral**

As formas de relevo do Estado do Rio de Janeiro resultam, principalmente, da litologia, de seu passado geológico e de condições paleoclimáticas. A Baía de Sepetiba é um compartimento ou bloco rebaixado e afogado pelo mar com cerca de 500 km<sup>2</sup>, limitada ao Sul pela restinga da Marambaia, ao Norte e a Leste pelo continente e a Oeste por uma cadeia de ilhas alinhadas na direção SO/NE (Itacuruçá, Jaguanum, etc.). A Leste, na altura de Barra de Guaratiba, a baía é ligada ao mar por um estreito canal.

Os eventos geológicos responsáveis pelos amplos arranjos estruturais e de expressivas ocorrências litológicas, geraram grandes conjuntos de formas de relevo, que constituem os Domínios Morfoestruturais. Estes, por sua vez, compartimentam-se regionalmente, em função não mais de causas geológicas, mas sim de fatores de ordem essencialmente climática, sejam eles atuais ou passados, e de determinadas condições fitoecológicas e pedológicas, constituindo as chamadas Regiões Geomorfológicas.

São dois os Domínios Morfoestruturais que ocorrem na região (**Quadro 3.2-2**): Depósitos Sedimentares e Faixa de Dobramentos Remobilizados. Os primeiros localizam-se, predominantemente, na faixa litorânea, estendendo-se desde o oceano até as escarpas do planalto, representada pela Serra do Mar, e entremeando-se com as Colinas e Maciços Costeiros, como apresentado no **Quadro 3.2-2**.



**Quadro 3.2-2:** Síntese dos domínios e regiões geomorfológicas presentes na área de estudo.

Depósitos Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas
Depósitos Sedimentares	Planícies Costeiras - Baixadas
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Colinas e Maciços Costeiros
	Escarpas e Reversos da Serra do Mar

### 3.2.2.1.1 Faixa de Dobramentos Remobilizados

À retaguarda das Planícies Costeiras, localiza-se o Domínio Geomorfológico das Faixas de Dobramentos Remobilizados, compreendendo tipos de modelados diversos, mas com uma origem comum. Constituem, basicamente, terrenos cristalinos que remontam ao Arqueozóico e ao Proterozóico (Períodos caracterizados por ciclos orogênicos responsáveis por dobramentos e falhamentos de grande amplitude) e que, após a ação dos agentes erosivos atuando ao longo das Eras Geológicas que se seguiram, foram novamente submetidos a eventos tectônicos no Terciário. Tais processos resultaram em extensas linhas de falha, escarpas de grande altitude e relevos alinhados em função dos antigos dobramentos e falhamentos mais recentes.

Tais características respondem pela preponderância do controle estrutural sobre outros fatores, como o climático, por exemplo, na evolução das formas de relevo deste Domínio. Aí, identificam-se diversas regiões geomorfológicas, dentre as quais destacam-se as Colinas e Maciços Costeiros e as Escarpas e Reversos da Serra do Mar.

### 3.2.2.1.2 Depósitos Sedimentares

O Domínio Geomorfológico dos Depósitos Sedimentares que ocorrem na região tem origem a partir do Terciário Superior, estando relacionados à epirogênese positiva que, aliada às condições paleoclimáticas, propiciou a deposição de sedimentos através da ação das águas continentais (rios e enxurradas transportando grandes quantidades de aluviões) e das ondas marinhas (redistribuindo o material).

A Região Geomorfológica das Planícies Costeiras compreende superfícies planas e de baixas altitudes. Estendem-se desde a linha de costa até as encostas das Colinas e Maciços, além de acompanhar os vales que penetram muitos quilômetros para o interior. Conhecida pelo nome genérico de baixada, é constituída por sedimentos quaternários, cuja origem está relacionada a fatores diversos, dentre os quais se destacam as oscilações do nível do mar (no Pleistoceno e no Holoceno) e as mudanças climáticas, além da influência da tectônica regional. Estes sedimentos são de vários tipos (coluviais, aluviais, fluviomarinhos, fluviolacustres e marinhos) e identifica-se com diversas formas de modelado.

Na paisagem da Baía de Sepetiba destaca-se, ainda, a restinga de Marambaia, compartimento topográfico fundamental que separa as águas da baía das águas do oceano. A restinga da Marambaia, com cerca de 40 km de extensão e largura máxima de 5 km, situa-se entre afloramentos cristalinos, delimitando uma zona em fase de colmatação, e é limitada a Oeste pela Serra da Marambaia e a Leste pelo morro de Guaratiba. Alguns trechos de sua parte central estão reduzidos a uma faixa estreita com pouco mais de 100 m. Cartas náuticas elaboradas pela Marinha Francesa no século XVIII, mostram esta porção bem mais larga que a atual e sem a presença da Baía da Marambaia, levando a crer que, atualmente, todo o complexo se encontra em equilíbrio instável, possivelmente devido à força de correntes erosivas internas à Baía de Sepetiba.

### **3.2.2.1.3 Caracterização Local**

Para a análise local diferenciam-se ocorrências primárias (morros graníticos associados a xistos, gnaisses, migmatitos e rochas alcalinas) e formações secundárias ou derivadas (areias de restinga, solos moles/argilosos, mangue, solos aluvionares indiferenciados, colúvio e solos aluvionares arenosos). Ocorrências intermediárias são relacionadas entre as duas classes principais, e, de fato, são apresentadas como uma classe de transição (morrotes/solos residuais de cristalino, tálus, colúvio indiferenciados, tálus e colúvio), geralmente evidenciando superfícies arrasadas, rebaixadas e, via de regra, entulhadas por sedimentos. Uma última classe é nitidamente geomorfológica: montanhas e escarpas.

Tendo em vista que os processos geomorfológicos se relacionam diretamente ao tipo de substrato a ser trabalhado, é possível classificar os compartimentos em intermediários ou de transição. Desta forma, ravinamentos, voçorocamentos, desbarrancamentos, deslizamentos e queda de barreiras são processos frequentes nos compartimentos primários e de transição; já os processos de assoreamento, colmatação e inundações/enchentes são frequentes na classe secundária ou derivada.

