

Revista Oficial da Academia Cearense de Engenharia
Official Journal of Ceara Engineering Academy

VOL. 05 - N° 01 e 02 - Jan - Dez 2023/2024 - ISSN 2526-730



Revista da
Academia Cearense de Engenharia
Journal of Ceara Engineering Academy

PATROCÍNIO:



mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



ACADEMIA

CEARENSE DE

ENGENHARIA

Revista Oficial da Academia Cearense de Engenharia
Official Journal of Ceara Engineering Academy

VOL. 05 - Nº 01 e 02 - Jan - Dez 2023/2024 - ISSN 2526-730



Revista da
Academia Cearense de Engenharia
Journal of Ceara Engineering Academy

PATROCÍNIO:



mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



ACADEMIA

CEARENSE DE

ENGENHARIA

Revista da Academia Cearense de Engenharia *Journal of Ceara Engineering Academy*

Revista Oficial da Academia Cearense de Engenharia
Official Journal of Ceara Engineering Academy

VOL. 05 - N^{os} 1 e 2

Janeiro - Dezembro / January - December

2023/2024

Patrono da Academia

Marechal Eng. Aer. Casemiro Montenegro Filho

Presidente de Honra

Eng. Civil Victor Cesar da Frota Pinto

Diretoria

Presidente:

Eng. Agrônomo José Flávio Barreto de Melo

Vice-Presidente

Eng. Civil Gerardo Santos Filho

Primeiro Secretário

Eng. Agrônomo Teobaldo Campos Mesquita

Segundo Secretário

Eng. Civil Francisco Lopes Viana

Primeiro Tesoureiro

Eng. Agrônomo Célio Moura Ferreira

Segundo Tesoureiro

Eng. Mecânico Fernando Ribeiro de Melo Nunes

Conselho Científico

Titulares

Eng. Mecânico Eletricista Jurandir Marães Picanço Júnior

Eng. Agrônomo Eunice Maia de Andrade

Eng. Civil Joaquim Antônio Caracas Nogueira

Eng. Agrônomo José Albérico de Araújo Lima

Eng. Civil Antônio Nunes de Miranda

Suplentes

Eng. Agrônomo Cláudio Regis de Lima Quixadá

Eng. Eletricista Antonio Salvador da Rocha

Eng. Mecânico Roberto Sergio Farias de Souza

Conselho Consultivo

Eng. Agrônomo Antônio de Albuquerque Sousa Filho

Eng. Civil Victor César da Frota Pinto

Eng. Eletricista Antonio Salvador da Rocha

Eng. Civil Lyttelton Rebelo Fortes

Conselho Editorial

Titulares

Eng. Civil César Aziz Ary

Eng. Civil Gerardo Santos Filho

Eng. Agrônomo Francisco Ézio de Sousa

Eng. Civil Nise Sanford Fraga

Eng. Agrônomo José Albersio de Araújo Lima

Suplentes

Eng. Civil Francisco Suetônio Bastos Mota

Eng. Eletricista João Mamede Filho

Eng. Civil Francisco de Queiroz Maia Júnior

Conselho Fiscal

Titulares

Eng. Agrônomo Mauro Barros Gondim

Eng. Civil Otacílio Borges Filho

Eng. Agrônomo Ubiratan Sales Vieira

Suplentes

Eng. Civil Nadja Glheuca da Silva Dutra Montenegro

Eng. Civil Denise Jucá Teixeira Silveira

Galeria dos Ex-Presidentes

Eng. Agrônomo Antônio de Albuquerque Sousa Filho

Eng. Civil Victor César da Frota Pinto

Eng. Eletricista Antonio Salvador da Rocha

Eng. Civil Lyttelton Rebelo Fortes

Ficha Catalográfica

Revista da Academia Cearense de Engenharia / Academia Cearense de Engenharia - v. 5. n^{os}.1 e 2 (jan/dez. 2023/2024) - Fortaleza, 2024.

Semestral

ISSN 2526 - 730

1. Engenharia - Periódico. 2. Agronomia - Periódico. I. Academia Cearense de Engenharia

CDD 372-4b

Editoração e Composição

Ana Cláudia M. M. Miranda

Catálogo - Bibliotecária

Sandra Maria Dantas Cabral - CRB-3/243

Impressão & Acabamento

Expressão Gráfica & Editora

Revista da Academia Cearense de Engenharia *Journal of Ceara Engineering Academy*

Revista Oficial da Academia Cearense de Engenharia
Official Journal of Ceara Engineering Academy

VOL. 05 - N^{os} 1 e 2

Janeiro - Dezembro / January - December

2023/2024

Academia Cearense de Engenharia

ACADÊMICOS TITULARES FUNDADORES

ACADÊMICO/PATRONO

- 1 - **Lauro José Vinhas Lopes**
Antônio Urbano de Almeida
- 2 - **Antônio de Albuquerque Sousa Filho**
José Guimarães Duque
- 3 - **Mauro Barros Gondim**
José Dario Soares
- 4 - **Otacílio Borges Filho**
José Lino da Silveira Filho
- 5 - **Antônio Salvador da Rocha**
Antônio Telmo Nogueira Bessa
- 6 - **Victor Cesar da Frota Pinto**
José Lins de Albuquerque
- 7 - **Francisco Ésio de Sousa**
Francisco Dias da Rocha
- 8 - **Luiz Ary Romcy**
Cândido Ribeiro Toledo
- 9 - **Lyttelton Rebelo Fortes**
José Leal Lima Verde
- 10 - **Claudio Régis de Lima Quixadá**
Hugo Lopes de Mendonça
- 11 - **Gerardo Santos Filho**
Aderson Moreira da Rocha
- 12 - **Hypérides Pereira de Macedo**
Antônio Gouveia Neto
- 13 - **Francisco Suetonio Bastos Mota**
Alcy Correa Leitão
- 14 - **Alberto Leite Barbosa Belchior**
Candido Narbal Gondim Pamplona
- 15 - **Flavio Viriato de Saboya Neto**
Juarez Ellery Barreira
- 16 - **Cesar Aziz Ary**
João Batista Romcy
- 17 - **Ubiratan Sales Vieira**
Francisco Pacífico Caracas

ACADÊMICO/PATRONO

- 18 - **Joaquim Antônio Caracas Nogueira**
Amílcar de Moraes Fernandes Távora
- 19 - **Francisco Coelho Teixeira**
Reginaldo Nepomuceno Teixeira
- 20 - **Vicente de Paulo Pereira Barbosa Vieira**
Manoel Henrique Barbosa de Albuquerque
- 21 - **Francisco Roberto de Sant'Ana**
Genésio Martins de Araújo
- 22 - **Jurandir Marães Picanço Júnior**
Marcos César Ferreira Gomes
- 23 - **Vicente Cavalcante Fialho**
Eduardo Sabóia de Carvalho
- 24 - **Thereza Neumann Santos de Freitas**
Francisco Luís Parente Neiva Santos
- 25 - **Luciano Moreno dos Santos**
Antônio Augusto Figueiredo Lima
- 26 - **Francisco Lopes Viana**
Walter Martins Ferreira Filho
- 27 - **Jackson Savio de Vasconcelos Silva**
César Cals de Oliveira Filho
- 28 - **José Flavio Barreto de Melo**
Raimundo Renato de Almeida Braga
- 29 - **Roberto Sergio Farias de Souza**
Jesamar Leão de Oliveira
- 30 - **José Albersio de Araújo Lima**
José Júlio da Ponte Filho
- 31 - **João César de Freitas Pinheiro**
Pandiá Calógeras
- 32 - **Manfredo Cássio de Aguiar Borges**
Theóphilo Benedicto Ottoni Netto
- 33 - **Célio Moura Ferreira**
Thomas Pompeu de Sousa Brasil Sobrinho
- 34 - **Fernando Ribeiro de Melo Nunes**
Paulo Augusto Campos de Moraes

- 35 - **João de Aquino Limaverde**
Trajano Sabóia Viriato de Medeiros
- 36 - **Roberto Ney Ciarlini Teixeira**
Francisco Nelson Chaves
- 37 - **Acúrcio Alencar Araújo Filho**
Alzir Barreto de Araújo

- 38 - **Marcelo Correia Alcântara Silveira**
José Valdir de Medeiros Campelo
- 39 - **Sônia Maria Araújo Castelo Branco**
Expedito José de Sá Parente
- 40 - **Francisco César Pierre Barreto Lima**
Antônio Cláudio de Araújo

ACADÊMICOS TITULARES

ACADÊMICO/PATRONO

- 1 - **Luiz Gonzaga Nogueira Marques**
Antônio Urbano de Almeida
- 2 - **Antônio de Albuquerque Sousa Filho**
José Guimarães Duque
- 3 - **Mauro Barros Gondim**
José Dario Soares
- 4 - **Otacílio Borges Filho**
José Lino da Silveira Filho
- 5 - **Antônio Salvador da Rocha**
Antônio Telmo Nogueira Bessa
- 6 - **Victor Cesar da Frota Pinto**
José Lins de Albuquerque
- 7 - **Francisco Ésio de Sousa**
Francisco Dias da Rocha
- 8 - **Luiz Ary Romcy**
Cândido Ribeiro Toledo
- 9 - **Lyttelton Rebelo Fortes**
José Leal Lima Verde
- 10 - **Claudio Régis de Lima Quixadá**
Hugo Lopes de Mendonça
- 11 - **Gerardo Santos Filho**
Aderson Moreira da Rocha
- 12 - **Hypérides Pereira de Macedo**
Antônio Gouveia Neto
- 13 - **Francisco Suetonio Bastos Mota**
Alcy Correa Leitão
- 14 - **Roberto Sérgio Oliveira Ferreira**
Candido Narbal Gondim Pamplona
- 15 - **Francisco Férrer Bezerra**
Juarez Ellery Barreira
- 16 - **Cesar Aziz Ary**
João Batista Romcy
- 17 - **Ubiratan Sales Vieira**
Francisco Pacífico Caracas
- 18 - **Joaquim Antônio Caracas Nogueira**
Amílcar de Moraes Fernandes Távora
- 19 - **Francisco José Coelho Teixeira**
Reginaldo Nepomuceno Teixeira
- 20 - **Vicente de Paulo Pereira Barbosa Vieira**
Manoel Henrique Barbosa de Albuquerque
- 21 - **Francisco Roberto de Sant'ana**
Genésio Martins de Araújo
- 22 - **Jurandir Marães Picanço Júnior**
Marcos César Ferreira Gomes
- 23 - **Francisco de Assis de Sousa Filho**
Eduardo Sabóia de Carvalho

ACADÊMICO/PATRONO

- 24 - **Thereza Neumann Santos de Freitas**
Francisco Luís Parente Neiva Santos
- 25 - **José Maria de Sales Andrade Neto**
Antônio Augusto Figueiredo Lima
- 26 - **Francisco Lopes Viana**
Walter Martins Ferreira Filho
- 27 - **Jackson Savio de Vasconcelos Silva**
César Cals de Oliveira Filho
- 28 - **José Flavio Barreto de Melo**
Raimundo Renato de Almeida Braga
- 29 - **Roberto Sergio Farias de Souza**
Jesamar Leão de Oliveira
- 30 - **José Albersio de Araújo Lima**
José Júlio da Ponte Filho
- 31 - **João César de Freitas Pinheiro**
Pandiá Calógeras
- 32 - **Denise Jucá Teixeira Silveira**
Theóphilo Benedicto Ottoni Netto
- 33 - **Célio Moura Ferreira**
Thomas Pompeu de Sousa Brasil Sobrinho
- 34 - **Fernando Ribeiro de Melo Nunes**
Paulo Augusto Campos de Moraes
- 35 - **João de Aquino Limaverde**
Trajano Sabóia Viriato de Medeiros
- 36 - **Roberto Ney Ciarlini Teixeira**
Francisco Nelson Chaves
- 37 - **Acúrcio Alencar Araújo Filho**
Alzir Barreto de Araújo
- 38 - **Marcelo Correia Alcântara Silveira**
José Valdir de Medeiros Campelo
- 39 - **Sônia Maria Araújo Castelo Branco**
Expedito José de Sá Parente
- 40 - **Nise Sanford Fraga**
Antônio Cláudio de Araújo
- 41 - **Antonio Nunes de Miranda**
Alberto Leite Barbosa Belchior
- 42 - **Teobaldo Campos de mesquita**
Luciano Moreno dos Santos
- 43 - **Nadja Gilheuca da Silva Dutra Montenegro**
Flávio Viriato de Saboya Neto
- 44 - **João Mamede Filho**
Lauro José Vinhas Lopes
- 45 - **Eunice Maia de Andrade**
Vicente Cavalcante Fialho
- 46 - **Francisco de Queiroz Maia Junior**
Manfredo Cássio de Aguiar Borges
-

ACADÊMICOS HONORÁRIOS FUNDADORES

José Maria de Sales Andrade Neto
Landry Leão Ribeiro
Fernando Borges Moreira Monteiro
Luiz Cristiano Campos Monteiro
Roberto Claudio Frota Bezerra
Jesualdo Pereira Farias
José Ramos Torres de Melo Filho
José Osvaldo Pontes
Eudoro Walter de Santana
Hugo Alcântara Mota
José Carneiro de Andrade
Francisco Ariosto Holanda
José Jackson Lima de Albuquerque
Luiz Gonzaga Nogueira Marques
Adolfo de Marinho Pontes
Luiz Carlos Uchoa Saunders
Benedito Torquato de Oliveira
Francisco de Assis Melo Lima
Roberto Sergio Oliveira Ferreira
André Montenegro de Holanda
Alexandre Dulio Vieira Diógenes
José Maria Damasceno
Teobaldo Campos Mesquita
Evandro Bezerra
Nadja Glheuca da Silva Dutra Montenegro
Tales Montano de Sá Cavalcante
Sergio Otoch
Affonso Tabosa Pereira
Sila Xavier Gouveia
Francisco Ferrer Bezerra
Ruy do Ceará
José Lourenço Mont'Alverne
José Rego Filho
José Carlos Aziz Ary
Adler Crispim da Silveira
José Emídio Alexandrino Bezerra
Deodato Machado Pinheiro
Nise Sanford Fraga
Erasmus da Silva Pitombeira
Lourenço Humberto Portela Reinaldo

ACADÊMICOS HONORÁRIOS NOVOS

Paulo Dantas O'Grady
Denise Jucá Teixeira Silveira
Dinalvo Carlos Diniz
Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins
Pio Rodrigues Neto
Hugo Santana de Figueirêdo Junior
João Mamede Filho
José Maria Marques de Carvalho
Maria Bernadette Frota Amora Silva
Teodora Ximenes da Silveira
Francisco de Assis de Souza Filho
Raimundo Helder de Girão e Silva
Jesualdo Pereira Farias
Francisco César Pierre Barreto Lima

MEMBROS BENEMÉRITOS FUNDADORES

Camilo Sobreira de Santana
Flávio Viriato de Saboya Neto
Jorge Alberto Vieira Studart Gomes – Beto Studart
José Carlos Valente Pontes
José Erivaldo Arraes
André Montenegro de Holanda
Francisco Eulálio Santiago Costa

MEMBRO RESIGNATÁRIO

Manfredo Cássio de Aguiar Borges

MEMBROS ASSOCIADOS CORRESPONDENTES

José Tadeu da Silva
Antônio Carlos Albério
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
José Otomar de Carvalho
Tito Lívio Ferreira Gomide
Jerônimo Cabral Pereira Fagundes Neto
Marco Antonio Gullo
Rogério de Abreu Menescal
Luiz Paulo Gomes
Francis Bogossian
Joel Krüger

COMISSÃO EDITORIAL

Editor

César Aziz Ary

Editor Adjunto

José Albérsio de Araújo Lima

Conselho Editorial

Titulares

César Aziz Ary
Gerardo Santos Filho
João Mamede Filho
Nise Sanford Fraga
José Albersio de Araújo Lima

Suplentes

Francisco Suetônio Bastos Mota
Francisco Ésio de Sousa
Francisco de Queiroz Maia Júnior

GESTÃO DEZEMBRO 2021 - DEZEMBRO 2023

A Academia Cearense de Engenharia- ACE implantada oficialmente, em 21 de janeiro de 2016, como sociedade técnico-científico-cultural e honorífica, tem como finalidades principais a preservação da memória da engenharia cearense; o incentivo ao aprimoramento da cultura na engenharia; contribuir para estudos dirigidos à formulação, a implantação, ao acompanhamento, avaliações de políticas públicas no campo tecnológico e apoiar publicações para o cumprimento de seus fins. É gerenciada por uma diretoria executiva eleita para um período de dois anos, composta por seis membros: Presidente; Vice-Presidente; Primeiro Secretário, Segundo Secretário, Primeiro Tesoureiro e Segundo Tesoureiro. A Diretoria providenciou um Calendário Anual para 2023, com as atividades: Reuniões administrativas/Ordinárias da Diretoria, sendo realizadas até 19 de outubro: dez reuniões. Na data de 07 de novembro será realizada a última reunião da Diretoria em 2023; - Reuniões Ordinárias da ACE Plenárias com palestras: sendo realizadas até 19 de outubro de 2023: - 08 Reuniões Plenárias com palestras, com participação de associados da Academia, bem como, de profissionais da tecnológica, com temas relacionados a área. - No dia 21 de novembro, serão realizadas três assembleias para indicação de acadêmicos honorários; escolhas de acadêmicos titulares e eleição de nova diretoria, para o biênio 2024/2025. No último mês do ano foi realizado, pela ACE, um JANTAR DE CONFRATERNIZAÇÃO. Finalmente a Diretoria da ACE congratula-se com seus membros e profissionais da área tecnológica que participaram das Reuniões Plenárias, com palestras, de forma participativa, engrandecendo, sobremaneira tais eventos.

Lyttelton Rebelo Fortes, Engenheiro Civil
Membro Titular da Academia Cearense de Engenharia
Cadeira Nº 09

MEMBROS TITULARES FUNDADORES DA ACADEMIA CEARENSE DE ENGENHARIA



Primeira Fileira Superior: Acúrcio de Alencar Araújo Filho, Roberto Ney Ciarlini, Joaquim Antônio Caracas Nogueira, Francisco Lopes Viana, Cláudio Régis de Lima Quixadá, Francisco Coelho Teixeira, Luciano Moreno dos Santos, Lyttelton Rebelo Fortes, Roberto Sergio Farias de Souza, Célio Moura Ferreira;

Segunda Fileira: José Flávio Barreto de Melo, Fernando Ribeiro de Melo Nunes, Francisco Roberto de Sant'Ana, José Albersio de Araujo Lima, Marcelo Correia Alcântara Silveira, Mauro Barros Gondim, Gerardo Santos Filho, Otacílio Borges Filho, Thereza Neumann Santos de Freitas, Jackson Savio de Vasconcelos Silva, Flávio Viriato de Saboya Neto, João de Aquino Limaverde;

Terceira Fileira (sentados): César Aziz Ary, Ubiratan Sales Vieira, Victor Cesar da Frota Pinto, Antonio de Albuquerque Sousa Filho, Lauro José Vinhas Lopes, Antonio Salvador da Rocha, Francisco Ézio de Sousa, Manfredo Cássio de Aguiar Borges, Francisco Suetônio Mota, Jurandir Marães Picanço Junior.

TROFÉU INOVAÇÃO DA ENGENHARIA

2018

Acadêmico Joaquim Antônio Caracas
Nogueira, Cadeira Nº 18



2019

Centro de Tecnologia da UFC

MEDALHA DO MÉRITO Engenheiro Casimiro Montenegro Filho



2018

Acadêmico Honorário Fundador Hugo
Alcântara Mota

2019

Acadêmico Titular Fundador Vicente
Cavalcante Fialho, Cadeira Nº 23



PRÊMIO ACADÊMICO DO ANO



2017

Acadêmico Titular Fundador Otacílio Borges
Filho, Cadeira Nº 04

2018

Acadêmico Titular Fundador Jurandir Marães
Picanço Júnior, Cadeira Nº 22



Revista da Academia Cearense de Engenharia *Journal of Ceara Engineering Academy*

Revista Oficial da Academia Cearense de Engenharia
Official Journal of Ceara Engineering Academy

VOL. 05 - N^{os} 1 e 2

Janeiro - Dezembro / January - December

2023/2024

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| A Palavra do Presidente | 17 |
| Artigos | |
| Jose Osvaldo Pontes: o engenheiro Mais antigo do Ceará Eng. Civil Vitor Frota Pinto, Membro Titular Fundador da Academia Cearense de Engenharia | 18 |
| Transporte Alternativo: "Triciclo Urbano": um projeto de pesquisa do CTUFC Eng. Civil César Aziz Ary, Membro Titular Fundador da Academia Cearense de Engenharia | 20 |
| Considerações sobre preços e outros instrumentos para a conservação de água de abastecimento humano no Nordeste do Brasil Roberto Sergio Farias de Souza & Celso Camargo | 22 |
| Avaliação da eficiência do açude em face da compatibilidade entre o volume afluente e a evaporação da superfície do lago Hyperides Pereira de Macedo & Lara Bastos Pereira | 27 |
| Distâncias entre espaçadores para armaduras de estruturas de concreto José Santos Carvalho | 37 |
| Uma discussão sobre as condições operacionais da barragem de derivação no projeto de irrigação Curu/Paraipaba no Ceará Hyperides Pereira de Macedo | 45 |
| Soluções de engenharia para as construções atuais Marcelo Silveira & Denise Silveira | 63 |
| Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida Berthyer Peixoto Lima | 76 |

Jornada de Tecnologia e Inovação

| | |
|---|----|
| Palestra 1 - "Visão Panorâmica do PISF com ênfase dasua situação no Estado do Ceará" | 77 |
| Palestrante: Tiago José de Barros Portela | |
| Palestra 2 - "Oportunidades de desafios para o desenvolvimento industrial e de energia no Ceará" | 79 |
| Palestrante: Joaquim Rolim | |
| Palestra 3 - "Avanços na tecnologia do concreto para construção de edifícios" | 81 |
| Palestrante: Professor Eduardo Cabral | |
| Palestra 4 - "Apresentação do projeto da dessalinização e estudo de impacto ambiental" | 83 |
| Palestrantes: Ednei Mendes, Filipe Rolim, Fábio Perdigãoe Adely Silveira | |
| Palestra 5 - "Soluções de engenharia para as construções atuais" | 86 |
| Palestrantes: Denise Silveira e Marcelo Silveira | |
| Palestra 6 - "Modelagem da informação e as nova tendências" | 89 |
| Palestrante: Alexandre Araújo Bertini | |

Lançamentos de livros

| | |
|---|-----|
| Livro "Aziz Ary - Um fidalgo Diplomata" | 91 |
| Autor: César Aziz Ary, Engenheiro Civil - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 16 | |
| Livro "A Botija dos Jesuítas e outras histórias" | 92 |
| Autor: Antonio de Albuquerque Sousa Filho, Engenheiro Agrônomo - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 2 | |
| Notícias Relevantes | 93 |
| Boletins Informativos Editados em 2024 | 99 |
| Hino do Estado do Ceará | 100 |
| Hino Nacional Brasileiro | 101 |



 conecta **mutua**

A sua oportunidade
é aqui e
agora

*Cursos, mentorias,
oportunidades de trabalho
e muito conteúdo para fazer
a sua carreira decolar.*

*Conheça a plataforma
de desenvolvimento
dos profissionais
de todas as engenharias.*

conecta.mutua.com.br

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA
Conselhos Regionais de Engenharia
e Agronomia



mutua
Casa de Assistência dos Profissionais do Crea

**OBJETIVOS
DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**



mútua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea

A Mútua
é muito mais

O POR TU NI DA DES

CONHEÇA MAIS
SOBRE A MÚTUA EM
mutua.com.br

O profissional registrado no Crea pode ter
muito mais facilidades para encarar os
desafios de cada dia.



BENEFÍCIOS
SOCIAIS



CAPACITAÇÃO E
EMPREGABILIDADE



SAÚDE PARA
VOCÊ E SUA FAMÍLIA



PROTEÇÃO
E SEGURANÇA



DESCONTOS
E OFERTAS



TECNOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO



BENEFÍCIOS
REEMBOLSÁVEIS



PREVIDÊNCIA
PRIVADA EXCLUSIVA



Palavra do Presidente

José Flávio Barreto de Melo

Engenheiro Agrônomo - Membro Titular da Academia Cearense de Engenharia
Cadeira N^o 28 - Presidente

MELO, J.B.M. Palavra do Presidente. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p.17, 2023/2024.

A Academia Cearense de Engenharia-ACE, fundada em 11 de dezembro de 2015, como sociedade técnico-científico-cultural e honorífica, guarda dentre as finalidades estatutárias: preservar a memória da engenharia; incentivar o aprimoramento da cultura e da ética na engenharia; contribuir com as autoridades competentes no âmbito de estudos, sugestões, implementação, avaliação de políticas públicas na área tecnológica; contribuir para o desenvolvimento sustentável do Ceará e do Brasil; apoiar a integração e interação dos profissionais da engenharia; incentivar a pesquisa e a inovação na área da engenharia; promover eventos técnicos, científicos, culturais e artísticos focados na engenharia; produzir publicações de interesse de seus fins; e homenagear, com critérios bem definidos, profissionais da engenharia de destaque relevante nas áreas profissional, cultural e social.

É inserida nesse contexto que ela se propõe a editar anualmente sua revista oficial, que por óbices insanáveis foi interrompida em alguns anos passados, mas que volta, mercê de patrocínio da Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea - MUTUA e de acadêmicos empresários, afora esforços conjuntos da diretoria anterior, sob a presidência do acadêmico Lyttelton Rebelo Fortes, quando, apesar de prestes a ir ao prelo, fatos intransponíveis adiaram sua publicação para o ano de 2024, já na gestão da diretoria atual, biênio dezembro/2023-dezembro/2025.

Relembrando os compromissos na solenidade de posse dos dirigentes atuais, dois deles foram: alicerçar o trabalho com o amparo dos demais membros da diretoria recém-empossada e de todos os confrades e confradeiras e continuar as ações que lograram êxito. Aqui se enquadra

a continuação da edição da Revista da ACE, documento técnico que ampara publicações de trabalhos científicos, dos acadêmicos ou de outros engenheiros das diversas modalidades, com distribuição dirigida para entidades públicas e privadas, locais e também de outros estados brasileiros.

O periódico científico tem como função a comunicação de resultados à comunidade científica e à sociedade; o fornecimento de critérios para a avaliação de indivíduos e instituições e a garantia da memória da ciência e a prioridade de autoria.

Também chamada de revista acadêmica, destina-se a promover o progresso da ciência, geralmente noticiando novas pesquisas que raramente são lidas casualmente, como se lê uma revista qualquer. Daí sua leitura ter público selecionado ou dirigido, atenção levada em conta pela nossa Academia.

Cabe destacar neste espaço a criação recente do INFORMATIVO DA ACE, num diapasão diferente da revista, mas seguindo também objetivos de comungar com a sociedade o pensar da Academia, na forma própria de um pequeno jornal. Dele saem bimestralmente, além de notícias do cotidiano da entidade e outros registros de interesse, o resumo das palestras mensais, igualmente compromisso cumprido fielmente ao longo desta gestão, continuando a prática das anteriores.

Demais disso, resta-nos reconhecer a abnegação do Conselho Editorial e do confrade Gerardo Santos Filho, que tanto fizeram para chegarmos a publicar mais esta edição.

A academia, no seu mister, deseja que os conhecimentos trazidos pelos colaboradores e contidos nesta edição sejam bem recebidos por toda a sociedade.



JOSÉ OSVALDO PONTES O Engenheiro Mais Antigo do Ceará

Victor Frota Pinto

Engenheiro Civil - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 06 – Presidente de Honra – ex-Presidente da Diretoria Executiva gestão 2017/2019. Membro Nato do Conselho Consultivo

PINTO, V. F. Jose Osvaldo Pontes: o engenheiro Mais antigo do Ceará. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p.18-19, 2023/2024.

A Academia Cearense de Engenharia tem em seu quadro associativo o profissional mais antigo do Ceará, bem como, o acadêmico mais antigo dentre as congêneres academias de engenharia. O Engenheiro Civil e Eletrotécnico JOSÉ OSVALDO PONTES tornou-se o Engenheiro mais antigo do Ceará desde o início da década passada, tendo recebido em 2013 o Troféu CREA-CE por ser o mais antigo profissional em atividade. O ilustre homenageado completou 100 anos de idade no último dia cinco de julho do corrente ano. Membro Honorário Fundador da ACE- Academia Cearense de Engenharia. Nascido em Rio Purus, estado do Amazonas em 05 de julho de 1923, terceiro de uma prole de nove filhos do casal José Manassés Pontes e Maria Sabino Pontes, quando por lá foram atraídos nos áureos tempos da exploração comercial na era da borracha. Veio para o Ceará ainda criancinha, com poucos meses de nascido. Fez o estudo no então Colégio Cearense em Fortaleza. Posteriormente, foi para o Rio de Janeiro fazer o curso pré-técnico, cursando na sequência a Escola de Engenharia de Juiz de Fora, colando grau em Engenharia Civil e Eletrotécnica no ano de 1948. Registrado no então CREA da 9^a Região a época do terceiro presidente, o Engenheiro Civil Waldyr Diogo de Siqueira.

Iniciou a vida profissional no Departamento Nacional de Estrada de Ferro, atuando nos estados do Ceará e Piauí.

Em 1954 contraiu núpcias com a senhorita Alzira Marinho de Andrade Pontes, com a qual constituiu família de cinco filhos: Astride, Viviane, Osvaldo Filho, Maria Arací, Arlene (falecida), 12 netos e 20 bisnetos. Em março de 2022 perdeu a sua querida e saudosa esposa Alzira, companheira de todas as horas...

Exerceu atividades empresariais na área da

engenharia nos estados do Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro e Brasília. No ano de 1963 ingressou em Brasília no DNOCS-Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, época da transformação para Autarquia Federal

Em 1967 assumiu a presidência da Companhia Hidrelétrica do Amapá, permanecendo por dois anos, em seguida retornou ao DNOCS.

Em 1974 foi nomeado Diretor Geral do DNOCS pelo presidente Ernesto Geisel, reconduzido para um novo período pelo presidente João Batista Figueiredo, tendo permanecido a frente do DNOCS pelo período de 11 anos, ao fim do período aposentou-se do serviço público por ser do quadro técnico do DNOCS.

Em decorrência da ênfase a política de irrigação no DNOCS, foi eleito presidente da ABID-Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. Participou em atividades de inúmeros Congressos e Seminários Nacionais e Internacionais, por consequência da sua forte atuação na área da irrigação e drenagem foi eleito, em congresso na Índia, vice presidente da diretoria executiva do ICIDE-Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem, com sede em Nova Deli, abrangendo os países integrantes da ONU. Foi membro por mais de uma década do Conselho Deliberativo da SUDENE.

Títulos e Comendas:

- Título de Sócio Remido do Clube de Engenharia do Brasil - Rio de Janeiro;
- Ordem do Rio Branco outorgado pelo presidente João B. Figueiredo;
- Ordem San Izidro outorgado pelo Rei Juan Carlos – Espanha;
- Ordem dos Guararapes outorgado pelo governador Marco Maciel - Pernambuco;

- Cidadão Honorário de várias cidades e estados do polígono das secas.
- Troféu CREA-CE em 2013 pelos relevantes serviços prestados sendo o engenheiro mais antigo em atividade.
- Acadêmico Honorário Fundador da Academia Cearense de Engenharia.
- Medalha do Mérito Profissional outorgado pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia na 72ª SOEA realizada no Ceará no ano de 2015.
- Sócio Honorário do Rotary Clube de Fortaleza Oeste.

Atualmente em idade provecta no convívio da família...



TRANSPORTE ALTERNATIVO "Triciclo Urbano": um Projeto de Pesquisa do CTUFC

César Aziz Ary

Engenheiro Civil - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 16

ARY, C. A. Transporte alternativo. "Triciclo urbano": um projeto de pesquisa do CTUFC. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 20-21, 2023/2024.

Os veículos automotores convencionais de superfície postos à disposição dos países do Terceiro Mundo, desde o início deste século, pelas nações ricas do hemisfério norte, não atendem a todos os tipos de demanda do transporte chamado leve, principalmente, nas áreas urbanas dos países subdesenvolvidos.

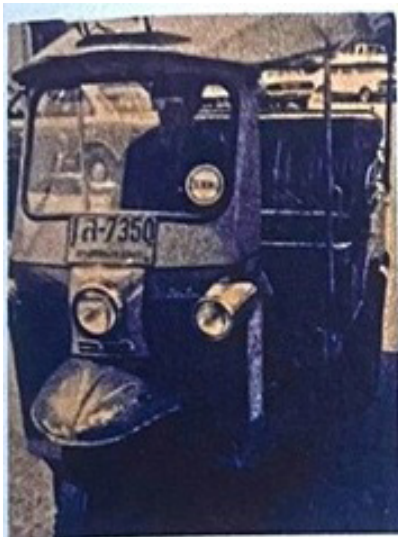
O automóvel convencional que usamos foi criado na Europa e nos Estados Unidos sem a preocupação com o seu superdimensionamento e com o conseqüente excesso de potências do seu motor, que consome a quase totalidade do combustível para conduzir a si próprio, enquanto a "massa econômica" (passageiros e cargas) que conduz demanda apenas uma pequena parcela do precioso líquido.

Além disso, de acordo com pesquisas realizadas nas cidades de São Paulo e Porto Alegre, os automóveis transportam, em média, 1,5 pessoa por veículo; Considerando o padrão de lotação de cinco passageiros, a taxa

de ocupação verificada representa 30%. Esta ociosidade de 70% se traduz em desperdício de combustível, geração de poluição, gasto desnecessário tanto na aquisição como na manutenção dos veículos, além da redução da capacidade das vias.

Urge, portanto, a criação de um veículo "ultraleve", triciclo ou quadriciclo, intermediário entre a motocicleta e o automóvel convencional, que combinem as características positivas do primeiro, como baixo consumo de combustível, agilidade no trânsito e reduzidas dimensões, com as vantagens do segundo: proteção contra as intempéries, maior segurança e possibilidade de transporte de até quatro pessoas e pequenas cargas.

Veículos desse tipo, que já são usados em diversos países do Oriente, poderão proporcionar ao "povão" de nossa região um transporte efetivamente econômico e de grande adequação tendo em vista, entre outras



TRICICLO ORIENTAL



PROJETO UFC



PROJETO BNB

vantagens já enumeradas, concorrer com o esforço nacional de economia de combustível e portanto, de divisas.

Miniveículos com essas características poderão vir a preencher uma lacuna pela oferta, à população urbana, de táxi com tarifa que poderá ser de 30 a 40% dos táxis convencionais cujos veículos foram concebidos para grandes distâncias e alta velocidade.

Muitas outras utilizações para um veículo dessa natureza se apresentam com grandes vantagens, como por exemplo, na frota cativa de manutenção de empresas concessionárias de serviços básicos, como a ENEL, CAGECE, CORREIOS etc, nas empresas de turismo, em Campus Universitários, além da possibilidade de uso em grandes indústrias, etc.

Um Grupo de Pesquisadores do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC) desenvolve um projeto de pesquisa na linha de TRANSPORTES ALTERNATIVOS denominado "TRICICLO URBANO COM ENERGIA ALTERNATIVA", estando atualmente em fase de construção o primeiro protótipo.

Este projeto de pesquisa da UFC tem contado com substancial apoio público e institucional tanto na Universidade como nas Instituições Científicas da região e mesmo do país.