No entorno do empreendimento delimitam-se três grandes Unidades Geotécnicas, com algumas subdivisões, cujas características físicas determinam comportamentos distintos, segundo o desenvolvimento de diferentes tipologias de processos e/ou magnitudes variadas pela intensidade ou frequência de ocorrência, quais sejam: Alagadiços; Aluviões e Mangues.

Na descrição dessas Unidades, são apresentadas as principais características de interesse do Meio Físico, os aspectos do uso do solo e os processos existentes e/ou potenciais.

#### 3.2.2.1.3.1 Aluviões

Os aluviões são pacotes sedimentares com matéria orgânica e textura que varia de argilosa a arenosa (eventualmente com cascalheiras), constituídos, predominantemente, por solos hidromórficos, gley húmicos e pouco húmicos. Existe, aqui, a possibilidade de ocorrência de turfeiras já que o nível d'água é aflorante ou próximo da superfície e, em geral, o terreno apresenta baixa capacidade de suporte quando ocorrem camadas argilosas.

Nos pacotes aluvionares podem ser encontradas culturas permanentes e temporárias, pastagens e atividades de mineração de argila e areia, sobretudo esta última. Mas, na região da Bacia de Sepetiba, estas áreas estão servindo de palco para o avanço da expansão urbana não planejada, baseada na autoconstrução acompanhada de sistemas precários de aterros e infraestrutura.

A rigor, os aluviões são solos constantemente saturados pelas inundações fluviais, associadas aos períodos de cheia das drenagens. Ao longo de toda a área

circunvizinha ao aluvião argiloso do terreno, os alagamentos e inundações são amplificados, já que as próprias calhas dos rios são ocupadas por moradias e instalações comerciais e industriais. Dificuldades crescentes ao escoamento das águas de chuva são impostas pela ocupação urbana significativamente desordenada.

#### 3.2.2.1.3.2 Mangues

Esta Unidade Geotécnica é constituída por terrenos baixos e planos, com nível d'água aflorante, associado à inundação por variação das marés. Formam grandes planícies sedimentares argilosas, com matéria orgânica e restos de conchas e vegetais, com intercalações de areias finas. Os manguezais da Baía de Sepetiba possuem uma vegetação típica, composta por três espécies principais, adaptadas ao substrato periodicamente inundado, à alta salinidade e baixa oxigenação dos solos. Os manguezais servem, também, como corpos de deposição e fixação dos sedimentos mais finos. De certa forma o crescimento dos manguezais significa a redução da entrada de sedimentos na Baía de Sepetiba. O equilíbrio entre erosão e deposição contribui decisivamente na manutenção do calado dos canais e cursos d'água. Este tipo de depósito sedimentar, além de promover a diminuição da profundidade média das águas da Baía de Sepetiba, serve como indicador das modificações impostas ao sistema.

### **3.2.3 Caracterização Climatológica**

#### **3.2.3.1 Introdução**

A caracterização climatológica na Área de Influência Indireta do Empreendimento é apresentada a partir das abordagens dinâmica e climatológica da atmosfera.

O primeiro enfoque retrata os principais mecanismos de circulação atmosférica que exercem influência nas condições de tempo local, bem com a fenomenologia meteorológica característica, ambos, no entanto, considerando o refinamento de escala de análise até o mais próximo possível da localização do empreendimento.

O segundo enfoque considera as observações meteorológicas regionais realizadas em locais que possam ser considerados representativos da área do empreendimento, a partir das quais são descritos os comportamentos médios dos principais parâmetros climatológicos.

Ambos os enfoques foram realizados a partir de dados secundários disponíveis em relatórios técnicos e pesquisas científicas abordando os referidos temas.

O clima representa uma média de longo-período das várias características de tempo tais como temperatura e precipitação. A Organização Meteorológica Mundial - OMM usa a média de 30 anos para definir as Normais Climatológicas desses vários parâmetros. O clima determina como os recursos, tais como a água e a vegetação, estão distribuídos e até onde e como as pessoas vivem e trabalham. Muitos fatores, tais como a topografia, proximidade a grandes corpos d'água e latitude afetam o clima particular de um local a longo-prazo. É importante observar que, por ser uma climatologia média de 30 anos, uma significativa variabilidade ano a ano pode acontecer. Por exemplo, um determinado local pode apresentar um inverno "seco" num determinado ano e "chuvoso" em outro.

As Normais Climatológicas são úteis para descrever a média do tempo de um determinado local. Várias medidas estatísticas são computadas a partir das Normais, incluindo medidas de tendência central, tais como a média ou mediana, de dispersão ou como se espalham os valores, tais como o desvio-padrão ou faixas de inter-quartís e a frequência de probabilidade de ocorrência.

A avaliação climatológica na região onde se insere o Terminal Sepetiba TECON envolveu basicamente as Normais Climatológicas (Período:1961-90) do Instituto Nacional de Meteorologia, considerando a estação meteorológica situada em Ilha Guaíba (Coordenadas geográficas: 23° 00'S e 44° 02' W; Altitude: 64,4 m). Foram considerados os parâmetros: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, insolação, nebulosidade e precipitação. As informações de ventos foram oriundas do aeroporto de Santa Cruz (Código ICAO: SBSC; Coordenadas geográficas: 22° 56'S e 43° 43'W. Altitude: 3 m), envolvendo o período 2000-2015.

### **3.2.3.2 Aspectos da Circulação Atmosférica**

Para caracterizar a climatologia de uma região é importante que se tenha o conhecimento dos principais mecanismos de circulação atmosférica e de geração de tempo meteorológico na área onde se situa o empreendimento.

A escala planetária de um processo atmosférico envolve um nível temporal de poucos dias e dimensões físicas superiores a 1000 km. Nesta categoria encontram-se incluídas a circulação geral da atmosfera, as correntes de jatos e as ondas de Rossby.

Na escala sinótica podem ser destacadas as ondas baroclínicas, os ciclones, os anticiclones, as frentes frias e as massas de ar, visto que tais sistemas possuem dimensões de 100 a 1000 km e podem atuar por vários dias.