Entretanto, o grupo se ressentido do indispensável apoio financeiro para a construção dos protótipos para a comprovação

dos parâmetros obtidos tecnicamente.

Uma das principais finalidades a que se propõe o Projeto do Centro de Tecnologia é fornecer uma opção econômica de táxi em cidades brasileiras, principalmente no Nordeste.

Vale ressaltar que o serviço de veículos leves e de aluguel, apesar de sua utilidade universalmente atestada, vem sofrendo em nosso País, mais do que qualquer outro transporte, os efeitos da prolongada crise que afeta a sociedade brasileira.

Os táxis são reconhecidos como de interesse público uma vez que desempenham aos meios que compõem o sistema de transportes coletivos e também na medida em que atendem às necessidades sociais bem definidas.

É um transporte de alta flexibilidade, uma vez que preenche a lacuna deixada pelos transportes coletivos por se tratar de serviços com notas e horários fixos e que, por isso, não atendem, convenientemente aos deslocamentos «porta à porta» e às corridas de emergência.

Esse quadro clama e justifica a criação ou adaptação de miniveículos que, pelo seu custo de aquisição e operação, permitam a oferta de um serviço em nível compatível com o poder aquisitivo da população que, em anos recentes, sofreu considerável redução.

Daí a ideia de se desenvolver um projeto de veículo, inspirado na experiência de outros países do Terceiro Mundo onde se utiliza este tipo de TRANSPORTE ALTERNATIVO,



CONSIDERAÇÕES SOBRE PREÇOS E OUTROS INSTRUMENTOS PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO HUMANO NO NORDESTE DO BRASIL

Roberto Sergio Farias de Souza¹ & Celso Camargo²

¹Engenheiro Mecânico, Doutor em Engenharia de Produção, Acadêmico Titular - Cadeira 29; ²Engenheiro Eletricista, Doutor em Engenharia de Produção

SOUZA, R. S. F. & CAMARGO, C. C. Considerações sobre preços e outros instrumentos para a conservação de água de abastecimento humano no Nordeste do Brasil. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 22-26, 2023/2024.

RESUMO

O aumento das exigências para a concessão de novos empréstimos para aumento da produção e distribuição de água tratada, as dificuldades climáticas peculiares à região Nordeste do Brasil, o progressivo distanciamento das novas fontes de suprimento de água dos centros urbanos, somados a um crescimento populacional vertiginoso das grandes cidades, se constituem fatores de pressão para que as empresas concessionárias de água regionais adotem novos paradigmas gerenciais. Assim é que medidas para conservação se impõem, como fator indispensável à sustentabilidade dos sistemas de produção e distribuição de água, pela via da educação, adoção de novas tecnologias e desenvolvimento e aplicação de estruturas tarifárias que sinalizem quanto ao valor da água. Esta última providência, embora que acarrete custos sociais e políticos é a que apresenta resultados a mais curto prazo, aliada a um baixo custo de implementação em si mesma.

1. INTRODUÇÃO

Pelo menos dois grandes obstáculos têm impedido a implementação de um adequado modelo de tarifa de água tratada no Nordeste do Brasil. Primeiramente, as empresas concessionárias, embora ditas de economia mista, são na verdade integralmente controladas pelo poder público local, o qual vem ao longo do tempo subsidiando os preços de venda, seja constituindo-se no sujeito mutuário dos grandes empréstimos para a melhoria ou ampliação dos sistemas de água, ou tolerando veladamente a degradação dos equipamentos, serviços e instalações, ou ainda, transferindo dinheiro vivo dos cofres públicos, para a cobertura de déficits gerados pelas empresas. O outro motivo diz respeito à resistência por parte das pessoas em pagar o preço devido pela água que consomem. Desde o tempo do Império há incursões do poder público central e local, nas questões de “produção” de água no Nordeste em virtude das secas que frequentemente assolam a região. Assim sendo passa a fazer parte das pessoas, de maneira atávica: a ideia de que o

fornecimento da água é “coisa de governo” e que sendo assim, deve até ser gratuito, ou quando menos, fortemente subsidiado. Adicionalmente, constata-se a forte atuação dos sindicatos de empregados das empresas concessionárias, que através de massiva propaganda enfatizam que “a água e as empresas concessionárias são do povo”. Assim fazem, na verdade, para estabelecer uma identificação com as massas populares de menor nível de renda, com fins marcadamente políticos, sejam partidários ou para manutenção do status quo dos próprios filiados.

Em resumo, esta corrente de ligação entre os governos estaduais, empresas concessionárias de água, sindicatos e população, tem reforçado a ideia nas pessoas de que coletar, tratar e distribuir água é coisa do governo e que sendo assim água é um bem público. De fato, no senso comum, tudo o que é provido pelo governo é tido como coisa pública. No entanto, as propriedades essenciais de um bem público é tanto a sua não exclusão, (i.e. se for fornecido para uma pessoa, todas as outras também terão igualmente o mesmo direito) como a sua não competição (i.e. não há menos disponibilidade para uma

peessoa se o bem está sendo também fornecido para uma outra ou outras pessoas). Estas são as características que ditam se a provisão de um bem é de natureza coletiva, a custo zero para o consumidor, vez que deve ser financiado integralmente pelos impostos arrecadados pelo agente público. Com efeito, as empresas concessionárias não “vendem” um bem público pois fornecem água sem atender aos caracteres de não-exclusividade e não-competição. Na verdade é prática corrente fornecer água contra um pagamento (mesmo que inadequado ou mal estruturado) pela quantidade fornecida, e cortar água daqueles que não pagam em dia suas contas pelo recebimento da água. Em todo o mundo há pouquíssimos casos de fornecimento de água de graça para o consumidor, como contrariamente deveria acontecer, se o bem fosse na verdade, público. (Malkin and Wildavsky, 1991, conforme citado em Nickson, 1997).

Toda a história do relacionamento das empresas concessionárias de água com os governos estaduais, tem sido de dependência no melhor dos casos. Não têm sido raro, no entanto, os episódios de exploração intensa das empresas, para fins que não sejam o provimento de água em qualidade e quantidade adequadas.

Apresenta-se no trabalho sinais de que mudanças concretas estão a ocorrer na maneira de gerenciar as empresas de fornecimento de água tratada no Brasil. Tal fato decorre não somente dos novos paradigmas do papel do governo, por sua vez alimentados pelo fenômeno da internacionalização da economia, mas também do aumento da conscientização da população pelos seus direitos, além dos crescentes custos de produção e distribuição de água tratada, em virtude do progressivo distanciamento das novas fontes de suprimentos dos centros urbanos e de sua crescente complexidade. Com este cenário demonstra-se a real necessidade de se conservar água. Tal ação, indispensável e improrrogável nestes novos tempos, realiza-se pela educação, emprego de tecnologia e sinalização do valor da água através de uma estrutura de preços. Mostra-se que uma adequada estrutura de tarifas, assentada no princípio de recuperação dos custos reais, é ferramenta eficaz que pode e deve ser implementada para conservação da água.

Mudanças no Cenário

O velho ditado que diz que a morte e o pagamento de impostos (mais para uns do que

para outros) são as duas únicas coisas certas na vida, deve ser emendado com uma terceira: do fornecimento de água tratada

Com o passar dos anos, a exemplo de outros países do mundo, vem ocorrendo no Brasil uma forte corrente migratória em direção às cidades, tornando complexo o planejamento, a construção e a administração de equipamentos urbanos, notadamente o fornecimento de água adequadamente tratada. O fenômeno da urbanização tem sido particularmente intenso no Nordeste Brasileiro, que reforçado pelas secas recorrentes, intensificam os fluxos de migração, principalmente em direção às capitais. O resultado tem sido vertiginosas taxas de aumento demográfico. A Região Metropolitana de Fortaleza, por exemplo, constituída de onze municípios, vem crescendo desde 1991 a taxas médias de 2,9% ao ano. Isto significa que mantidos os atuais níveis de crescimento, a região terá por volta do ano 2030 o dobro de sua população atual, ou seja, quase seis milhões de pessoas.

O acelerado aumento dos contingentes populacionais das cidades vem solicitando as empresas concessionárias para que continuamente ampliem seus sistemas de produção, tratamento e distribuição de água. Pelo menos até recentemente, na verdade, tal empreitada via de regra vinha sendo financiada com verbas da União em conjunto, ou isoladamente, com os tesouros estaduais. As empresas concessionárias por toda uma história de exercício de um modelo gerencial administrativo-financeiro, que sempre privilegiou o paternalismo tarifário, além de sua prolongada imersão em uma ambiência política administrativa onde a eficiência foi relegada a segundo plano, não têm sido capazes de realizar investimentos com seus próprios recursos ou de alavancar recursos financeiros de terceiros, mesmo com longos prazos de amortização e taxas de juros reduzidas. De mais a mais o próprio arcabouço político-institucional das empresas de água ainda obstrui, ou na melhor das hipóteses, não condiz, com arroubos de dinamismo gerencial.

A mudança

Entramos em um processo de profundas e desafiadoras mudanças e parece que seu ritmo aumenta a proporção que o tempo passa (Beecher, Mann, 1996).

De fato, o fornecimento de água no Brasil

vem apresentando de uns cinco anos para cá, intensas e profundas mudanças. Fala-se cada vez mais em privatização de empresas, concessão de sistemas, participação acionária de poderosos grupos capitalistas, e outras coisas do gênero. Mesmo sob a égide governamental, vem se observando o esforço despendido por algumas empresas em busca de crescentes patamares de eficiência. Observa-se que onde os recursos financeiros para novos empreendimentos apareciam com facilidade, nota-se hoje uma intensa e renhida batalha pela apresentação de demonstrações de viabilidade técnico-econômico-financeira que, contrariamente ao passado, não são mais simplesmente de “faz de conta”. Devem efetiva e consistentemente projetar o futuro, de tal maneira que convençam os organismos financiadores que o dinheiro emprestado certamente retornará e que os consumidores serão, de fato, beneficiados.

Por todo este quadro de mudanças a que as empresas concessionárias de água no Nordeste Brasileiro e seu público usuário/ consumidor estão sujeitos e por toda uma realidade climática, sócio-econômica vigente, uma nova prioridade surge: conservação da água.

2. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: UMA OUTRA FONTE DE SUPRIMENTO

No senso comum, conservar água traz apressadamente a idéia de economizar água. Na verdade o termo economizar, tem entre nós, a conotação de sacrifício. De mais a mais, na nossa nordestinidade, economizar algo soa como coisa mesquinha, miserável, que não se coaduna com nossos aparentes modos de generosidade. Com relação a água e comida, especialmente, ecoam nos nossos espíritos os ensinamentos das sagradas escrituras: “Dai de comer a quem tem fome e de beber a quem tem sede”. O que significa conservação então? E possível exercitá-la efetivamente? Ou o que procuramos fazer é apenas mais uma declaração de “um ideal grandioso e puro...”, mas na essência algo inexequível? Na verdade para que o conceito não seja irreal, se faz necessário que possua duas qualidades indispensáveis: ser ao mesmo tempo preciso e prático. Preciso, para que oriente as pessoas e os tomadores de decisão a julgar entre o que é e o que não é conservação. Prático, para facilitar a determinação de que o que está sendo feito se constitui, de fato, conservação (Baumann, Boland, 1997).

Neste sentido, considera-se que se realiza conservação quando ao se gerenciar água se atende ao mesmo tempo a dois

1 - Redução no uso ou na diminuição das perdas de uma fonte de suprimento de água;

2 - Incremento do conforto e bem-estar da população (e não somente dos consumidores, é bom frisar);

Vale ressaltar que o termo - perdas - , aqui posto, tem sentido mais amplo do que aquele normalmente empregado nas empresas concessionárias de água do Brasil. Perdas, no caso, deve ser entendido como sendo aquela parcela de água que, por vários motivos, não está mais disponível ao uso. Assim, se se tiver um açude como fonte de suprimento, e a partir dele considerar-se todas as perdas, dever-seão incluir as parcelas de água que se infiltra, que se evapora e que sangra, além das perdas por vazamento que ocorrem nas adutoras, subadutoras e redes de distribuição. Isto posto, pode se enunciar o conceito de conservação como sendo “ toda redução no uso da água e/ ou em suas perdas que venha no final, acarretar benefícios” (Baumann, Boland, 1997). Diversamente da idéia de sacrifício, somente, que o termo conservação poderia trazer, coloca-se aqui, pela conceituação acima, muito mais o sentido de “investimento”. Usar adequadamente a água hoje para que ela não venha faltar em futuro próximo, ou quando menos, venha custar (em sentido financeiro) muito mais amanhã do que hoje pela dificuldade de se agregar novas fontes de suprimento, deve ser a motivação concreta da conservação.

3. INSTRUMENTOS PARA A CONSERVAÇÃO: A COBRANÇA ADEQUADA

Vários são os instrumentos para que se realize a conservação. Campanhas educativas estão entre as ferramentas mais efetivas a longo prazo. Educar desde cedo a criança a perceber que a água é elemento escasso em sua região é vital, ao mesmo tempo, para a sua sobrevivência e desenvolvimento pleno. Tal esforço deverá trazer, sem dúvida, resultados expressivos e concretos no futuro. Infelizmente suas consequências, como é óbvio, não aparecem logo. Mesmo se bem concebido e conduzido é um processo que leva toda uma geração.

A utilização de sistemas e equipamentos de baixo consumo de água, tanto nas residências como no comércio e indústria, é outra medida de significativa importância embora de

implementação não trivial. É dependente de investimentos, do conhecimento minucioso do perfil de consumo das pessoas em suas atividades que utilizam água, além da disponibilidade comercial de equipamentos (sanitários, pias e chuveiros de baixo consumo etc.), no caso, ainda pouco difundidos no Brasil. Nos Estados Unidos, por outro lado, onde o movimento de conservação de água iniciou-se no começo da década de 70, já existem, por exemplo, normas para a fabricação de máquinas de lavar roupas de baixo consumo que economizam bilhões de metros cúbicos de água por ano e ao mesmo tempo, ajudam no aquecimento da economia americana pela geração de novas oportunidades de trabalho.

Estruturas tarifárias orientadas para promover a conservação, e não tão-somente aumentos de preços, constituem-se em um dos elementos de reconhecida eficácia, nas estratégias de gerenciamento que devem ser postas em prática nas regiões menos favorecidas de água, como é o caso do Nordeste do Brasil (Beecher, Mann, conserv96, 1996). De saída, o princípio fundamental a ser adotado em uma estrutura tarifária de conservação de água, digamos assim, diz respeito à cobrança, sempre, do custo real da água. Pensamento neoliberal, segundo o conceito de muitos conterrâneo? De maneira alguma. Apenas um exercício de transparência e realidade. Sem uma prática de preços pelos custos reais, a velha história se repetirá: haverá degradação dos sistemas, mais perdas de água, acarretando a necessidade de novos investimentos, em uma espiral crescente, etc. No final do processo, quem pagará a conta? Logicamente que nós mesmos, através de mais impostos, taxas, degradação dos sistemas, faltas de água, etc., que servirão para “banicar” o prejuízo e os objetivos inconfessáveis de diversos grupos interessados numa política “não-conservativa” dos sistemas de abastecimento de água.

Do ponto de vista específico dos preços, numerosos estudos sugerem que, especialmente no longo prazo, um aumento real de preços provocará um decréscimo nos níveis de consumo de água. Estudiosos no assunto mostram que, relativamente aos preços, os gastos de água residenciais são pouco inelásticos, diversamente das atividades comerciais e industriais que, neste particular, podem ser considerados como elásticos. O fato é que, de modo geral, o aumento do patamar de preços em uma dada estrutura tarifária, acarretará um crescimento na receita

da empresa concessionária, tendo em vista que os coeficientes de elasticidade de todas as classes de consumidores são negativos maiores que -1 (Ozog, conserv96, 1996). Em outras palavras isto significa que, a uma determinada variação positiva nos preços a variação na demanda será em sentido contrário, mas no entanto pode ser de grau bem menor.

Como em toda política que envolve aumento de preços, neste caso torna-se também cabível uma pergunta: E os pobres como farão para beber água? Faz parte intrínseca das missões do governo prover uma política social e econômica adequada a este conjunto de pessoas, buscando o seu resgate para uma melhor condição financeira e portanto para uma condição mais digna de sobrevivência. Fazer com que os pobres se transformem em cidadãos, deveria ser um dos principais objetivos das políticas públicas. Constata-se no entanto que tal mudança quando ocorre, não é feita da “noite para o dia” nem no período de um mandato governamental. É preciso persistência, seriedade, identificação continuada com a causa pública e muito, muito mais tempo, para que a situação dos menos favorecidos assuma contornos mais favoráveis. Mesmo com este quadro de dificuldades para a reversão de um Nordeste Brasileiro, a cobrança de preços reais pelo fornecimento de água a todos, inclusive aos pobres, está longe de se constituir em uma perversidade deliberada pelo capitalismo para aniquilamento dos menos favorecidos, como bradam alguns. Recentes estudos conduzidos nos Estados Unidos, dão conta de que no Brasil os pobres que não têm acesso a água encanada pagam muito mais caro por isto. Pesquisas de campo mostram que as famílias pobres do Nordeste despendem até um terço (Ingram, Helen, Milich e Varady, 1996) de sua renda familiar somente na aquisição de água de outras fontes. A venda de água pelas Companhias Concessionárias de Água, mesmo a preços refletindo um custo real, ainda representa uma substancial economia no bolso das famílias pobres do Brasil. No mais é “futebol e carnaval”!

Objetivos Centrais de uma Estrutura de Tarifas

Bem ou mal concebida, de qualquer modo, uma estrutura tarifária quando posta a funcionar acarreta o seguinte:

- Gera receita para a empresa;
- Aloca custos entre os diferentes tipos de usos e consumidores;

- Prover sinalizações que levam os consumidores a adotarem um determinado comportamento de consumo;

Naturalmente que o objetivo de uma estrutura tarifária feita no sentido de dar autosustentabilidade ao processo de fornecimento de água, deve fazer tanto com que a receita gerada cubra todos os custos de operação, manutenção e expansão, como que haja uma estabilidade no seu fluxo, protegendo a empresa de faltas de caixa. Também deve proporcionar uma justa distribuição dos custos entre os usuários do sistema e evitar subsídios cruzados, em que um grupo venha pagar por outro, bem como, refletir todos os custos sociais e privados decorrentes da prestação do serviço.

No caso do fornecimento de água tratada no Nordeste Brasileiro, duas características especialmente importantes deve permear a estrutura tarifária: em primeiro lugar, ela deve sinalizar os consumidores para uma indispensável mudança de atitude no sentido da necessária conservação da água pela modificação dos seus perfis de consumo, ou seja, alterando não somente as quantidades demandadas mas também o timing de consumo; em segundo lugar a estrutura deve ser facilmente entendida e acreditada pelos usuários, de tal maneira a proporcionar sua fácil assimilação e conseqüentemente induzir a mudança dos hábitos de consumo, sem a ocorrência de "surpresas" e mudança das "regras do jogo" (Hanemann, 1997).

CONCLUSÕES

Há uma nova forma de pensar no mundo, derivado tanto da globalização, como da facilidade de acesso à informação e do aumento do nível

educacional das pessoas em geral. De modo paralelo, há também um aumento substancial da população e um incremento do fenômeno da urbanização que pressiona por acréscimos de produção de água. Em decorrência, os custos de novas fontes de

suprimentos têm sido crescentes, não do ponto de vista econômico-financeiro também relativamente aos custos sociais ambientais, rubricas recentemente incorporadas no cálculo global dos dispêndios. Para que haja sustentabilidade dos sistemas de produção distribuição de água tratada, faz-se necessário que se entre imediatamente na era conservação de água. O caminho mais fácil para entrada neste novo tempo é pela aplicação de estruturas tarifárias conservativas, ou seja aplicação de preços não só realistas mas sobretudo que sinalizem o real valor da água para o consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMANN, D. D. and J. J. Boland (1997) case for managing urban water. *Urban Water Demand Management and Planning*, Mc Graw Hill: 1-28.
- BEECHER, J. A. and P. C. Mann (1996). The Role of price in water conservation evidence and issues. *Conserv* 96.
- HANEMMAN, W. M. (1997). Price and Rate Structures. *Urban Water Demand Management and Planning*, Mc Graw Hill: 137179.
- INGRAM, Helen, *et al.* (1996). *Divided waters*. Baltimore, MD, John Hopkins University Press.
- NICKSON, A. (1997). "The public-private mix in urban water supply." *International Review of Administrative Sciences* 63: 165 186.
- OZOG, M. T. (1996). Price Elasticity and Net Lost Revenue. *Conserv* 96.



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO AÇUDE EM FACE DA COMPATIBILIDADE ENTRE O VOLUME AFLUENTE E A EVAPORAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO LAGO

Hyperides Pereira de Macedo¹ & Lara Bastos Pereira²

¹Engenheiro Civil, Acadêmico Titular - Cadeira 12; ²Engenheira Colaboradora

MACEDO, H. P. & PEREIRA, L.B. Avaliação da eficiência do açude em face da compatibilidade entre o volume afluente e a evaporação da superfície do lago. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 27-36, 2023/2024.

RESUMO

A região do semiárido cearense, bem como dos demais Estados do Nordeste do Brasil, abriga dezenas de milhares de pequenos açudes distribuídos no território cujo somatório dos espelhos, em anos normais, evapora um volume de cerca de dois bilhões e meio de metros cúbicos, ou seja, um açude Orós e meio ao longo do ano, conforme dados da Funceme. Esta perda já produz um impacto significativo na segurança hídrica do Estado. A proposta aqui elaborada procura racionalizar o dimensionamento eficiente do açude de forma que mantenha a sua capacidade de regularização com a mínima taxa de evaporação.

ABSTRACT

The Northeast semi-arid region of Brazil has tens of thousands of small dams distributed in its territory. The sum of its water mirrors, in regular years, evaporate a volume of approximately two and a half billion cubic meters, which correspond, throughout the year, to the size of one and a half Orós reservoir, according to Funceme data. This loss already has a significant impact on the state's water security. The study proposal elaborated here seeks to rationalize the efficient dimensioning of the reservoir so that it maintains its regularization capacity with minimal evaporation rate.

ABORDAGEM PRELIMINAR

Relatórios de estudos recentes da Funceme demonstram que, em anos normais, as perdas por evaporação nos milhares de espelhos d'água dos açudes no Ceará representam um volume superior a um açude Orós e meio, cerca de 3 bilhões de metros cúbicos.

Outro componente desse desperdício que se esconde por trás dos grandes reservatórios, é a contribuição de milhares de espelhos de pequenos açudes que, na prática, operam como lago de evaporação do volume afluente da bacia hidráulica correspondente. Uma avaliação da única amostra disponível de pequenos açudes particulares com registro das características físicas no Ceará está computado no trabalho publicado em 1981 da Eng Agrônoma Maria Vilalba Alves de Macedo, sob o título "Aproveitamento hídrico das bacias fluviais do

Ceará". Os dados deste trabalho servem de base para comprovação da experiência aqui proposta.

METODOLOGIA

O modelo deste trabalho foi concebido utilizando uma premissa bastante simples e de fácil compreensão. A experiência dos estudos da relação chuva/deflúvio no semiárido mostra um escoamento médio nas condições da natureza da região em torno de 75 mm ao ano. Por outro lado, a evaporação, ao longo do ano, nos espelhos dos açudes alcança um patamar de 2.500 mm. Esta ação acontece sobre o espelho médio do reservatório.

Isto posto, o modelo consiste em uma relação na qual a bacia hidrográfica é equivalente a 100% e a bacia hidráulica é um percentual da anterior.

Considerando: BHG: bacia hidrográfica;

BHL: bacia hidráulica; X: percentual da BHG; Y: escoamento médio anual; Z: evaporação anual média; R0: rendimento.

$$X = \frac{(0,5)BHL}{BHG} 100$$

Teoricamente,

100Y = unidades de volume afluyente;
XZ = unidades de volume evaporado.

A estimativa de Y tem valor obtido da curva da Figura 1, do professor Aguiar, extraída do livro da professora Vanda Tereza C. Malveira, de 2015: "A primeira síntese hidrológica do semiárido brasileiro: um tributo ao Engenheiro Francisco Gonçalves de Aguiar".

Exemplo prático:

Açude Pacová II (referência 1)
BHG: 8.800.000 m²
BHL: 620.000 m²
0,5BHL: 310.000 m²

$$\frac{BHL/2}{BHG} = 3,52\% = X$$

$$BHG \times Y = 8.800.000 \times 0,075 = 660.000 \text{ m}^3$$

$$\frac{BHL}{2} \times Z = 310.000 \times 2,5 = 775.000 \text{ m}^3$$

$$R_0 = \frac{775.000}{660.000} = 1,17\%$$

O açude seca antes de completar um ano.

Comparando com a equação original:

unidade de volume afluyente médio anual

$$100 \times 75 \text{ mm} = 7.500 \text{ uv (mm)}$$

$$3,52 \times 2.500 \text{ mm} = 8.800 \text{ uv (mm)}$$

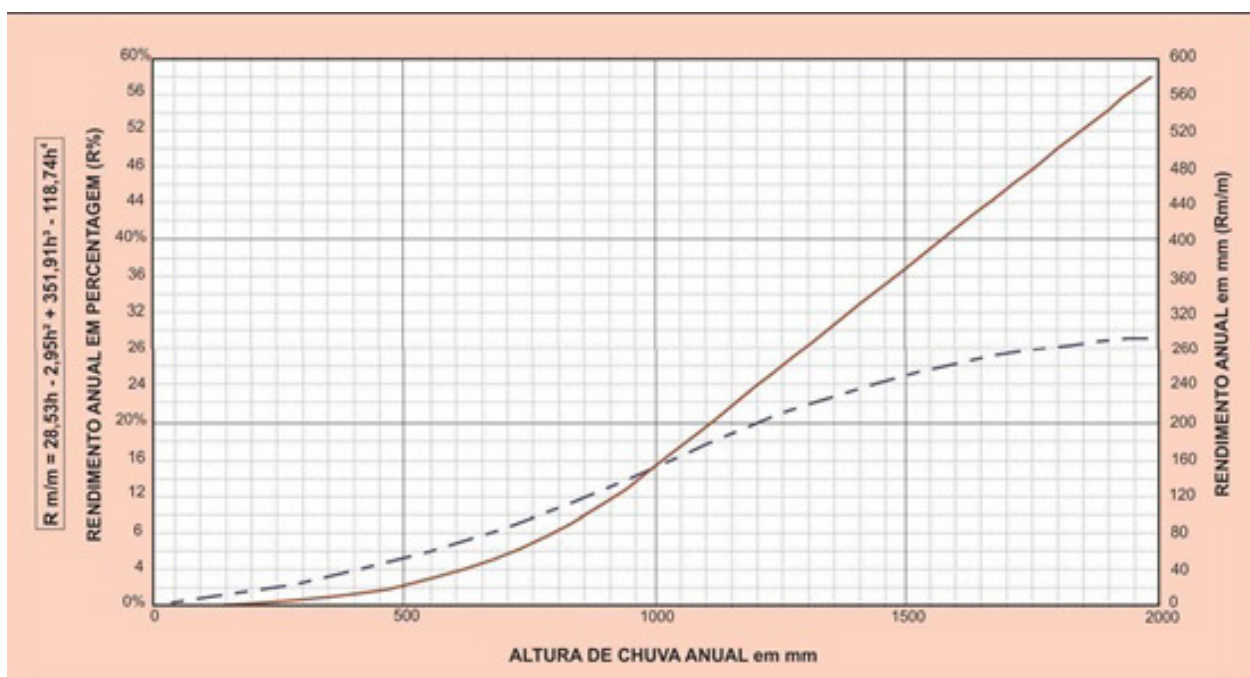
O açude seca antes de completar um ano.

ANÁLISE DE RENDIMENTO DOS AÇUDES COLETADOS DA AMOSTRA EM ESTUDO

Nesta etapa do estudo, foi feita uma avaliação dos açudes particulares construídos no Plano de Cooperação com o DNOCS (Tabelas 1 a 7), abrangendo uma amostra de 186 açudes nas principais sub-bacias do Estado do Ceará.

Considerando a amostra utilizada neste trabalho, entre os açudes aqui registrados, um elevado percentual de 39,2% dos açudes apresentam rendimento negativo no período anual uma vez que o volume evaporado ultrapassa o volume afluyente médio por ano.

Figura 1 - Curva de rendimento superficial médio para o Nordeste do Brasil



Fonte: Malveira, 2015.

| ID | ÁÇUDE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|----------------------|--|--|--|--------------------------------|------------------------------|---|--|-----------------|---------|---|
| | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m ²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m ²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m ³) | ALTURA MÁX BARRAGE M (m) | RELAÇÃO 0,5BHL/BHG (%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m ³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m ³) | VMAev/ VMAec | F/C (%) | ALTURA DO VERTEDEIRO AJUSTADA PARA 0,5BHL/BHG=2% |
| 1 | Pacova II | 8.800.000 | 620.000 | 1.785.500 | 8,00 | 3,52 | 775.000 | 660.000 | 1,17 | 43,4% | 4,54 |
| 2 | Fco Pontes | 2.527.000 | 240.500 | 698.450 | 7,63 | 4,76 | 300.625 | 189.525 | 1,59 | 43,0% | 3,21 |
| 3 | Otilio | 7.264.000 | 1.063.375 | 2.062.310 | 10,90 | 7,32 | 1.329.219 | 544.800 | 2,44 | 64,5% | 2,98 |
| 4 | Soares II | 7.590.000 | 808.240 | 1.669.500 | 10,00 | 5,32 | 1.010.300 | 569.250 | 1,77 | 60,5% | 3,76 |
| 5 | Guimarães | 4.560.000 | 525.750 | 1.172.500 | 11,00 | 5,76 | 657.188 | 342.000 | 1,92 | 56,1% | 3,82 |
| 6 | Euripedes | 2.797.000 | 317.900 | 1.014.200 | 9,00 | 5,68 | 397.375 | 209.775 | 1,89 | 39,2% | 3,17 |
| 7 | Elisio Aguiar | 6.200.000 | 476.250 | 1.141.812 | 7,60 | 3,84 | 595.313 | 465.000 | 1,28 | 52,1% | 3,96 |
| 8 | Formiga | 1.073.000 | 185.450 | 482.180 | 8,20 | 8,64 | 231.813 | 80.475 | 2,88 | 48,1% | 1,90 |
| 9 | Rch. Cachoeirinha | 5.896.000 | 408.750 | 1.457.15 | 9,40 | 3,47 | 510.938 | 442.200 | 1,16 | 35,1% | 5,42 |
| 10 | Millerio | 2.586.000 | 251.000 | 669.500 | 9,70 | 4,85 | 313.750 | 193.950 | 1,62 | 46,9% | 4,00 |
| 1 | Riacho Papuco | 26.780.000 | 2.705.700 | 7.741.200 | 12,20 | 5,05 | 3.382.125 | 2.008.500 | 1,68 | 43,7% | 4,83 |
| 2 | Monte Silva | 4.700.000 | 283.000 | 801.700 | 10,70 | 3,01 | 353.750 | 352.500 | 1,00 | 44,1% | 7,11 |
| 1 | Portela | 7.120.000 | 485.000 | 1.498.500 | 8,30 | 3,41 | 606.250 | 534.000 | 1,14 | 40,5% | 4,87 |
| 2 | Ipuçaba | 28.912.000 | 1.130.000 | 4.848.800 | 13,70 | 1,95 | 1.412.500 | 2.168.400 | 0,65 | 29,1% | 14,02 |
| 3 | Flamengo | 12.820.000 | 1.020.000 | 4.675.000 | 14,72 | 3,98 | 1.275.000 | 961.500 | 1,33 | 27,3% | 7,40 |
| 4 | Walparaiso | 57.000.000 | 1.074.500 | 4.370.750 | 11,90 | 0,94 | 1.343.125 | 4.275.000 | 0,31 | 30,7% | 25,25 |
| 5 | Reparo | 20.660.000 | 974.000 | 4.387.000 | 21,30 | 2,36 | 1.217.500 | 1.549.500 | 0,79 | 27,8% | 18,07 |
| 6 | Groalras | 24.548.000 | 598.500 | 1.889.500 | 13,30 | 1,22 | 748.125 | 1.841.100 | 0,41 | 39,6% | 21,82 |
| 7 | Caruaru | 3.120.000 | 376.700 | 915.500 | 7,00 | 6,04 | 470.875 | 234.000 | 2,01 | 51,4% | 2,32 |
| 1 | Ubauna II | 26.400.000 | 1.302.500 | 5.515.250 | 14,10 | 2,47 | 1.628.125 | 1.980.000 | 0,82 | 29,5% | 11,43 |
| 2 | Escorregador | 5.988.000 | 418.250 | 1.354.750 | 9,20 | 3,49 | 522.813 | 449.100 | 1,16 | 38,6% | 5,27 |
| 3 | Antonino | 9.400.000 | 313.344 | 954.528 | 8,50 | 1,67 | 391.680 | 705.000 | 0,56 | 41,0% | 10,20 |
| 4 | Riacho das Cabras | 2.000.000 | 321.250 | 810.625 | 6,40 | 8,03 | 401.563 | 150.000 | 2,68 | 49,5% | 1,59 |
| 5 | Itauna | 15.180.000 | 1.237.500 | 4.481.700 | 15,00 | 4,08 | 1.546.875 | 1.138.500 | 1,36 | 34,5% | 7,36 |
| 6 | Antonele | 32.400.000 | 1.550.000 | 5.856.000 | 12,80 | 2,39 | 1.937.500 | 2.430.000 | 0,80 | 33,1% | 10,70 |
| 7 | Ibiapina | 8.396.000 | 897.500 | 2.659.000 | 8,50 | 5,34 | 1.121.875 | 629.700 | 1,78 | 42,2% | 3,18 |