A microescala apresenta dimensões de até 1 metro, com duração de fenômenos da ordem de segundos a minutos, destacando-se basicamente os movimentos turbulentos locais.

A escala regional ou mesoescala pode ser caracterizada pelos fenômenos de magnitudes especiais e temporais intermediários entre a micro e macroescalas, com extensão que pode atingir até 100 km. São considerados fenômenos de mesoescala os sistemas convectivos organizados, os complexos convectivos e os sistemas de ventos locais.

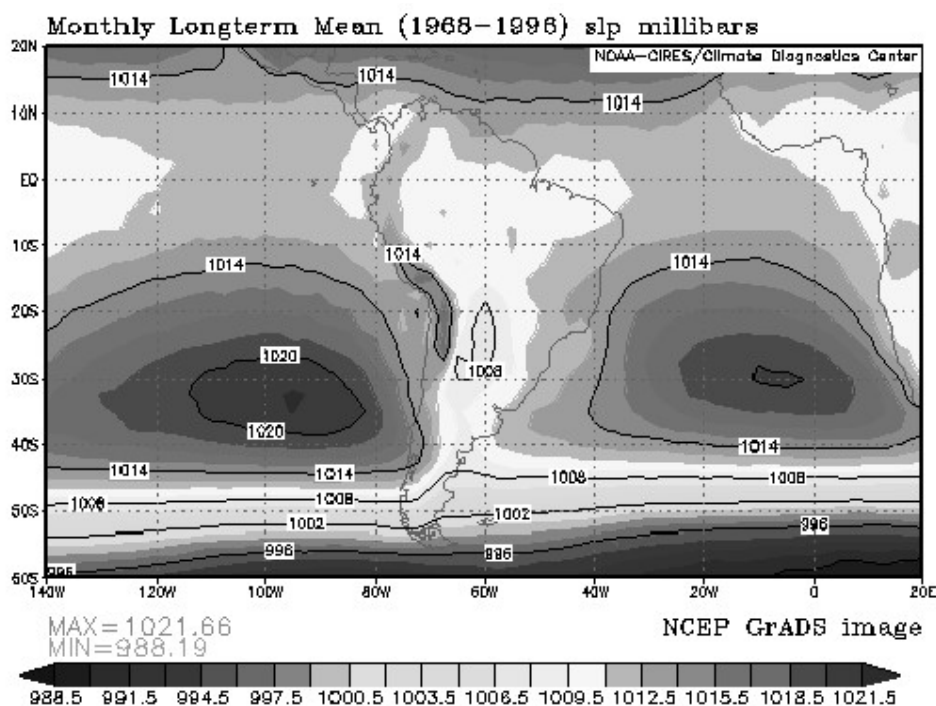
Apresenta-se a seguir uma breve descrição dos sistemas meteorológicos que atuam na América do Sul, no Brasil e que influenciam nas condições atmosféricas no Estado do Rio de Janeiro e na área do empreendimento.

### **3.2.3.3 Sistemas de Larga Escala**

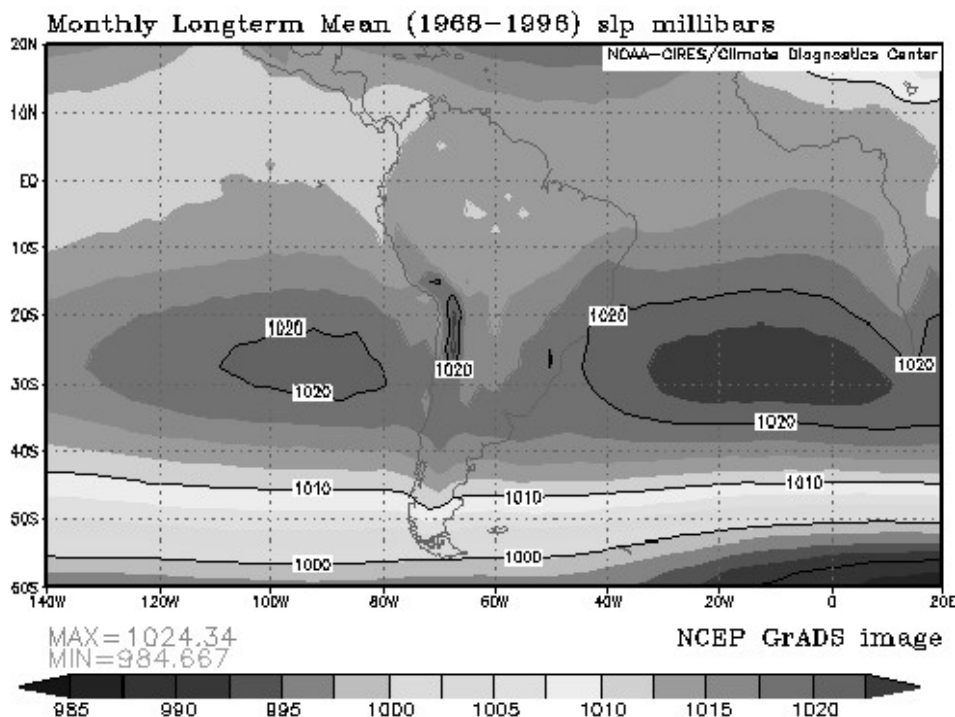
A configuração do escoamento médio na baixa atmosfera da América do Sul e oceanos circunvizinhos reflete os mecanismos da Circulação Geral da Atmosfera (CGA), notadamente pela presença de dois anticiclones quase-estacionários: do Atlântico Sul e do Pacífico Sul. Esses sistemas são coresponsáveis por parte das condições de tempo sobre o continente sul-americano, pois deles dependem os

mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul e a geração de sistemas de mesoescala continentais.

Tais sistemas são responsáveis pelas condições de tempo sobre o continente, pois deles dependem os demais mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul, os desenvolvimentos convectivos, entre outros. As figuras a seguir indicam os posicionamentos dos referidos sistemas nos meses de janeiro e julho, considerando-os representativos do verão e inverno, respectivamente. As figuras foram geradas a partir do “NCEP *Reanalysis Electronic Atlas – Climate Diagnostics Center – NOAA – United States of America*”, referente ao período 1968-96.