| ID | AÇUDE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|-------------------|--|--|--|-------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------|---------|---|
| | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m ²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m ²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m ³) | ALTURA MÁX BARRAGEM (m) | RELAÇÃO 0,5BHL/BHG (%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m ³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m ³) | VMAev/ VMAec | F/C (%) | ALTURA DO VERTEDOURO AJUSTADA PARA 0,5BHL/BHG=2% |
| 1 | Azevedo | 14.600.000 | 1.630.750 | 2.696.500 | 10,40 | 5,58 | 2.038.438 | 1.095.000 | 1,86 | 75,6% | 3,72 |
| 2 | Riacho das Pedras | 64.500.000 | 1.537.000 | 5.488.066 | 12,00 | 1,19 | 1.921.250 | 4.837.500 | 0,40 | 35,0% | 20,14 |
| 3 | Riacho Massapé | 11.916.000 | 618.250 | 2.052.015 | 9,90 | 2,59 | 772.813 | 893.700 | 0,86 | 37,7% | 7,63 |
| 4 | Riacho Santa Rita | 7.400.000 | 462.250 | 1.014.875 | 6,90 | 3,12 | 577.813 | 555.000 | 1,04 | 56,9% | 4,42 |
| 5 | Sela | 8.720.000 | 608.750 | 1.999.100 | 9,70 | 3,49 | 760.938 | 654.000 | 1,16 | 38,1% | 5,56 |
| 6 | Umirim | 26.200.000 | 617.500 | 1.408.750 | 8,00 | 1,18 | 771.875 | 1.965.000 | 0,39 | 54,8% | 13,58 |
| 7 | Abernaud | 12.120.000 | 722.500 | 1.961.000 | 9,25 | 2,98 | 903.125 | 909.000 | 0,99 | 46,1% | 6,21 |
| 8 | Xinaguê | 14.150.000 | 562.280 | 1.874.500 | 11,70 | 1,99 | 702.850 | 1.061.250 | 0,66 | 37,5% | 11,78 |
| 9 | Batoque | 10.656.000 | 167.232 | 633.320 | 11,50 | 0,78 | 209.040 | 799.200 | 0,26 | 33,0% | 29,31 |
| 10 | Cacimba de Dentro | 23.320.000 | 522.600 | 2.420.700 | 11,00 | 1,12 | 653.250 | 1.749.000 | 0,37 | 27,0% | 19,63 |
| 1 | Gonzaga | 5.728.000 | 262.000 | 829.375 | 13,50 | 2,29 | 327.500 | 429.600 | 0,76 | 39,5% | 11,81 |
| 2 | Olho D'Água | 13.848.000 | 690.250 | 3.068.125 | 14,15 | 2,49 | 862.813 | 1.038.600 | 0,83 | 28,1% | 11,36 |
| 1 | Tiracanga | 13.000.000 | 984.000 | 1.887.400 | 11,70 | 3,78 | 1.230.000 | 975.000 | 1,26 | 65,2% | 6,18 |
| 2 | Salvação II | 8.280.000 | 464.750 | 1.338.000 | 11,40 | 2,81 | 580.938 | 621.000 | 0,94 | 43,4% | 8,12 |
| 3 | Serra Branca | 4.000.000 | 76.592 | 220.000 | 8,25 | 0,96 | 95.740 | 300.000 | 0,32 | 43,5% | 17,23 |
| 4 | Joacy | 28.800.000 | 893.000 | 2.589.880 | 11,50 | 1,55 | 1.116.250 | 2.160.000 | 0,52 | 43,1% | 14,84 |
| 5 | Juá | 12.112.000 | 413.600 | 4.173.000 | 13,50 | 1,71 | 517.000 | 908.400 | 0,57 | 12,4% | 15,81 |
| 6 | Vazante Grande | 64.450.000 | 825.000 | 2.252.250 | 9,00 | 0,64 | 1.031.250 | 4.833.750 | 0,21 | 45,8% | 28,12 |
| 7 | Serrinha Verde | 14.732.000 | 471.680 | 976.480 | 8,40 | 1,60 | 589.600 | 1.104.900 | 0,53 | 60,4% | 10,49 |
| 8 | Carrapato | 33.575.000 | 772.800 | 2.280.620 | 12,00 | 1,15 | 966.000 | 2.518.125 | 0,38 | 42,4% | 20,85 |
| 9 | Penedo | 7.960.000 | 576.640 | 2.698.300 | 8,50 | 3,62 | 720.800 | 597.000 | 1,21 | 26,7% | 4,69 |
| 10 | Ipiranga | 8.400.000 | 305.500 | 740.300 | 12,20 | 1,82 | 381.875 | 630.000 | 0,61 | 51,6% | 13,42 |

| ID | | AÇUDE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----------------------------|--|-------------------|--|--|---|-------------------------------|-------------------------------|---|---|-----------------|--------|---|
| | | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m ²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m ²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m ³) | ALTURA MÁX BARRAGEM (m) | R ELAÇÃO 0,5BHL/BHG (%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m ³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m ³) | VMAev/ VMAec | F/(Q%) | ALTURA DO VERTEDEIRO AJUSTADA PARA 0,5BHL/BHG=2% |
| BACIA DO RIO JAGUARIBE | | | | | | | | | | | | |
| SUB-BACIA DO RIO JAGUARIBE | | | | | | | | | | | | |
| SUB-BACIA DORIO JAGUARIBE | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | Sambito | 21.800.000 | 468.750 | 1.149.375 | 9,50 | 1,08 | 585.938 | 1.635.000 | 0,36 | 51,0% | 17,67 |
| 2 | | Poção | 20.500.000 | 443.750 | 2.603.875 | 13,70 | 1,08 | 554.688 | 1.537.500 | 0,36 | 21,3% | 25,32 |
| 3 | | Diógenes | 4.364.000 | 323.720 | 1.127.340 | 11,20 | 3,71 | 404.650 | 327.300 | 1,24 | 35,9% | 6,04 |
| 4 | | Ingarana | 20.020.000 | 552.000 | 1.546.500 | 10,00 | 1,38 | 690.000 | 1.501.500 | 0,46 | 44,6% | 14,51 |
| 5 | | Santa Fé | 7.125.000 | 366.384 | 1.103.212 | 8,10 | 2,57 | 457.980 | 534.375 | 0,86 | 41,5% | 6,30 |
| 6 | | Tristão Gonçalves | 32.604.000 | 670.250 | 3.354.125 | 12,60 | 1,03 | 837.813 | 2.445.300 | 0,34 | 25,0% | 24,52 |
| 7 | | Gondim | 36.900.000 | 3.500.000 | 4.797.800 | 9,40 | 4,74 | 4.375.000 | 2.767.500 | 1,58 | 91,2% | 3,96 |
| 8 | | Sipuba | 2.462.000 | 230.200 | 377.180 | 5,20 | 4,68 | 287.750 | 184.650 | 1,56 | 76,3% | 2,22 |
| 9 | | Areré | 12.520.000 | 262.500 | 1.115.000 | 14,80 | 1,05 | 328.125 | 939.000 | 0,35 | 29,4% | 28,24 |
| 10 | | Santa Delfina | 21.700.000 | 707.500 | 3.403.800 | 11,30 | 1,63 | 884.375 | 1.627.500 | 0,54 | 26,0% | 13,86 |
| 1 | | Canabrava | 9.250.000 | 514.500 | 2.547.000 | 12,10 | 2,78 | 643.125 | 693.750 | 0,93 | 25,3% | 8,70 |
| 2 | | Xixa | 41.750.000 | 922.500 | 3.759.700 | 14,30 | 1,10 | 1.153.125 | 3.131.250 | 0,37 | 30,7% | 25,89 |
| 3 | | Barreiro | 6.280.000 | 338.750 | 1.085.875 | 12,00 | 2,70 | 423.438 | 471.000 | 0,90 | 39,0% | 8,90 |
| 4 | | Grandeza | 91.760.000 | 999.000 | 7.336.700 | 22,90 | 0,54 | 1.248.750 | 6.882.000 | 0,18 | 17,0% | 84,14 |
| 5 | | Barauna | 92.000.000 | 926.750 | 3.515.375 | 14,00 | 0,50 | 1.158.438 | 6.900.000 | 0,17 | 33,0% | 55,59 |
| 6 | | Cobras | 38.000.000 | 550.000 | 4.000.000 | 16,50 | 0,72 | 687.500 | 2.850.000 | 0,24 | 17,2% | 45,60 |
| 1 | | Quicoê | 1.390.000 | 71.400 | 318.940 | 7,90 | 2,57 | 89.250 | 104.250 | 0,86 | 28,0% | 6,15 |
| SUB-BACIA DORIO TRUÇU | | | | | | | | | | | | |
| SUB-BACIA DO RIO JAGUARIBE | | | | | | | | | | | | |
| SUB-BACIA DO RIOSALGADO | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | Grangeiro | 17.776.000 | 1.063.750 | 3.677.250 | 10,20 | 2,99 | 1.329.688 | 1.333.200 | 1,00 | 36,2% | 6,82 |
| 2 | | São Cipriano | 4.300.000 | 257.500 | 782.200 | 12,10 | 2,99 | 321.875 | 322.500 | 1,00 | 41,1% | 8,08 |
| 3 | | Barnabé | 4.708.000 | 315.000 | 1.163.750 | 13,00 | 3,35 | 393.750 | 353.100 | 1,12 | 33,8% | 7,77 |
| 4 | | Gomes | 25.000.000 | 271.600 | 2.394.000 | 27,00 | 0,54 | 339.500 | 1.875.000 | 0,18 | 14,2% | 99,41 |
| 5 | | Sítio Araruna | 3.112.000 | 131.240 | 570.070 | 11,10 | 2,11 | 164.050 | 233.400 | 0,70 | 28,8% | 10,53 |
| 6 | | Jati | 28.930.000 | 1.425.000 | 3.972.900 | 8,50 | 2,46 | 1.781.250 | 2.169.750 | 0,82 | 44,8% | 6,90 |
| 7 | | Justino | 12.376.000 | 296.300 | 1.297.800 | 11,30 | 1,20 | 370.375 | 928.200 | 0,40 | 28,5% | 18,88 |

| ID | AÇUDE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------|---------|---|
| | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m³) | ALTURA MÁX BARRAGEM (m) | RELAÇÃO 0,5BHL/BHG (%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m³) | VMAev/ VMAec | F/C (%) | ALTURA DO VERTEDOURO AJUSTADA PARA 0,5BHL/ BHG=2% |
| SUB-BACIA DO RIO PALHANO | | | | | | | | | | | |
| 1 | Palhano | 21.120.000 | 1.394.375 | 3.945.937 | 7,80 | 3,30 | 1.742.969 | 1.584.000 | 1,10 | 44,2% | 4,73 |
| 2 | Gondim | 36.900.000 | 3.500.000 | 4.797.800 | 9,40 | 4,74 | 4.375.000 | 2.767.500 | 1,58 | 91,2% | 3,96 |
| 3 | Rio Palhano | 33.940.000 | 1.248.125 | 3.370.468 | 10,90 | 1,84 | 1.560.156 | 2.545.500 | 0,61 | 46,3% | 11,86 |
| 4 | Moça Branca | 6.500.000 | 195.000 | 763.850 | 14,40 | 1,50 | 243.750 | 487.500 | 0,50 | 31,9% | 19,20 |
| 5 | Barbada | 193.675.000 | 2.051.000 | 4.609.250 | 8,15 | 0,53 | 2.563.750 | 14.525.625 | 0,18 | 55,6% | 30,78 |
| 6 | Assis Machado | 113.000.000 | 2.190.750 | 6.603.625 | 11,00 | 0,97 | 2.738.438 | 8.475.000 | 0,32 | 41,5% | 22,70 |
| 1 | Volga | 9.600.000 | 846.250 | 1.124.375 | 8,30 | 4,41 | 1.057.813 | 720.000 | 1,47 | 94,1% | 3,77 |
| 2 | Perciliano | 4.000.000 | 723.500 | 1.080.000 | 7,20 | 9,04 | 904.375 | 300.000 | 3,01 | 83,7% | 1,59 |
| 3 | José de Queiroz | 55.764.000 | 1.280.000 | 4.312.250 | 10,00 | 1,15 | 1.600.000 | 4.182.300 | 0,38 | 37,1% | 17,43 |
| 4 | Figueiredo | 7.702.000 | 1.515.000 | 2.480.000 | 9,50 | 9,84 | 1.893.750 | 577.650 | 3,28 | 76,4% | 1,93 |
| 5 | Potiretama | 40.000.000 | 625.000 | 1.115.000 | 8,30 | 0,78 | 781.250 | 3.000.000 | 0,26 | 70,1% | 21,25 |
| 6 | Riacho do Angico | 8.050.000 | 579.600 | 2.265.750 | 10,00 | 3,60 | 724.500 | 603.750 | 1,20 | 32,0% | 5,56 |
| 7 | Gabriel | 8.100.000 | 255.125 | 925.875 | 10,10 | 1,57 | 318.906 | 607.500 | 0,52 | 34,4% | 12,83 |
| 1 | Freitas | 5.800.000 | 172.328 | 1.071.000 | 17,00 | 1,49 | 215.410 | 435.000 | 0,50 | 20,1% | 22,89 |
| 2 | Marengo | 120.940.000 | 1.680.000 | 7.001.875 | 20,60 | 0,69 | 2.100.000 | 9.070.500 | 0,23 | 30,0% | 59,32 |
| 3 | General Clarindo | 6.000.000 | 175.200 | 438.300 | 5,85 | 1,46 | 219.000 | 450.000 | 0,49 | 50,0% | 8,01 |
| 4 | Lagoa do Sá | 7.900.000 | 972.250 | 2.407.625 | 10,00 | 6,15 | 1.215.313 | 592.500 | 2,05 | 50,5% | 3,25 |
| 5 | Cais | 3.509.000 | 171.776 | 760.000 | 13,00 | 2,45 | 214.720 | 263.175 | 0,82 | 28,3% | 10,62 |
| 6 | Jantar | 3.740.000 | 239.500 | 690.000 | 10,90 | 3,20 | 299.375 | 280.500 | 1,07 | 43,4% | 6,81 |
| 7 | Maiadas | 6.480.000 | 277.250 | 816.125 | 11,00 | 2,14 | 346.563 | 486.000 | 0,71 | 42,5% | 10,28 |
| 8 | Montese | 50.200.000 | 313.200 | 1.101.900 | 11,40 | 0,31 | 391.500 | 3.765.000 | 0,10 | 35,5% | 73,09 |
| 9 | Oltis | 21.250.000 | 635.000 | 1.005.000 | 9,80 | 1,49 | 793.750 | 1.593.750 | 0,50 | 79,0% | 13,12 |
| 10 | Meruz | 34.000.000 | 429.000 | 1.928.000 | 15,70 | 0,63 | 536.250 | 2.550.000 | 0,21 | 27,8% | 49,77 |
| 1 | Castro Filho | 22.920.000 | 1.695.750 | 5.609.575 | 12,00 | 3,70 | 2.119.688 | 1.719.000 | 1,23 | 37,8% | 6,49 |
| 2 | Riacho Canhotinho | 17.220.000 | 862.750 | 2.348.125 | 9,60 | 2,51 | 1.078.438 | 1.291.500 | 0,84 | 45,9% | 7,66 |
| 3 | Caita | 22.625.000 | 892.500 | 2.095.000 | 9,50 | 1,97 | 1.115.625 | 1.696.875 | 0,66 | 53,3% | 9,63 |
| 4 | Monte São | 40.000.000 | 123.150 | 389.125 | 10,90 | 0,15 | 153.938 | 3.000.000 | 0,05 | 39,6% | 141,62 |
| 5 | Retiro | 11.774.000 | 1.055.000 | 3.605.875 | 12,60 | 4,48 | 1.318.750 | 883.050 | 1,49 | 36,6% | 5,62 |
| 6 | Melo Neto | 2.860.000 | 195.000 | 738.412 | 10,00 | 3,41 | 243.750 | 214.500 | 1,14 | 33,0% | 5,87 |
| 7 | Iemen | 3.860.000 | 300.500 | 1.122.374 | 13,20 | 3,89 | 375.625 | 289.500 | 1,30 | 33,5% | 6,78 |
| 8 | Codliá | 95.750.000 | 2.063.750 | 5.922.125 | 12,20 | 1,08 | 2.579.688 | 7.181.250 | 0,36 | 43,6% | 22,64 |
| 9 | Tertuliano | 75.000.000 | 1.072.600 | 5.012.000 | 13,50 | 0,72 | 1.340.750 | 5.625.000 | 0,24 | 26,8% | 37,76 |
| 10 | Valentin | 19.325.000 | 309.500 | 1.071.500 | 9,20 | 0,80 | 386.875 | 1.449.375 | 0,27 | 36,1% | 22,98 |

| ID | AÇUDE | BACIA DO RIO PARNAÍBA | | | | | | | | | |
|----|---------------------|--|--|--|-------------------------------|--------------------------|---|--|-----------------|--------|---|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m ²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m ²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m ³) | ALTURA MÁX BARRAGEM (m) | RELAÇÃO 0,5BHL/BHG(%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m ³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m ³) | VMAev/ VMAec | F/C(%) | ALTURA DO VERTEDOIRO AJUSTADA PARA 0,5BHL/BHG=2% |
| 1 | Pintada | 2.480.000 | 207.750 | 588.600 | 10,20 | 4,19 | 259.688 | 186.000 | 1,40 | 44,1% | 4,87 |
| 2 | Itauru | 21.368.000 | 1.085.750 | 3.728.800 | 13,30 | 2,54 | 1.357.188 | 1.602.600 | 0,85 | 36,4% | 10,47 |
| 3 | Carapinima | 5.500.000 | 455.500 | 1.629.750 | 11,70 | 4,14 | 569.375 | 412.500 | 1,38 | 34,9% | 5,65 |
| 4 | Irapuá | 32.925.000 | 1.288.750 | 3.990.894 | 11,55 | 1,96 | 1.610.938 | 2.469.375 | 0,65 | 40,4% | 11,80 |
| 5 | Rangel II | 22.400.000 | 514.500 | 2.212.300 | 11,80 | 1,15 | 643.125 | 1.680.000 | 0,38 | 29,1% | 20,55 |
| 6 | Timbauba | 28.920.000 | 1.595.000 | 3.950.000 | 9,80 | 2,76 | 1.993.750 | 2.169.000 | 0,92 | 50,5% | 7,11 |
| 7 | Verde | 59.500.000 | 1.997.500 | 5.351.250 | 10,00 | 1,68 | 2.496.875 | 4.462.500 | 0,56 | 46,7% | 11,91 |
| 8 | São José dos Campos | 28.800.000 | 624.000 | 3.087.600 | 7,00 | 1,08 | 780.000 | 2.160.000 | 0,36 | 25,3% | 12,92 |
| 9 | Irapuru | 9.424.000 | 355.000 | 1.127.000 | 11,00 | 1,88 | 443.750 | 706.800 | 0,63 | 39,4% | 11,68 |
| 10 | Falcão | 6.096.000 | 412.825 | 1.231.000 | 7,80 | 3,39 | 516.031 | 457.200 | 1,13 | 41,9% | 4,61 |
| 1 | Floresta | 5.800.000 | 58.900 | 138.175 | 7,35 | 0,51 | 73.625 | 435.000 | 0,17 | 53,3% | 28,95 |
| 1 | Riacho Pau D'óleo | 2.450.000 | 262.200 | 546.550 | 5,50 | 5,35 | 327.750 | 183.750 | 1,78 | 60,0% | 2,06 |
| 2 | Pau Ferrado | 4.920.000 | 514.500 | 1.033.000 | 7,70 | 5,23 | 643.125 | 369.000 | 1,74 | 62,3% | 2,95 |
| 3 | Potira | 2.682.000 | 268.240 | 501.434 | 7,40 | 5,00 | 335.300 | 201.150 | 1,67 | 66,9% | 2,96 |
| 4 | Riacho Piabas | 9.656.000 | 424.000 | 1.728.000 | 9,20 | 2,20 | 530.000 | 724.200 | 0,73 | 30,7% | 8,38 |
| 5 | Itapebussu | 11.688.000 | 1.226.250 | 3.009.625 | 9,10 | 5,25 | 1.532.813 | 876.600 | 1,75 | 50,9% | 3,47 |
| 1 | Tatajuba de Baixo | 11.000.000 | 1.276.750 | 4.101.155 | 7,50 | 5,80 | 1.595.938 | 825.000 | 1,93 | 38,9% | 2,58 |
| 2 | Cristiano | 24.000.000 | 643.800 | 1.160.000 | 7,40 | 1,34 | 804.750 | 1.800.000 | 0,45 | 69,4% | 11,03 |
| 3 | Plácido | 16.800.000 | 857.500 | 3.748.625 | 11,30 | 2,55 | 1.071.875 | 1.260.000 | 0,85 | 28,6% | 8,86 |
| 4 | Pão de Açúcar | 9.969.000 | 105.000 | 2.171.700 | 8,50 | 0,53 | 131.250 | 747.675 | 0,18 | 6,0% | 32,28 |
| 5 | Ouro Preto II | 10.883.000 | 285.000 | 3.100.000 | 8,40 | 1,31 | 356.250 | 816.225 | 0,44 | 11,5% | 12,83 |
| 6 | Mingau | 3.744.000 | 1.078.240 | 1.463.400 | 8,60 | 14,40 | 1.347.800 | 280.800 | 4,80 | 92,1% | 1,19 |
| 7 | Domingos | 10.620.000 | 786.375 | 1.857.700 | 6,70 | 3,70 | 982.969 | 796.500 | 1,23 | 52,9% | 3,62 |
| 8 | Jaramataia | 8.692.000 | 425.000 | 1.797.125 | 11,50 | 2,44 | 531.250 | 651.900 | 0,81 | 29,6% | 9,41 |
| 9 | Barbante | 9.260.000 | 60.552 | 268.564 | 12,90 | 0,33 | 75.690 | 694.500 | 0,11 | 28,2% | 78,91 |
| 10 | Ipiranga | 8.400.000 | 305.500 | 740.300 | 12,20 | 1,82 | 381.875 | 630.000 | 0,61 | 51,6% | 13,42 |

| ID | AÇUDE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | BACIA COMPLEMENTAR | |
|----|--------------------|------------|-----------|-----------|-------|------|-----------|-----------|------|--------|-------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m²) |
| 1 | São Borja | 11.760.000 | 572.500 | 1.501.250 | 7,30 | 2,43 | 715.625 | 882.000 | 0,81 | 47,7% | 6,00 | SUB-BACIA DO RIO PACOTI/COÇU/COAÇU | |
| 2 | Cavalcanti Ribeiro | 45.000.000 | 1.894.500 | 6.189.250 | 12,20 | 2,11 | 2.368.125 | 3.375.000 | 0,70 | 38,3% | 11,59 | | |
| 3 | Bu | 6.420.000 | 532.500 | 2.365.300 | 14,80 | 4,15 | 665.625 | 481.500 | 1,38 | 28,1% | 7,14 | | |
| 4 | Perigoso | 3.000.000 | 282.750 | 1.000.000 | 9,20 | 4,71 | 353.438 | 225.000 | 1,57 | 35,3% | 3,90 | | |
| 5 | Baú | 69.750.000 | 525.600 | 1.067.000 | 11,00 | 0,38 | 657.000 | 5.231.250 | 0,13 | 61,6% | 58,39 | | |
| 6 | Malheiros | 10.000.000 | 747.500 | 780.640 | 10,60 | 3,74 | 934.375 | 750.000 | 1,25 | 119,7% | 5,67 | | |
| 7 | Itacima | 4.536.000 | 589.250 | 3.868.625 | 13,70 | 6,50 | 736.563 | 340.200 | 2,17 | 19,0% | 4,22 | | |
| 8 | Poço Escuro | 7.800.000 | 972.500 | 1.011.500 | 9,60 | 6,23 | 1.215.625 | 585.000 | 2,08 | 120,2% | 3,08 | | |
| 9 | Flávio Ribeiro | 11.281.000 | 840.500 | 8.130.300 | 22,00 | 3,73 | 1.050.625 | 846.075 | 1,24 | 12,9% | 11,81 | | |
| 10 | Crianco | 31.950.000 | 1.825.750 | 4.401.000 | 14,00 | 2,86 | 2.282.188 | 2.396.250 | 0,95 | 51,9% | 9,80 | | |
| 1 | Criancó | 31.950.000 | 1.825.750 | 4.401.000 | 14,00 | 2,86 | 2.282.188 | 2.396.250 | 0,95 | 51,9% | 9,80 | | |
| 2 | Tatú | 7.640.000 | 316.640 | 1.007.120 | 8,00 | 2,07 | 395.800 | 573.000 | 0,69 | 39,3% | 7,72 | | |
| 3 | Serra Verde | 1.992.000 | 126.000 | 673.750 | 12,50 | 3,16 | 157.500 | 149.400 | 1,05 | 23,4% | 7,90 | | |
| 4 | Pedro Lopes | 18.425.000 | 354.720 | 1.759.320 | 12,20 | 0,96 | 443.400 | 1.381.875 | 0,32 | 25,2% | 25,35 | | |
| 5 | Nunes | 6.365.800 | 250.400 | 915.340 | 13,50 | 1,97 | 313.000 | 477.435 | 0,66 | 34,2% | 13,73 | | |
| 6 | Tronco | 19.350.000 | 260.640 | 937.340 | 12,00 | 0,67 | 325.800 | 1.451.250 | 0,22 | 34,8% | 35,64 | | |
| 7 | Dimas | 6.527.000 | 265.000 | 768.600 | 8,30 | 2,03 | 331.250 | 489.525 | 0,68 | 43,1% | 8,18 | | |
| 8 | Cruzeiro | 8.342.000 | 390.500 | 1.338.758 | 6,00 | 2,34 | 488.125 | 625.650 | 0,78 | 36,5% | 5,13 | | |
| 9 | Pacajus | 83.040.000 | 1.868.750 | 6.530.000 | 9,40 | 1,13 | 2.335.938 | 6.228.000 | 0,38 | 35,8% | 16,71 | | |
| 10 | Cavalaria | 25.400.000 | 473.000 | 1.035.750 | 8,50 | 0,93 | 591.250 | 1.905.000 | 0,31 | 57,1% | 18,26 | | |
| 1 | Riacho da Ema | 10.050.000 | 50.728 | 94.120 | 5,40 | 0,25 | 63.410 | 753.750 | 0,08 | 67,4% | 42,79 | | |
| 2 | Itauninha | 3.000.000 | 200.750 | 602.375 | 11,00 | 3,35 | 250.938 | 225.000 | 1,12 | 41,7% | 6,58 | | |
| 3 | Cabra Velho | 11.592.000 | 870.250 | 2.173.625 | 7,20 | 3,75 | 1.087.813 | 869.400 | 1,25 | 50,0% | 3,84 | | |
| 4 | Imburanas | 11.340.000 | 591.375 | 1.500.812 | 9,40 | 2,61 | 739.219 | 850.500 | 0,87 | 49,3% | 7,21 | | |

| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|--|-----------------|---------|---|
| ID | ÁCUDE | ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (m²) | ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA (m²) | CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO (m³) | ALTURA MÁX BARRAGEM (m) | RELAÇÃO 0,5BHL/BHG (%) | VOLUME MÉDIO ANUAL EVAPORADO (m³) | VOLUME MÉDIO ANUAL ESCOADO (m³) | VMAev/ VMAec | F/C (%) | ALTURA DO VERTEDOURO AJUSTADA PARA 0,5BHL/BHG=2% |
| BACIA COMPLEMENTAR | | | | | | | | | | | |
| SUB-BACIA DO RIO ARACATIÇU | | | | | | | | | | | |
| 1 | Combuca | 7.120.000 | 833.125 | 2.597.372 | 7,00 | 5,85 | 1.041.406 | 534.000 | 1,95 | 40,1% | 2,39 |
| 2 | Miraima | 13.200.000 | 926.625 | 2.141.933 | 7,40 | 3,51 | 1.158.281 | 990.000 | 1,17 | 54,1% | 4,22 |
| 3 | São Gabriel | 56.375.000 | 1.530.200 | 345.210 | 10,70 | 1,36 | 1.912.750 | 4.228.125 | 0,45 | 554,1% | 15,77 |
| 4 | Irauçuba | 59.000.000 | 1.415.000 | 573.875 | 12,50 | 1,20 | 1.768.750 | 4.425.000 | 0,40 | 308,2% | 20,85 |
| 5 | Aracatiçu | 890.000.000 | 2.100.000 | 8.200.000 | 11,00 | 0,12 | 2.625.000 | 66.750.000 | 0,04 | 32,0% | 186,48 |
| 6 | Patos | 890.000.000 | 2.100.000 | 7.553.000 | 11,00 | 0,12 | 2.625.000 | 66.750.000 | 0,04 | 34,8% | 186,48 |
| 7 | Pagé | 15.200.000 | 864.000 | 2.224.250 | 6,50 | 2,84 | 1.080.000 | 1.140.000 | 0,95 | 48,6% | 4,57 |
| 8 | Caraubas | 1.380.000 | 677.024 | 2.492.960 | 3,00 | 24,53 | 846.280 | 103.500 | 8,18 | 33,9% | 0,24 |
| 9 | Aracati | 4.356.000 | 276.800 | 684.200 | 9,94 | 3,18 | 346.000 | 326.700 | 1,06 | 50,6% | 6,26 |
| 10 | Caracará | 10.280.000 | 1.028.125 | 2.919.187 | 9,50 | 5,00 | 1.285.156 | 771.000 | 1,67 | 44,0% | 3,80 |
| SUB-BACIA DO RIO ARACATIMIRIM | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mulungu | 11.540.000 | 701.040 | 991.000 | 8,10 | 3,04 | 876.300 | 865.500 | 1,01 | 88,4% | 5,33 |
| 2 | Rch. João Pereira | 17.670.000 | 534.000 | 1.968.000 | 7,50 | 1,51 | 667.500 | 1.325.250 | 0,50 | 33,9% | 9,93 |
| 3 | Córrego do Arroz | 92.000.000 | 1.334.750 | 4.090.375 | 12,60 | 0,73 | 1.668.438 | 6.900.000 | 0,24 | 40,8% | 34,74 |
| 4 | Litunia | 6.957.000 | 252.400 | 670.660 | 12,00 | 1,81 | 315.500 | 521.775 | 0,60 | 47,0% | 13,23 |
| 5 | Capim Assu | 9.420.000 | 766.000 | 1.998.000 | 7,70 | 4,07 | 957.500 | 706.500 | 1,36 | 47,9% | 3,79 |
| 6 | Vilar II | 11.050.000 | 320.000 | 793.840 | 10,00 | 1,45 | 400.000 | 828.750 | 0,48 | 50,4% | 13,81 |
| 7 | Tamboatá | 9.000.000 | 617.000 | 1.541.000 | 9,30 | 3,43 | 771.250 | 675.000 | 1,14 | 50,0% | 5,43 |
| 8 | Alcante | 6.260.000 | 266.200 | 809.000 | 11,30 | 2,13 | 332.750 | 469.500 | 0,71 | 41,1% | 10,63 |
| 9 | Expedito | 5.000.000 | 279.500 | 730.750 | 8,10 | 2,80 | 349.375 | 375.000 | 0,93 | 47,8% | 5,80 |
| 10 | Hermeto | 5.000.000 | 555.250 | 1.269.375 | 9,40 | 5,55 | 694.063 | 375.000 | 1,85 | 54,7% | 3,39 |
| SUB-BACIA DOS RIACHOS PARAZINHO/ INHADUBA/TUCUNDUBA | | | | | | | | | | | |
| 1 | João de Sá | 9.680.000 | 564.000 | 2.077.400 | 10,60 | 2,91 | 705.000 | 726.000 | 0,97 | 33,9% | 7,28 |
| 2 | Gurin | 7.288.000 | 411.250 | 2.045.250 | 12,00 | 2,82 | 514.063 | 546.600 | 0,94 | 25,1% | 8,51 |
| 3 | Puruna | 4.643.200 | 462.860 | 929.340 | 9,10 | 4,98 | 578.575 | 348.240 | 1,66 | 62,3% | 3,65 |
| 4 | Maria Velha | 32.700.000 | 1.233.750 | 1.673.500 | 9,50 | 1,89 | 1.542.188 | 2.452.500 | 0,63 | 92,2% | 10,07 |
| 5 | Inhaduba | 92.940.000 | 2.387.800 | 6.274.800 | 10,00 | 1,28 | 2.984.750 | 6.970.500 | 0,43 | 47,6% | 15,57 |
| 6 | Barrinha | 36.000.000 | 518.500 | 1.321.250 | 7,50 | 0,72 | 648.125 | 2.700.000 | 0,24 | 49,1% | 20,83 |
| 7 | Chaval | 946.500 | 249.960 | 569.000 | 8,80 | 13,20 | 312.450 | 70.988 | 4,40 | 54,9% | 1,33 |
| 8 | Rio da Prata | 3.720.000 | 479.200 | 1.609.600 | 11,60 | 6,44 | 599.000 | 279.000 | 2,15 | 37,2% | 3,60 |
| 9 | Uruoca | 4.556.000 | 470.000 | 1.714.700 | 10,20 | 5,16 | 587.500 | 341.700 | 1,72 | 34,3% | 3,95 |
| 10 | Premuoca | 21.100.000 | 1.746.250 | 5.202.625 | 13,50 | 4,14 | 2.182.813 | 1.582.500 | 1,38 | 42,0% | 6,52 |

CONCLUSÕES

Os resultados dos cálculos revelam baixo rendimento dos açudes privados que, mesmo em cooperação técnica com o DNOCS, envolvendo um projeto técnico da obra de uma execução dentro dos padrões mínimos de segurança, não tiveram a preocupação com a viabilidade da obra e a eficiência hídrica do açude.

O redimensionamento dessas barragens, reduzindo o nível do sangradouro, seria uma providência objetiva para melhorar a eficiência da oferta d'água no Estado sem prejudicar o proprietário da barragem por razões citadas abaixo:

- Uma vez que a hidrografia permanece a mesma, a capacidade de regularização, em tese, não é alterada;
- O volume armazenado é seguramente mais compatível com o volume afluente médio, reduzindo as perdas por evaporação, podendo permitir sobras ou sangrias para uso à jusante;
- Uma fórmula equivalente ao rebaixamento do sangradouro seria a instalação de um sifão ou galeria no açude para uso da água armazenada no período seco, ao mesmo tempo que esta operação promove uma redução no espelho, e, como consequência, uma menor perda por evaporação;
- A solução ideal seria ajustar o volume afluente médio a uma superfície de espelho d'água próximo de 2% em relação a superfície da bacia hidrográfica;
- A compatibilidade de manter no açude um espelho reduzido poderia estabelecer, nos açudes em condições especiais de irrigação nas áreas de jusante ou abastecimento comunitário, um plano de gestão específico.

Procedimento Padrão

Informação Básica do Imageamento dos Açudes (fonte: Funceme)



Área = A1 (m²)

Bacia Hidráulica: espelho d'água



Área = A2 (m²)

Relação entre A1 e A2:

$$P \% = \frac{100 A2}{A1}$$

Hipótese da Altura do Vertedouro Ajustada à Relação Eficiente A2/A1

Profundidade Máxima do Açude - D (m)

Hipótese da Altura Ajustada do Açude

$$J = 2 \times D \text{ (m)}$$



DISTÂNCIAS ENTRE ESPAÇADORES PARA ARMADURAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

José Santos Carvalho

Engenheiro Civil, Diretor Construções, Patologia e Perícias (CPP)

CARVALHO, J. S. Distâncias entre espaçadores para armaduras de estruturas de concreto. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 37-44, 2023/2024

1 - INTRODUÇÃO

A fase de execução das obras de engenharia tem importante papel na qualidade e durabilidade final das estruturas de concreto, havendo uma incessante busca por procedimentos práticos que possam ser aplicados racionalmente em canteiro de obras. Nos sistemas estruturais de concreto armado, um dos principais fatores para sua durabilidade é a correta espessura do cobrimento, garantida pelo posicionamento dos espaçadores nas armaduras. Para preencher essa lacuna no conhecimento de como determinar a distância entre espaçadores, foi desenvolvida uma metodologia que permitirá calcular a distância entre espaçadores e, conseqüentemente, o projeto de distribuição desses espaçadores nas armaduras.

2 - METODOLOGIA

Simplificadamente, pode-se dizer que o sistema armaduras/ espaçadores funciona como uma peça bi apoiada, com aplicação da resultante de cargas inseridas no centro da distância dos apoios e, que, nessa distância, a barra seja suficientemente forte para suportar essa carga sem deflexões excessivas. A distância entre espaçadores depende de diversos fatores, sendo os principais as cargas atuantes sobre as barras das armaduras e o diâmetro dessas barras. As cargas atuantes são de duas naturezas: cargas permanentes e cargas transitórias durante a execução do concreto. As cargas transitórias são oriundas do peso dos operários, equipamentos utilizados, concreto descarregado e armazenado temporariamente etc. As cargas permanentes são, principalmente, o peso próprio dos elementos concretados e dependem, basicamente, do tipo

dos elementos e de sua geometria e dimensões.