**Figura 3.2-2:** Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no verão. Fonte: “NCEP *Reanalysis Electronic Atlas – Climate Diagnostics Center – NOAA*” - Estados Unidos – 2002.



**Figura 3.2-3:** Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no inverno. Fonte: “NCEP Reanalysis Electronic Atlas – Climate Diagnostics Center – NOAA” - Estados Unidos – 2002.

Um sistema de grande escala presente na América do Sul é o “Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul” (ASPS). A circulação atmosférica na sua borda leste é induzida pela orientação da Cordilheira, cuja direção predominante é sul-norte, estabelecendo assim um escoamento induzido de ar frio e seco, que associado a corrente fria de Humboldt determina uma condição de grande estabilidade atmosférica em baixos níveis.

Outro sistema que atua na América do Sul e diretamente no Brasil é o “Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul” (ASAS), também conhecido como “Alta de Santa Helena” ou “Alta de Ascension”, que apresenta no mês de janeiro seu centro posicionado próximo a 25°S/20°W. Atua na parte leste do continente sul-americano durante quase todo o ano, ocasionando, à exceção do oeste da Amazônia, ventos de este a nordeste. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema.



No inverno, o ASAS exerce uma maior penetrabilidade continental, influenciando os setores leste e central do Brasil equatorial. Os estados da Região Sudeste também ficam sob seu domínio e em condições de maior estabilidade atmosférica.

O “Anticiclone Continental (AC)” constitui-se em outro sistema típico quase-estacionário que atua no interior do continente sul-americano nos meses de verão.

A Alta da Bolívia (AB) ocupa preferencialmente a Região Centro-Oeste, de 10°S a 25°S e de 52°W a 72°W, com centro posicionado em torno de 17°S / 62°W. É gerada no verão a partir da liberação de calor latente pelo forte aquecimento convectivo da atmosfera sobre a Região do Chaco, formando uma área de baixa pressão denominada “Baixa do Chaco”, que afeta diretamente o sul da Região Centro-Oeste e parte do Estado de São Paulo. No inverno, entretanto, a baixa continental posiciona-se no extremo noroeste do continente sul-americano.

No interior do continente, a presença da “Baixa do Chaco” gera uma extensa faixa de convergência com a circulação proveniente do ASAS, condicionando a ocorrência de convergência de umidade nos baixos níveis numa faixa orientada de noroeste para sudeste: a conhecida “Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)”. A ZCAS tem sido ultimamente, apontada como um dos principais sistemas formadores de precipitação, no verão, nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste.

As condições de tempo locais sofrem influências das perturbações ondulatórias, que migram e modificam-se enquanto induzidas pela circulação atmosférica dominante. Tais sistemas, como as frentes frias, são gerados na zona depressionária de latitudes médias e se caracterizam por movimentos no sentido Polo–Equador, embora também existam forças de componente oeste–leste que promovem uma trajetória final predominante sudoeste–nordeste, com pequenas variações sazonais em torno dessa trajetória. No verão, as frentes frias deslocam-se predominantemente de sul–sudoeste para norte–nordeste, enquanto no inverno seus deslocamentos tendem a ser de oeste–sudoeste para leste–nordeste. As condições de tempo associadas a esses sistemas apresentam normalmente nuvens cumuliformes, com precipitações nas suas bandas frontais.

As “frentes quentes (FQ)”, assim como as chamadas “linhas de instabilidade”, ocorrem preferencialmente nas latitudes tropicais, embora essas regiões estejam principalmente sujeitas aos mecanismos convectivos, tendo nas nuvens cumuliformes seus principais agentes potencias de ocorrência de “tempo meteorológico”. No caso das frentes quentes, o ar quente é que substitui o ar frio na superfície e o movimento é do Equador para os polos, no sentido noroeste-sudeste.

Na situação em que a massa de ar frio não consegue avançar sobre a massa de ar quente surge a denominada “Frente Estacionária (FE)”. A precipitação associada a este sistema é geralmente fraca e de origem estratiforme. Durante o verão, a nebulosidade frontal que chega ao sul do país associa-se à nebulosidade da Baixa do Chaco, intensificando-se. Nessa época do ano, os sistemas frontais podem se manter “semi-estacionados” no litoral da Região Sudeste devido à presença de vórtices ciclônicos em altos níveis na Região Nordeste. A permanência dos sistemas frontais sobre essa região organiza a convecção tropical nas Regiões Central e Norte do Brasil e caracteriza a formação da “Zona de Convergência do Atlântico Sul” (ZCAS).

Os “ciclones extratropicais (CE)” são áreas de baixas pressões, típicas de latitudes médias, apresentando circulação ciclônica com ventos intensos e grande índice pluviométrico. São mais comuns no inverno embora comecem a aparecer no outono e ainda sejam encontrados na primavera. É um sistema de escala sinótica cujo deslocamento predominante se dá de sudoeste (para nordeste) e de oeste (para leste) no Hemisfério Sul.

Os sistemas frontais atuam durante todo o ano sobre a América do Sul, com maior frequência nas latitudes mais altas e menor frequência nas latitudes mais baixas, sendo um dos maiores causadores de distúrbios meteorológicos sobre o Brasil. A interação entre a convecção tropical e um sistema frontal ocorre mais frequentemente quando este último se encontra na faixa latitudinal entre 20°S e 35°S.

Um “Anticiclone Polar” constitui-se numa massa de ar frio que tem origem no continente Antártico (para o Hemisfério Sul) ou Ártico (para o Hemisfério Norte). No Hemisfério Sul, apresenta circulação anti-horária, com ventos divergentes à superfície orientados para a zona depressionária subantártica.