No nosso estudo, o cálculo das cargas permanentes entre os espaçadores consiste no peso de um elemento unitário com a densidade do concreto (24 KN/m^3). Para as lajes, seus lados são iguais à distância entre espaçadores e a altura e a espessura da laje (Figura 1a). Para o fundo das vigas, o peso de um segmento unitário é dividido em tantas fatias quantas sejam a quantidade de barras na face inferior, sendo o peso dessa fatia, com tamanho igual à distância entre espaçadores, a carga considerada (Figura 1b). Para a lateral dos pilares, lateral das vigas e faces de paredes de concreto, usa-se a metodologia utilizada para cálculo das pressões horizontais no dimensionamento das formas desses respectivos elementos (Figura 1c). Foi estabelecido como tensão máxima o valor calculado da pressão hidrostática para densidade do concreto de 24 kN/m^3 , recomendado na NBR 6118/14. Seu item 8.2.2 recomenda ainda que, para concreto armado, deve-se adotar o valor de 25 kN/m^3 , quando se estuda peças com densidade de armaduras muito elevada e barras de grande diâmetros.

3 - PREMISSAS UTILIZADAS

Para realização desse estudo, se fez necessário lançar mão de algumas premissas por falta de estudos de referência sobre o assunto em normas nacionais ou internacionais, que são:

↪ Limite de cargas nos espaçadores:

Foi estabelecido o valor de 3 kN conforme recomendam normas europeias, como a BS 7973-2/2001;

↪ Carga transitória:

Foi estabelecido para carga na área de um

espaçador o valor de 80 kg que representa um operário quando dá uma passada e todo o seu peso está na ponta de apenas um dos pés, situação mais desfavorável, ou também, acúmulo de concreto aguardando ser espalhado ou ainda, equipamentos, mangueira de bombeamento de concreto etc.

4 - ELABORAÇÃO DAS PLANILHAS DE CÁLCULO DAS CARGAS ATUANTES

A partir dessas premissas e metodologia, foram lançadas as planilhas de cálculo das cargas atuantes nos elementos estruturais, com os seguintes parâmetros:

- Lajes: tendo por dados de entrada a altura da laje e a distância escolhida entre espaçadores, e por dados constantes a densidade do concreto e a carga transitória, calcula-se a resultante da carga total aplicada no centro da barra entre os espaçadores (Tabela 1);
- Vigas (parte do fundo): com os dados de entrada – largura e altura da viga, número de barras das armaduras inferiores, distância escolhida entre os espaçadores – e tendo a densidade do concreto de 24 kN/m³, calcula-se a resultante de carga aplicada (Tabela 2);
- Pilares, laterais de vigas e paredes verticais: com os dados de entrada: altura e largura da face em estudo, profundidade e número de estribos quando o espaçador for colocado nos estribos ou número de barras verticais quando os espaçadores forem colocados nessas barras, calcula-se a resultante da carga aplicada (Tabela 3).

5 - ENSAIO DO SUPORTE DE CARGA DAS ARMADURAS

Até aqui se calculou a carga aplicada sobre as armaduras quando se escolhe determinada distância entre espaçadores. Falta verificar se

a barra especificada no projeto suporta essa carga com deformação mínima aceitável. Faz-se necessário mais uma premissa: a flecha máxima permitida para a armadura, quando submetida a um esforço, é de 2 mm, pois essa flecha, na prática, é uma redução do valor do cobrimento.

A NBR 6118/2014 estabelece valores para a espessura do cobrimento em função da classificação de agressividade ambiental (CAA) – essa espessura foi chamada de valor cobrimento mínimo, que é a espessura segura para o cobrimento minimizar os ataques dos agentes agressivos.

A NBR 6118/14 no seu item 7.1 faz as seguintes definições:

- C_{min} = cobrimento mínimo
- C_{nom} = cobrimento nominal
- Δc = tolerância de execução
- C_{nom} = C_{min} + Δc

A referida norma ainda apresenta na tabela 7.2 as classes de agressividade ambiental e os respectivos cobrimentos nominais, especificando o Δc = 10mm. Isso porque estavam cientes da impossibilidade de perfeição de quem executa, esse limite de 2 mm assegura que a deformação fique dentro dessa margem do Δc.

6 - PROCEDIMENTO DO ENSAIO

Foi posicionada uma barra em dois apoios com distância determinada entre eles e com altura de 25 mm, simulando a barra apoiada em espaçadores (Figura 2). Abaixo da barra, colocou-se uma peça de gesso com altura de 23 mm (Figura 3), portanto 2 mm abaixo da barra. Aplicou-se uma carga no centro da barra (Figura 4) e foi medida a deformação ocorrida (o rompimento da peça de gesso), que poderia ser no máximo de 2 mm. Assim, essa era a carga máxima suportada para aquele diâmetro de barra e para aquela distância de apoios.

Esse procedimento foi realizado para



Figura 1 - Esquematisações de fatiamento de lajes, vigas e pilares

Tabela 1 - Planilha para cálculo de cargas no centro das armaduras de lajes entre espaçadores

TABELA DE CARGA EM ESPAÇADORES DE LAJES DE DE DIVERSAS ESPESSURAS

| DADOS | | ALTURA DAS LAJES (cm) | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DADOS | Detalhes | 5 | 7 | 10 | 12 | 15 | 16 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Peso próprio / m² | Pp/m² | 120 | 168 | 240 | 288 | 360 | 384 | 480 | 600 | 720 | 840 |
| Peso próprio/m²/espaç | Pp/m²/espç | 2,7 | 3,78 | 3,75 | 2,88 | 8,1 | 15,36 | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,9 |
| Carga transitória | Ct | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Fórmula carg/espçada | (fctot*Pp)+Ct | | | | | | | | | | |
| Carga / ESPAÇ (dist=10) | CG10(esp10) | 81,20 | 81,68 | 82,40 | 82,88 | 83,60 | 83,84 | 84,80 | 86,00 | 87,20 | 88,40 |
| Carga / ESPAÇ (dist=12) | CG12(esp12,5) | 81,88 | 82,63 | 83,75 | 84,50 | 85,63 | 86,00 | 87,50 | 89,38 | 91,25 | 93,13 |
| Carga / ESPAÇ (dist=16) | CG15(esp15) | 82,70 | 83,78 | 85,40 | 86,48 | 88,10 | 88,64 | 90,80 | 93,50 | 96,20 | 98,90 |
| Carga / ESPAÇ (dist=18) | CG18(esp18) | 83,89 | 85,44 | 87,78 | 89,33 | 91,66 | 92,44 | 95,55 | 99,44 | 103,33 | 107,22 |
| Carga / ESPAÇ (dist=20) | CG20(esp20) | 84,80 | 86,72 | 89,60 | 91,52 | 94,40 | 95,36 | 99,20 | 104,00 | 108,80 | 113,60 |
| Carga / ESPAÇ (dist=25) | CG25(esp25) | 87,50 | 90,50 | 95,00 | 98,00 | 102,50 | 104,00 | 110,00 | 117,50 | 125,00 | 132,50 |
| Carga / ESPAÇ (dist=30) | CG30(esp30) | 90,80 | 95,12 | 101,60 | 105,92 | 112,40 | 114,56 | 123,20 | 134,00 | 144,80 | 155,60 |
| Carga / ESPAÇ (dist=35) | CG35(esp35) | 94,70 | 100,58 | 109,40 | 115,28 | 124,10 | 127,04 | 138,80 | 153,50 | 168,20 | 182,90 |
| Carga / ESPAÇ (dist=40) | CG40(esp40) | 99,20 | 106,88 | 118,40 | 126,08 | 137,60 | 141,44 | 156,80 | 176,00 | 195,20 | 214,40 |
| Carga / ESPAÇ (dist=45) | CG40(esp45) | 104,30 | 114,02 | 128,60 | 138,32 | 152,90 | 157,76 | 177,20 | 201,50 | 225,80 | 250,10 |
| Carga / ESPAÇ (dist=50) | CG50(esp50) | 110,00 | 122,00 | 140,00 | 152,00 | 170,00 | 176,00 | 200,00 | 230,00 | 260,00 | 290,00 |

TABELA DE FRAÇÃO DE CARGA NAS BARRAS EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DOS ESPAÇADORES

| Distancia entre espaçadores | 50 cm | 45 cm | 40 cm | 35 cm | 30 cm | 25 cm | 23 cm | 20 cm | 18 cm | 15 cm |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Fração da carga total (fctot) | 0,2500 | 0,2025 | 0,1600 | 0,1225 | 0,0900 | 0,0625 | 0,0529 | 0,0400 | 0,0324 | 0,0225 |

Tabela 2 - Planilha para cálculo de cargas no centro das armaduras de vigas entre espaçadores

| DADOS | | TABELA DE CARGA NOS ESPAÇADORES NO FUNDO DAS VIGAS | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--|----|----|----|--------|------|----|----|----|----|-----|
| Descrição | Detalhes | Fórmulas | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 |
| Base | B | Entr dados | 0 | 0 | 0 | 0,14 | 0,15 | | | | | |
| Altura | H | Entr dados | 0 | 0 | 0 | 0,4 | | | | | | |
| N° de barras | Nb | Entr dados | 0 | 0 | 3 | 3 | | | | | | |
| Peso próprio / m | Pp | B*H*2400 | 0 | 0 | 0 | 134,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Peso próprio/ espç | Pp/m*dst | | | | | 26,88 | | | | | | |
| Carga transit /m (1) | CT1 (B<30) | Entr dados | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Carga / ESPAÇAD (1) | Cspç1(B<30) | Cb1*fctot | 28 | 28 | 40 | 106,88 | 14,4 | 12 | 10 | 8 | 0 | 0 |
| Distância ESPAÇAD | DISTR(B<30) | ver tab def | | | | 20 | | | | | | |

OBS.: Carg/barr = (Pp+Ct)/N°barr

OBS.: Carg/espaç = (carg/barr) * fração de carg do espaçador

OBS.:Dist espaç const tab defl

TABELA DE FRAÇÃO DE CARGA NAS BARRAS EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DOS ESPAÇADORES

| Distância entre espaçadores | 50 cm | 45 cm | 40 cm | 35cm | 30 cm | 25 cm | 20 cm | 18 cm | 15 cm | 12,5 cm | 10 cm |
|-------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| Fração da carga total (fctot) | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,35 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,18 | 0,15 | 0,125 | 0,1 |

os diversos diâmetros de barras mais usuais. Foram ensaiadas barras de 5.0 mm até 32 mm, variando diversas distâncias mais usuais para espaçadores, que foram 10 cm, 12,5 cm, 15 cm, 18 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm, 50 cm e 60 cm. Com esse resultado, confeccionou-se um ábaco que, com a informação do diâmetro da barra especificada em projeto e, escolhida uma determinada distância entre espaçadores, que permite verificar a carga que a mesma suporta. Caso a barra não suporte a carga aplicada, pode-

se alterar a distância entre espaçadores, que deve ser ajustada pra mais ou menos (Tabela 4).

7 - CONCLUSÃO

Atualmente não existe método ou critério técnico para distribuição dos espaçadores nas armaduras do concreto armado, mas através de estimativas com quantidade de peças/m² de área de forma, portanto, com esse trabalho é possível, agora, elaborar projetos de distribuição

Tabela 3 - Planilha para cálculo de cargas no centro das armaduras de pilares entre espaçadores

| Descrição | Detalhes | Fórmulas | P1 | P2 | P3 | P12 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Densidade conrcrt | Dcrct (Kg/m) | Entr dados | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 |
| Carga transitória | CT1 L*C (<80) | Entr dados | 80 | 80 | | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | | 80 |
| Largura | L (m) | Entr dados | 1 | 0 | 1 | 1,00 | 1,00 | | | 0,6 | 0,6 | 1,8 |
| Altura | H (m) | Entr dados | 3,1 | 0 | 3,1 | 3,10 | 3,10 | | | 2,8 | 2,8 | 3,1 |
| Profundidade | P (m) | Entr dados | 0,19 | | 0,19 | 0,19 | 0,19 | | | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Volume do pilar | V (m³) | H*L*P | 0,589 | 0 | 0,589 | 0,589 | 0,589 | 0 | 0 | 0,336 | 0,336 | 1,674 |
| Area lateral Pilar | A (m²) | L*H | 3,1 | 0 | 3,1 | 3,10 | 3,10 | 0,00 | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 5,58 |
| Densid carg transit | Dcarg trans (kg/m³) | CT/V kg/m³ | 135,82 | #DIV/0! | 0 | 135,82 | 135,82 | #DIV/0! | #DIV/0! | 238,0952 | 0 | 47,7897 |
| Dens equivt total | dtotal (kg/m³) | dcrvt+dtrsg/m³ | 2.535,82 | #DIV/0! | 2400 | 2.535,82 | 2.535,82 | #DIV/0! | #DIV/0! | 2.638,10 | 2.400,00 | 2.447,79 |
| Empux face pilar | Efac pil (kg/m²) | dtotal*H | 7.861,05 | #DIV/0! | 7.440,00 | 7.861,05 | 7.861,05 | #DIV/0! | #DIV/0! | 7.386,67 | 6.720,00 | 7.588,15 |
| Nº de barras | N etr | Entr dados | 7 | 0 | 7 | 7 | 7 | 0 | 0 | 6 | 6 | 20 |
| Largura da faixa | Lfx -Larg barra (m) | A*/Nºbrr | 0,143 | #DIV/0! | 0,143 | 0,143 | 0,143 | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,100 | 0,100 | 0,090 |
| Carga / ESPAÇAD 1 | Tfb*Lfx*dist espç | Tbf *Lb*dis | 393,05 | #DIV/0! | 318,86 | 308,83 | 336,90 | #DIV/0! | #DIV/0! | 184,67 | 168,00 | 273,17 |
| Distância ESPAÇAD | DISTRB 1 | ver tab 4 | 35 | | 30 | 27,5 | 30 | | | 25 | 25 | 40 |

TABELA DE FRAÇÃO DE CARGA NAS BARRAS EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DOS ESPAÇADORES

| Distância entre espaçadores | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,13 | 0,10 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | |

de espaçadores para todas as peças da estrutura de concreto constantes do projeto, de acordo com metodologia e técnica. A sugestão é colocar a indicação dos espaçadores no projeto das armaduras com sua distribuição semelhante à indicação de distribuição dos estribos.

8 - UTILIZAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA DE CÁLCULO DA DISTÂNCIA DOS ESPAÇADORES

As planilhas elaboradas são autoexplicativas, de fácil compreensão para sua utilização. A seguir, apresenta-se um exemplo prático em caso real, demonstrando o passo a passo, em três elementos, viga, laje e pilar, a maneira de se calcular a distribuição dos espaçadores nessas peças.

8.1. Viga (armaduras do fundo)

8.1.1 Dados do projeto

Peça a ser estudada calculada: V304 e V312 (Figura 5);

- Comprimento = 2,97 m;
- Largura da base = 0,14 m;
- Altura = 0,40 m;
- Nº de barras no fundo da viga que serão estudadas = 3 unidades;
- Diâmetro das barras = 8 mm;
- Diâmetro dos estribos = 5 mm;
- Cobrimento indicado no projeto = 30 cm (Quadro 1).

Para o caso das VIGAS, utiliza-se a Tabela 2 para realizar os cálculos das cargas incidentes nas barras de fundo entre os espaçadores.

8.1.2 Passo a passo

Segue o passo a passo:

- a) Passo 1: Escolhe-se uma distância qualquer entre os espaçadores, por exemplo 25 cm;
- b) Passo 2: Escolhe-se uma coluna qualquer para registrar os valores trabalhados, por exemplo, coluna V4;
- c) Passo 3: Vai-se preenchendo as diversas linhas com os dados do projeto:



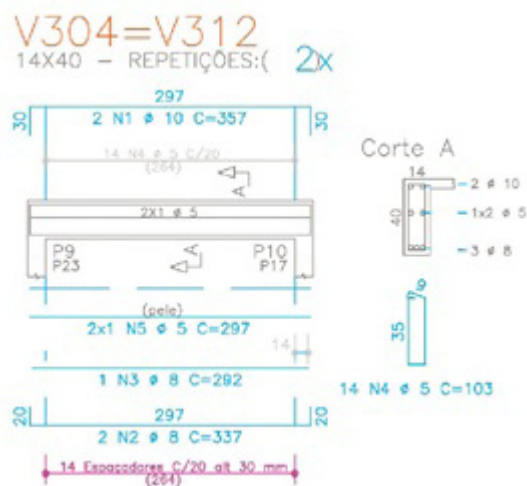
Figura 2 - Detalhe da prensa com extensômetro



Figura 3 - Detalhe do posicionamento da peça de gesso em relação à armadura



Figura 4 - Detalhe da medição da deformação uso do bloco de gesso



Obs: detalhe em margem com a representação dos de espaçadores no projeto de armaduras

Figura 5 - Projeto de armadura de viga

- Base, altura, N° de barras no fundo da viga;
- A planilha calcula o peso próprio/m (a densidade do concreto já está inserida 2.400 kg/m³);
- Valor do peso próprio/m para o presente caso = 134,40 kg;
- Em seguida temos na linha “peso próprio por metro de viga”, aqui a planilha calcula o valor do peso próprio entre os espaçadores = 13,44 kg;
- Na linha “carga transitória” se acha inserido o valor estipulado para a carga transitória (uma das premissas já explicadas na parte teórica, item 3 Premissas utilizadas) = 80,00 kg;
- Na linha “carga/espçador” é calculado a carga total incidente entre os espaçadores = 93,44 kg/m;
- d) Passo 4: Deve-se consultar a TABELA 4 e verificar qual a carga máxima que a barra especificada em projeto (8 mm) suporta para a distância escolhida de 25 mm, que é = 59,4 kg;
- Portanto, a carga que suporta a barra é menor que a carga incidente; então, devemos escolher outra distância menor, entre os espaçadores, que agora foi de 20 cm;
- Volta-se para a TABELA 2 e faz-se novamente o cálculo da carga incidente e o valor encontrado, agora, foi = 91,20 kg;
- Consultando a Tabela 4, verifica-se que, para essa distância de 20 cm, a barra de 8 mm suporta até 121,8 kg; então, a distância de 25 cm fica aprovada.
- Total de espaçadores: V304 =V312 – comprimento =297 cm -c/ 25 cm = 14 espaçadores/viga (fundo)