O “Anticiclone Polar Migratório” (APM), é caracterizado por ser uma extensa área de alta pressão, constituída de ar muito frio, denso e seco. O APM não é estacionário e tampouco retrocede a sua posição de origem. Tal sistema, depois de formado, pode invadir com rapidez o continente sul-americano. Apresenta um alto grau de estabilidade em sua porção central devido à subsidência, proporcionando condições de céu claro e boa visibilidade. À medida que se desloca para latitudes mais baixas um APM absorve calor e umidade da superfície do mar, relativamente mais quente, mudando gradativamente suas características iniciais e se tornando cada vez mais instável de acordo com sua trajetória. Por outro lado, durante o inverno, pode-se notar com mais nitidez o contraste térmico entre as massas de ar tropical e polar, separadas pela zona frontal no interior do continente. A passagem de intensas massas polares migratórias no inverno pelo Sul e Centro-Oeste do Brasil pode causar geadas nessas regiões, principalmente nas localidades situadas a grandes elevações e em fundos de vales.

Durante o inverno, um “APM” apresenta-se mais frequente e intenso e com dimensões superiores do que apresenta normalmente no verão, outono e primavera. Ao atingir o continente, um APM sofre grandes efeitos de atrito, face à topografia acidentada da superfície, sujeitando-se a frequentes bloqueios em seu deslocamento, enfraquecendo ou dissipando-se ao entrar em contato com a convergência da baixa continental (Baixa do Chaco) ou com o ASAS.

No verão, as frentes frias podem permanecer quase-estacionárias no Sudeste do Brasil em função do chamado “bloqueio atmosférico”. Como consequência, células convectivas de grandes dimensões verticais passam a se organizar em faixas entre 15°S/20°S e 40°W/50°W, ocasionando prolongadas precipitações de caráter intenso.

Deve-se enfatizar ainda, que a frente polar, quando em caráter quase-estacionário, pode apresentar uma condição peculiar pós-frontal, como a ocorrência de precipitações de caráter leve e contínuo, associada a uma nebulosidade estratiforme. Nessa situação prevalece uma “circulação marítima”, com ventos predominantemente soprando do oceano para o continente nas regiões Sul e Sudeste.

#### **3.2.3.4 Sistemas de Escala Regional**

A Região Sudeste também está submetida aos chamados “Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCME) ou de “Escala Regional”, que são definidos como “qualquer agrupamento de nuvens convectivas com forma linear ou circular e que, em algum estágio do ciclo de vida, contenha núcleos convectivos nas regiões adjacentes originárias ou não desses núcleos” No espectro dos SCME destacam-se as “Linhas de Instabilidade Tropicais”, os “Complexos Convectivos de Mesoescala” (CCME) e os sistemas de brisas.

As “Linhas-de-Instabilidade Tropicais” (LIT) são depressões barométricas, na forma de linhas organizadas em pequenas dorsais, associadas aos sistemas de alta pressão originários do interior do continente, em especial nos meridianos de 45° a 40°W, sendo muito frequentes durante o verão e raras durante o inverno.

A Região Sudeste apresenta um clima bastante diversificado devido a vários fatores, como: a posição latitudinal e longitudinal, a topografia e as influências de ordem dinâmica, por exemplo, a predominância de frentes frias. A Região Sudeste apresenta-se como unidade climatológica por ser uma zona de equilíbrio dinâmico entre as correntes perturbadas de altas tropicais e altas polares. Disto decorre a característica de transição na climatologia regional do Sudeste. A formação e existência das LIT's coincidem com a grande disponibilidade de umidade na Amazônia. Esta umidade, em função do giro anticiclônico dos ventos sobre o território brasileiro e também em função da barreira formada pela Cordilheira Andina é transportada predominantemente para sudeste.

Os “Complexos Convectivos de Mesoescala” (CCM) constituem-se em conjuntos de nuvens cumulonimbos cobertos por densa camada de cirrus que podem ser facilmente identificados em imagens de satélites, como sendo sistemas de nuvens aproximadamente circulares e com um crescimento explosivo num intervalo de tempo de 6 a 12 horas. Durante o verão, tais sistemas surgem preferencialmente nas regiões serranas da Região Sudeste. A trajetória de um CCM tem geralmente início a leste dos Andes, aproximadamente a 25°S, e sobre os vales dos rios Paraná e Paraguai.

As brisas marítimas podem atingir algumas dezenas de quilômetros continente adentro, transportando umidade de modo eficiente no sentido oceano–continente.

Além dos mecanismos apontados acima, o regime de precipitação interanual em grande parte do Brasil é influenciado pelo mecanismo conjunto El Niño/Oscilação do Sul, denominado por ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*).

### **3.2.3.5 Caracterização Climatológica**

O Brasil apresenta uma grande diversidade climática, refletida principalmente nos regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul constata-se a existência de uma grande variedade de climas com distintas características regionais. Na Região Norte do país verifica-se o domínio de um clima equatorial chuvoso, sem estação seca. A Região Sul sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, tendo os sistemas frontais como os principais agentes de chuvas durante o ano. A Região Nordeste apresenta uma estação chuvosa de curta-duração e com baixos índices pluviométricos, restritos às áreas mais próximas ao litoral. As Regiões Centro-Oeste e Sudeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como daqueles oriundos de latitudes médias, apresentando uma estação menos chuvosa no inverno e uma estação mais chuvosa no verão.

### **3.2.3.6 Caracterização Climatológica da Região Sudeste**

#### **3.2.3.6.1 Classificação de Köppen**

De acordo com Köppen a Região Sudeste apresenta os seguintes tipos climáticos:

- Aw – Tropical Úmido com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco – Abrange parte do litoral e norte/noroeste do Rio de Janeiro, litoral capixaba, oeste paulista e parte de Minas Gerais;
- Cwa – Tropical de altitude com chuvas de verão, temperaturas moderadas e verões quentes – Abrange grande parte de São Paulo, centro sul de Minas Gerais, e Região Serrana do Rio e Espírito Santo;
- Cwb – Tropical de altitude com chuvas de verão, invernos frios e verões brandos – Abrange os pontos mais elevados da Serra da Mantiqueira (sudeste mineiro e nordeste paulista);
- Cfa – Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes – Abrange a parte sul de São Paulo e Rio de Janeiro;
- Cfb – Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões brandos – Abrange parte de São Paulo.

#### **3.2.3.6.2 Características Gerais**

A Região Sudeste (SE) apresenta uma alta variedade climática, em função de sua posição latitudinal, da topografia bastante acidentada e da influência dos sistemas permanentes e semipermanentes, sistemas ondulatórios e sistemas de escala regional ou mesoescala.

O relevo da Região Sudeste apresenta elevações, ondulações e é escarpado. A presença das montanhas contribui para a formação de um clima predominantemente tropical, mas com mudanças sazonais significativas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as médias anuais de temperatura na Região Sudeste oscilam entre 19° e 28°C, exceto na zona subtropical, onde os valores

variam de 17 a 19°C, e nas serras, onde os valores oscilam entre 15 e 20°C. Já nos trechos litorâneos, as temperaturas médias anuais variam entre 21 e 24°C.

No verão, devido a maior intensidade e duração do brilho, as temperaturas médias, variam de 21 a 27°C, com maiores valores nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, oeste paulista e parte leste de Minas Gerais, principalmente, onde as máximas médias apresentam valores de 33 a 36°C. Contudo, no inverno, os números caem para o intervalo de 12 a 21°C. Neste caso cabe destacar as baixas temperaturas nas cidades de Campos do Jordão (SP) e Itatiaia (RJ) as quais contribuem para uma diminuição destes valores médios, principalmente no inverno onde as mínimas médias oscilam entre 6 e 9°C.

A distribuição pluviométrica da Região Sudeste é bastante heterogênea, pois para as regiões de clima tropical úmido são esperadas precipitações anuais inferiores a 2.000 mm anuais, com duas estações bem definidas, a seca e a chuvosa, esta última no verão, refletindo a maior influência da massa equatorial continental e as peculiaridades orográficas. Nas porções tropicais de altitude, a média pluviométrica anual é de aproximadamente 1.500 mm anuais, enquanto nos trechos subtropicais variam entre 1.250 e 2.000 mm. Nas Zonas Litorâneas e escarpas da Serra do Mar, a influência do ASAS induz a uma redução dos valores de precipitação, cuja distribuição torna-se mais regular do que nas serras.

A precipitação anual varia de 900 a 2.000 mm/ano, sendo as regiões no entorno das divisas dos estados de São Paulo e Minas Gerais e litoral paulista, aquelas onde são registrados os maiores valores de precipitação em um ano, especialmente no verão, variando de 240 a 320 mm no mês de janeiro. O norte de Minas Gerais começa a sofrer a influência do clima semiárido da Região Nordeste e apresenta os menores índices pluviométricos do Sudeste.

### **3.2.3.6.3 Caracterização Climatológica do Estado do Rio de Janeiro**

Evidencia-se uma marcante diversidade climatológica do Estado do Rio de Janeiro, sobretudo quando se considera a dimensão de seu território. Não somente as temperaturas médias são fortemente influenciadas pela associação relevo-altitude,

mas também o regime e a distribuição dos totais pluviométricos são notoriamente modificados, segundo a posição do local, se a barlavento ou a sotavento dos ventos úmidos carregados pelas circulações de brisas marítimas na maior parte do ano.

A diversidade climatológica fluminense decorre da combinação de uma série de fatores locais e atmosféricos. De certo, a interferência da topografia acidentada e compartimentada do estado é marcante. Escarpas de blocos falhados separam superfícies altas e montanhosas que mergulham para o interior, de outras planas suavemente onduladas, que se espraiam desde o Município do Rio de Janeiro até o Norte Fluminense, constituindo as baixadas litorâneas. A associação relevo-altitude-maritimidade é responsável pelo aumento da turbulência do ar, podendo induzir a formações convectivas com consequentes chuvas orográficas nas cotas mais elevadas da Serra do Mar e da Mantiqueira.

Além dos fatores estáticos que influenciam as características do clima no Estado do Rio de Janeiro - latitude, relevo, altitude e maritimidade, deve-se ressaltar o fato de seu território encontrar-se submetido a ventos de Leste e Nordeste, que sopram da borda oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul na maior parte do ano. Tal sistema ainda é responsável pela manutenção das temperaturas médias em patamares mais ou menos elevados, altos níveis de umidade relativa e “tempo bom” – geralmente associado a céu claro, de cor azul, livre de nebulosidade e ausência de qualquer hidrometeoro.

### **3.2.3.7 Caracterização Climatológica na Região da Área de Influência do Empreendimento**

A caracterização climatológica da região onde se insere o empreendimento é descrita a seguir. Os parâmetros considerados foram os seguintes: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, insolação, nebulosidade, precipitação pluviométrica, evaporação e vento (direção e velocidade), visualizados em termos de médias e/ou totais mensais.



### 3.2.3.7.1 Pressão Atmosférica

O parâmetro “pressão atmosférica” reflete a presença dos sistemas de pressão resultantes da circulação geral atmosférica, ou por vezes, de mesoescala, que atuam de uma forma abrangente sobre a região de interesse.

Além das variações sazonais, a pressão atmosférica apresenta uma variação diária – denominada “maré barométrica”, onde surgem dois máximos e dois mínimos relativos. A presença de sistemas organizados de nuvens cumuliformes do tipo cumulonimbus (Cb), resultantes de perturbações locais ou transientes, exerce um efeito significativo nas variações dos valores de pressão atmosférica à superfície, reduzindo-os acentuadamente enquanto tais sistemas estiverem atuando.

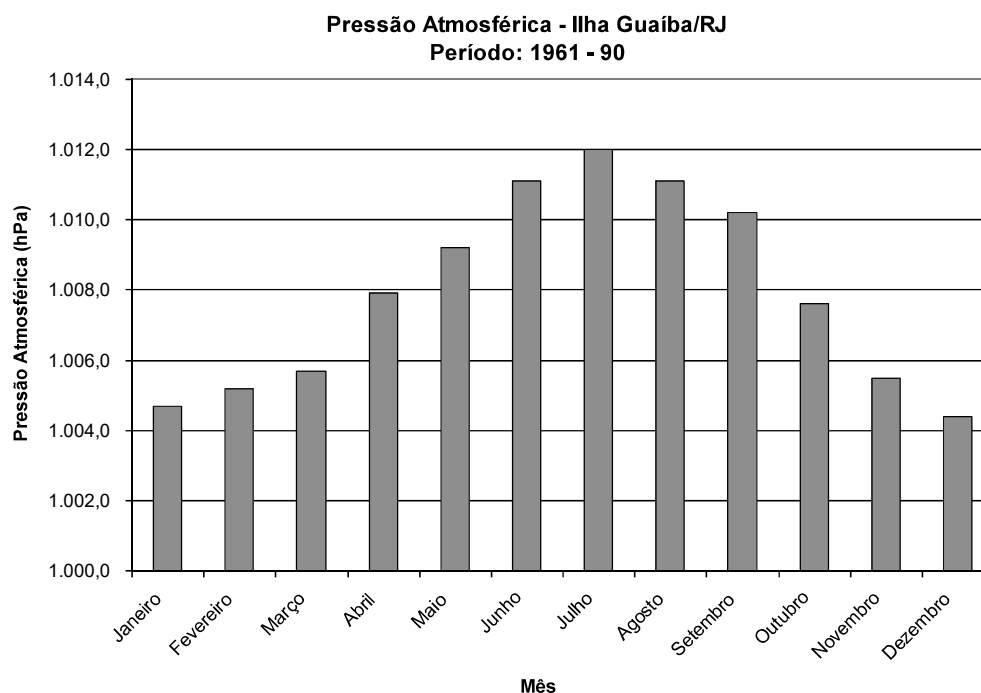
Normalmente, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude e torná-la comparável espacialmente, bem como para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores, como os astronômicos, as maiores intensidades das massas polares migratória, entre outros. No verão, o mais intenso aquecimento solar na superfície cria forças de flutuação que induzem a movimentos verticais ascendentes, com ou sem a formação de nuvens, reduzindo, portanto, os valores da pressão atmosférica à superfície.

A variabilidade mensal média da pressão atmosférica é apresentada na **Figura 3.2-4**, onde se percebe um máximo de 1012 hPa em julho e um mínimo de 1004,4 hPa em dezembro. Dessa forma, configura-se uma amplitude anual média de 7,6 hPa. A pressão atmosférica média anual é de 1007,9 hPa.

Numa visão transiente, o domínio de massas de ar polar migratórias de inverno na área do empreendimento pode levar a elevados valores de pressões atmosféricas, superiores a 1020 hPa, o que significa a presença de ar muito frio na região. Por outro lado, no verão, a formação de áreas de convergência atmosférica sobre o oceano, nas proximidades do litoral norte-fluminense, pode reduzir as pressões atmosféricas a valores inferiores a 1000 hPa.

Vale destacar que a área do empreendimento se encontra na trajetória de deslocamentos de frentes frias em todas as épocas do ano, o que pode resultar em significativas variações de pressão atmosférica em curto intervalo de tempo, sobretudo em rápidas passagens frontais.



**Figura 3.2-4:** Variação mensal da pressão atmosférica em Ilha Guaíba/RJ. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – Brasil.

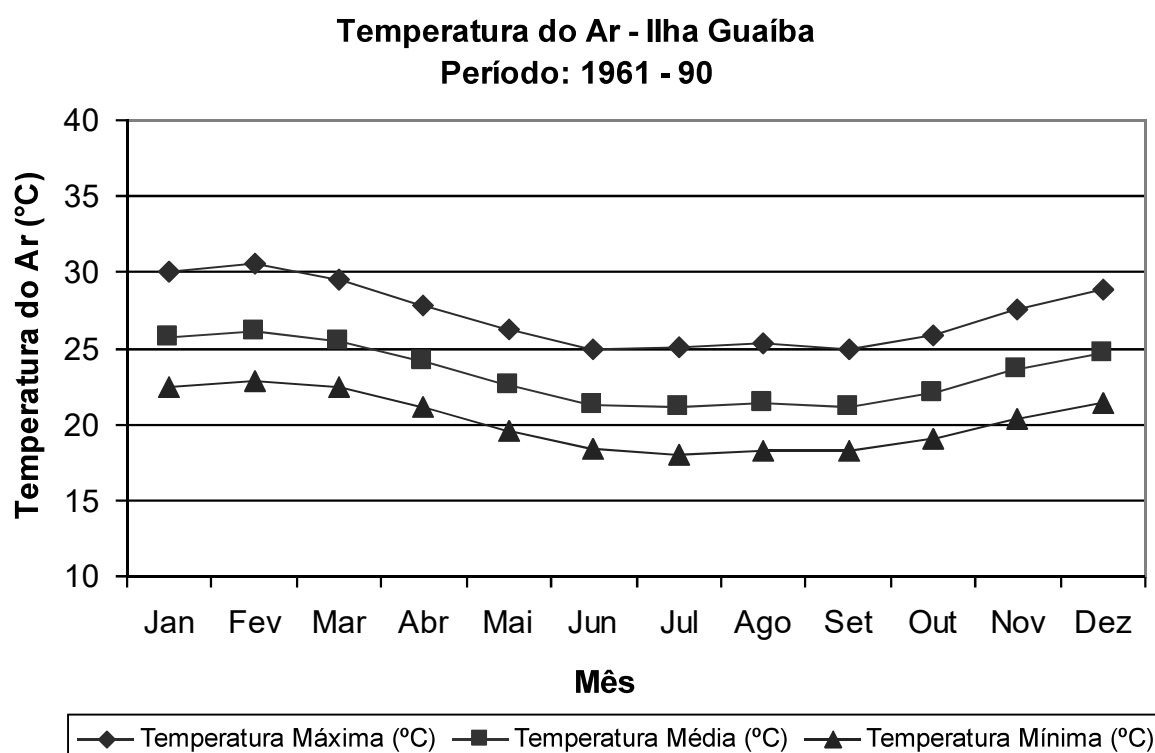
### 3.2.3.7.2 Temperatura do Ar

A temperatura do ar constitui-se num parâmetro de interesse para os estudos ambientais. Basicamente, a temperatura do ar ambiente reflete os resultados das trocas energéticas entre a superfície do solo (parcial ou integralmente coberto ou mesmo nu) e a atmosfera, bem como dos mecanismos naturais de advecção ou transporte horizontal de ar frio ou quente, impostos por diversos tipos de circulações de micro, meso e macroescalas.

Temperaturas mais elevadas, como as que ocorrem no verão, conduzem à formação de movimentos verticais ascendentes mais pronunciados (convecção),

concorrendo, portanto, para um mais eficiente arrastamento de poluentes presentes nos níveis mais baixos para níveis mais elevados.

Para se avaliar o comportamento do parâmetro temperatura do ar ao longo do ano foi elaborada a Figura 3.2-5 contendo os valores das temperaturas máximas médias, temperaturas médias, temperaturas mínimas médias para o período 1961-90.



**Figura 3.2-5:** Variação mensal da temperatura em Ilha Guaíba / RJ. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – Brasil.

De modo geral, observa-se que as temperaturas de verão (janeiro) são superiores a de outono (abril), que por seu turno são maiores do que as temperaturas de primavera (outubro), e estas as de inverno (julho).

Considerando as Normais Climatológicas 1961-90 da Estação Meteorológica do INMET localizada em Ilha Guaíba, podem ser destacadas as seguintes características anuais da temperatura do ar:

a) Temperatura Máxima Média:

- Mínima de 25,0°C em junho e máxima de 30,6°C em fevereiro;
- Média anual: 27,2°C.

b) Temperatura Média:

- Mínima de 21,2°C em julho e máxima de 26,1°C em fevereiro;
- Média anual: 23,3°C.

c) Temperatura Mínima Média:

- Mínima de 18,0°C em julho e máxima de 22,9°C em fevereiro;
- Média anual: 20,3°C.

### 3.2.3.7.3 Umidade Relativa do Ar

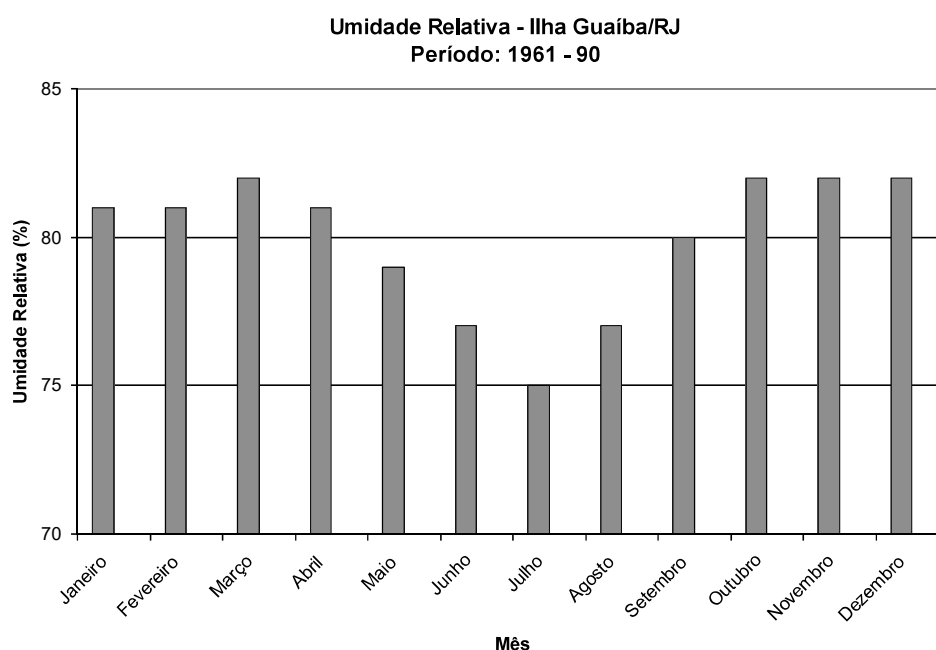
O comportamento da umidade relativa do ar ao longo de um dia pode apresentar variações significativas em função de diversos fatores, como por exemplo: a) insolação; b) nebulosidade; c) direção e velocidade dos ventos e d) precipitação pluviométrica.

De maneira geral, a umidade relativa do ar tende a aumentar à noite e madrugada, passando a diminuir gradualmente, à medida que o dia transcorre, após o nascer do sol. Ventos oriundos do setor norte-noroeste transportam calor e, portanto, concorrem para a redução da umidade do ar, apesar de também uma pequena contribuição das áreas vegetadas. Por seu turno, os ventos procedentes do setor sul são mais frios, elevando dessa maneira a umidade relativa do ar, principalmente nas áreas mais próximas ao litoral, como no caso da área do empreendimento, em que os ventos procedentes do Oceano são persistentes. Com a ocorrência de chuvas e até mesmo após seu término, a umidade relativa do ar tende a aumentar localmente. Assim, uma série de combinações meteorológicas pode ocorrer e, de cada uma delas, resultar em diferenciados graus de umidade relativa, dependendo, também, das características da superfície e do solo da área sob interesse.

Os valores de umidade relativa são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependentes, ainda, dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações. Em situações transitórias, os

valores de umidade relativa do ar na região podem sofrer significativas variações temporais, principalmente quando se comparam as situações pré-frontais e frontais.

Para tentar caracterizar o comportamento da umidade relativa do ar na área do empreendimento foram analisadas as Normais Climatológicas da Estação de Ilha Guaíba (**Figura 3.2-6**).



**Figura 3.2-6:** Variação mensal da umidade relativa em Ilha Guaíba/RJ. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – Brasil.

Observa-se inicialmente um padrão sazonal diferenciado, com meses de inverno mais secos do que os meses de verão.

Pode-se caracterizar a umidade relativa do ar em Ilha Guaíba como variando de 82% em março e setembro a um mínimo de 75% em julho. A média anual de umidade relativa do ar é de 80%.

#### 3.2.3.7.4 Insolação

O número de horas de brilho solar (insolação) em cada mês do ano é função não somente da nebulosidade existente, mas também da duração dos dias (mais longos no verão e mais curtos no inverno).