Tabela 4 - Ábaco para verificação de cargas suportadas nas barras /distância escolhida

| DISTÂNCIA DOS ESPAÇADORES (cm) | CARGAS APLICADAS (kg) X DIÂMETRO DAS ARMADURAS (φ cm) | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|---------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
| | φ5.0 mm | φ6.3mm | φ8.0 mm | φ10 mm | φ12.5 mm | φ16 mm | φ20 mm | φ25 mm | φ32 mm |
| 10 x 10 | 101,2 | 136,0 | 319,3 | - | - | - | - | - | - |
| 12,5 x 12,5 | 86,8 | 108,6 | 249,6 | 319,2 | - | - | - | - | - |
| 15 x 15 | 73,2 | 84,2 | 204,4 | 197,4 | - | - | - | - | - |
| 18 x 18 | 63,4 | 75,2 | 142,4 | 163,0 | 304,0 | - | - | - | - |
| 20 x 20 | 51,8 | 66,2 | 121,8 | 125,6 | 246,8 | - | - | - | - |
| 22,5 x 22,5 | 43,0 | 58,4 | 104,4 | 112,2 | 219,4 | - | - | - | - |
| 25 x 25 | 32,4 | 48,8 | 93,4 | 99,2 | 195,0 | - | - | - | - |
| 27,5 x 27,5 | 21,0 | 40,8 | 79,2 | 86,8 | 160,2 | 368,6 | - | - | - |
| 30 x 30 | 17,0 | 33,0 | 59,4 | 72,8 | 125,4 | 316,4 | 396,4 | - | - |
| 35 x 35 | 14,0 | 25,4 | 41,8 | 58,8 | 101,0 | 240,2 | 337,2 | - | - |
| 40 x 40 | 8,8 | 20,0 | 31,0 | 48,8 | 83,6 | 187,2 | 285,0 | - | - |
| 45 x 45 | 5,8 | 12,8 | 24,0 | 44,4 | 66,2 | 101,0 | 240,2 | - | - |
| 50 x 50 | 2,8 | 5,8 | 14,0 | 27,0 | 48,8 | 91,2 | 153,2 | - | - |
| 60 x 60 | - | 2,8 | 8,8 | 17,8 | 27,0 | 58,8 | 135,8 | 396,4 | - |
| CARGA CALCULADA | | | 93,4 | | | | | | |
| Distância Máxima | | | 25 | | | | | | |

- A altura dos espaçadores deve ser o valor especificado em projeto acrescido do diâmetro do estribo = 25 mm + 5 mm = 30 mm.

8.2. Lajes (armaduras positivas, as mais externas e, diâmetro de 6.3 mm, só uma direção)

8.2.1 Dados do projeto

- Dimensões da peça a ser estudada (Figura 6) (barras N26, N29, N36, N39 e N40);
- Altura da laje = 16,0 cm;
- Diâmetro da barra em estudo = 6.3 mm;
- Distância escolhida entre os espaçadores = 20 cm



Obs: detalhe em magenta com a representação dos de espaçadores no projeto de armaduras

Figura 6 - Projeto de armadura de laje

8.2.2 Passo a passo

Para o caso das LAJES, utiliza-se a TABELA 1 para realizar os cálculos das cargas incidentes nas barras entre os espaçadores.

Segue o passo a passo:

- Passo 1: Na Tabela 1, escolhe-se a coluna referente à altura da laje especificada;
- Passo 2: Encontra-se a linha com indicação da distância escolhida, neste caso 20 cm;
- Passo 3: No encontro dessa linha com a coluna da altura da laje, encontra-se o valor da carga Incidente no meio da distância escolhida entre espaçadores, no caso 20 cm = a carga encontrada é de 95,36 kg;
- Passo 4: Em seguida, deve-se consultar a

Tabela 4 e verificar qual a carga máxima que a barra especificada em projeto (6.3 mm) suporta para a distância escolhida para 20 cm e a carga indicada é de 66,20 kg;

- No presente caso, a carga suporte máxima da barra é menor que a carga incidente, então, deve-se escolher outra distância menor entre os espaçadores;
- Volta-se à TABELA 2 para encontrar que a nova carga para distância agora escolhida de 12,5 cm e a carga é = 86,00 kg;

- e) Passo 5: Consulta-se novamente a TABELA 4 e verifica-se que a nova carga suportada pela barra de 6.3 mm para a nova distância é de 108,60 kg;
- Nesse caso, verifica-se que, para essa distância de 12,5 cm, a barra de 6,3 mm suporta a carga incidente, então a distância de 12,5 cm está aprovada.
- f) Total de espaçadores nas armaduras positivas diâmetro de 6.3 mm:
- N26 – comp. 5,29 m = 43 espaçadores;
 - N29 – comp. 12,96 m = 104 espaçadores;
 - N36 – comp. 3,40 m = 28 espaçadores;
 - N39 – comp. 4,76 m = 39 espaçadores;
 - N40 – comp. 1,46 m = 12 espaçadores;
 - Total de espaçadores para as barras de 6.3 mm dessa laje = 227 unid.

8.2.3 Eliminação das cargas transitórias

Para as lajes, a carga transitória contribui muito mais para a carga total do que a carga permanente e o que se recomenda é a eliminação das cargas transitórias, com uso de plataforma e passarelas para trânsito dos operários colocação de equipamentos e concreto água dando lançamento.

Exemplo de cálculo dos espaçadores, para essa mesma laje com eliminação das cargas transitórias:

- Percentual da carga total (só a permanente) incidindo na barra entre espaçadores = 32,29 kg para distância entre espaçadores de 29 cm;
- A carga máxima suportada pela barra de 6.3 para a distância de 29 cm = 34 kg
- Então, a distância entre espaçadores para suportar só a carga permanente seria quase duas vezes e meia quando se exclui as cargas transitórias a quantidade de espaçadores seria reduzida na mesma proporção.

8.3 Pilares (armaduras principais verticais) Face maior = 1,00 m – P12 e P25 (Figura 7)

8.3.1 Dados do projeto

Dimensões retiradas do projeto da peça a ser estudada:

- Largura do Pilar (para atender a face a ser estudada, depois deve-se refazer o estudo para todas) = 1,00 m;
- Altura do pilar = 3,10 m;
- Profundidade do pilar = 0,19 m;
- Diâmetro das barras verticais onde se pretende colocar os espaçadores = 16.0 mm;

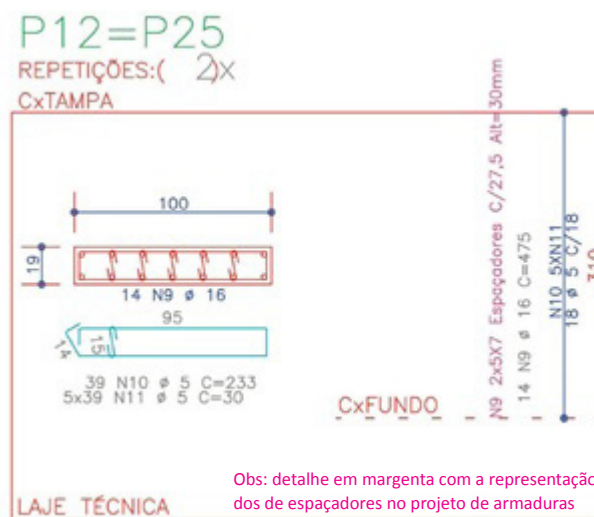


Figura 7 - Projeto de armadura de pilares da pela barra especificada em projeto (16 mm) para a distância escolhida de 35cm = 316,40 kg;

Quadro 1 - Especificação de cobrimento de armadura no projeto

| COBRIMENTOS NOMINAIS DAS ARMADURAS: | |
|-------------------------------------|----------------------|
| ■ FUNDAÇÕES — 4.0cm | ■ LAJES — 2.0cm |
| ■ ESTACAS — N.E | ■ ESCADAS — 2.0cm |
| ■ PILARES — 2.5cm | ■ PISCINAS — 3.0cm |
| ■ VIGAS — 2.5cm | ■ CX.D'ÁGUAS — 3.5cm |

- Diâmetro dos estribos = 5 mm;
- Cobrimento indicado no projeto = 25 mm (Quadro 1).

Observação: podia ter sido escolhido colocar os espaçadores nos estribos, que são as armaduras mais externas, mas são as de menor diâmetro e as mais próximas, então, seria usada maior número de espaçadores.

Quando se usa as barras longitudinais, e como essas estão atrás dos estribos, deve-se compensar, aumentando a altura do espaçador em valor igual ao diâmetro do estribo.

8.3.2 Passo a passo

- Passo 1: Consulta-se a Tabela 3 e escolhe-se uma coluna qualquer para registro dos dados e valores calculados, nesse caso a coluna P12;
 - Passo 2: Preenche-se linha a linha. Na primeira linha já se encontra inserida a densidade do concreto = 2.400 kg/m³. As outras linhas serão preenchidas com os dados de altura, largura e profundidade dos pilares em estudo P12 = P25 (1,00 m e 3,10m, 0,19 m, respectivamente);
- Então, na linha “volume do pilar” a planilha calcula e apresenta o volume do pilar que é de 0,589 m³;

- Em seguida na linha “área lateral do pilar” a planilha calcula e apresenta o valor da área lateral que é de $3,10 \text{ m}^2$;
 - Nesse ponto lançaremos mão de um artifício dentro da hidrostática que é transformar a carga transitória (uma força) em uma unidade de valor equivalente à densidade desta carga (kg/m^3), isto se faz dividindo o valor da força (kg) pelo valor do volume (m^3) do elemento em estudo (Pilar) e, obtém-se o que nominamos de “densidade equivalente da carga transitória = $135,82 \text{ kg}/\text{m}^3$;
 - Posteriormente, na linha “densidade total equivalente”, a planilha calcula e apresenta a densidade total = densidade do concreto + densidade equivalente da carga transitória = $2.400 + 135,82 = 2.535,82 \text{ kg}/\text{m}^3$ que é a densidade a ser usada nos cálculos seguintes;
 - Por fim, na linha “Empuxo na face do Pilar”, temos a pressão horizontal na área lateral do pilar = $7.861,05 \text{ kg}/\text{m}^2$;
 - Então, na linha “Nº de barras” lança-se a quantidade de barras especificadas em projeto onde serão colocados os espaçadores = 7 unidades;
 - Na linha “Largura da Faixa” a planilha calcula e apresenta a largura de faixa para cada barra (largura total divididos pelo número de barras que é = $0,143 \text{ m}$;
 - Escolhe-se uma distância entre espaçadores, que foi de 35 cm ;
 - Na linha “Carga /Espaçador” a planilha calcula a resultante de carga devido à pressão horizontal aplicada em uma superfície retangular de lados iguais a distância escolhida entre espaçadores e a largura da faixa = $0,143 \text{ m}$, sendo a resultante de carga nessa área = $336,90 \text{ kg}$;
- c) Passo 3: Recorre-se à TABELA 4 para encontrar a carga máxima suportada da pela barra especificada em projeto (16 mm) para a distância escolhida de $35 \text{ cm} = 316,40 \text{ kg}$
- Constata-se que a carga máxima suportada pela barra de projeto de (16 mm) é menor que

carga de trabalho calculada; portanto, deve-se escolher outra distância menor;

- d) Passo 4: Escolhe-se nova distância entre espaçadores = $27,5 \text{ cm}$;
- e) Passo 5: Volta-se a recorrer à TABELA 3 e calcula-se a nova carga de trabalho, preenchendo toda a planilha como no caso anterior, alterando-se apenas a linha em que calcula a resultante do empuxo sobre a faixa das barras, pois modifica-se a superfície quadrada de lado igual à distância escolhida, agora, $27,5 \text{ cm}$, a resultante é $308,83 \text{ kg}$.
- Recorre-se novamente a Tabela 4 pra verificar qual a carga máxima suportada pela barra de 16 mm para essa nova distância de $27,5 \text{ cm}$ e constata-se que a carga que a barra suporta é de $368,60 \text{ kg}$;
 - A carga suportada pela barra é maior que a carga de total calculada e, para a distância de $27,5 \text{ cm}$, está aprovada;
 - Total dos espaçadores para a face escolhida e armadura vertical:
 - $P12 = P25 = 5$ espaçadores/pilar a cada $27,5 \text{ cm}$;
 - Altura dos espaçadores deve ser $25 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$.

9 - CONCLUSÃO DA UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA

Finalmente de posse das distâncias encontradas, devem ser colocadas nos correspondentes projetos com indicação semelhante à distribuição dos estribos.

9.1 Observações importantes

- ⇒ Referência do espaçador: Quantidade x Capacidade de Carga (Qualidade);
- ⇒ É importante que o espaçador a ser utilizado seja testado quanto à sua capacidade de carga e, essa tem que ser maior que a resultante a ser aplicada e, também, a sua estabilidade quanto a movimentações durante a execução do concreto, para que o espaçador não venha a tombar.



UMA DISCUSSÃO SOBRE AS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA BARRAGEM DE DERIVAÇÃO NO PROJETO DE IRRIGAÇÃO CURU/PARAIPABA NO CEARÁ

Hyperides Pereira de Macedo

Engenheiro Civil, Acadêmico Titular - Cadeira 12

MACEDO, H. P. Uma discussão sobre as condições operacionais da barragem de derivação no projeto de irrigação Curu/Paraipaba no Ceará. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 45-48. 2023/2024.

NOTA EXPLICATIVA

O conteúdo deste artigo resgata um tempo em que os profissionais de organismos público de projetos e obras de engenharia elaboravam pareceres técnicos circunstanciados em cima de postulados e conceitos científicos que davam suporte às decisões das direções superiores muitos antes dos aplicativos tecnológicos e dos pacotes digitais. Trata-se de uma obra hidráulica de derivação de água no leito do rio da década de setenta, que na ocasião foi objeto de um estudo de dimensionamento da soleira de elevação de nível para a obra de captação da estação elevatória do projeto de irrigação Curu/Paraipaba no município de Paracuru no Estado do Ceará. Este Parecer Técnico responde a um processo protocolado no DNOCS sob o n^o 727/75.

RESUMO

O trabalho técnico aqui apresentado tem como objeto principal verificar as condições de operação do barramento no leito do rio Curu, visando criar uma altura de sucção para capturar a vazão regularizada no rio oriunda dos açudes Gal. Sampaio, Pereira de Miranda e Caxitoré. O estudo utiliza a metodologia clássica da hidráulica no âmbito do conceito da energia específica do professor Boris Bagneteff. O Parecer Técnico procura discutir a performance da obra permitindo condições básicas para seu dimensionamento. O foco do projeto é verificar a situação do regime do rio ante a sobrelevação do fundo do rio produzida pelo barramento que compõe a obra de derivação de água para o projeto de irrigação. Duas condições são analisadas: o rio operando com valores médio de vazões e em outra situação com vazões máximas.

ABSTRACT

The main objective of this technical work is to verify the operating conditions of the dam in the bed of the Curu river, aiming to create a suction height to capture the regulated flow in the river from the Gal. Sampaio, Pereira de Miranda and Caxitoré dams. The study uses the classical methodology of hydraulics within the scope of Professor Boris Bagneteff's concept of specific energy. This technical article seeks to discuss the performance of the structure allowing basic conditions for its design. The focus of the project is to verify the river's regime considering the elevation of the riverbed caused by the dam that diverts water for the irrigation project. Two conditions were analyzed: the river operating with average flow values and another situation with maximum flow rates.

I - DO PROJETO ORIGINAL

A solução prevista no projeto prevê uma barragem vertedoura com soleira estabelecida na cota 9 e vertedouro auxiliar na cota 11. Essa diferença se baseia no seguinte fato:

- a) A solução apresentada se fundamenta na necessidade de manter uma maior largura vertente, tendo em vista o estabelecimento de uma lâmina baixa de sangria, e evitando sobrelevações do nível de montante (Figura 1), o que vem comprometer por inundação os

aluviões situados acima da barragem, deste modo:

$$Q_{max} = f(L, H^{3/2})$$

- b) A situação mais crítica do escoamento se situa nos valores médios das descargas do Rio Curu, onde o nível de jusante é muito baixo com relação ao nível de montante. Isto ocasiona regime desafogado, e, conseqüentemente, escoamento torrencial no vertedouro, permitindo velocidades elevadas, portanto, erosões e deslocamento dos materiais do maciço. Neste aspecto, o projeto admitiu uma divergência de cota entre a barragem (cota 9) e a soleira do vertedouro (cota 11), fazendo com que os valores médios das vazões de passagem por sobre o perfil de concreto, abaixo da cota 11 (Figura 2).

Por ocasião das vazões máximas, o nível a jusante do vertedouro se torna bastante elevado, permitindo o afogamento da lâmina, evitando, neste caso velocidades torrenciais. Por outro lado, o vertedouro passa, a funcionar para vazões máximas, como uma simples sobrelevação de fundo, não ocasionando princípios de erosão; e o regime de escoamento retorna as características fluviais:

II - MODIFICAÇÃO DA NATUREZA LOCAL DO PROJETO

- a) Com base no levantamento das condições atuais do projeto, o leito do rio passou da cota 10, para 8, modificando o plano d'água do escoamento a jusante, definido em torno

da cota 11.50, utilizando a expressão de Manning.

$Q = K S R_h^{2/3} I^{1/2}$ é admitindo para canais de grande largura: $R_h = h$ Raio hidráulico igual a altura "h".

Nesta hipótese, a vazão máxima por unidade de largura acima da cota 11 será $q=Q/L$, ou seja, $8m^3/s/m$, acarretando um hc, em torno de 1.5 m

Nível na soleira

$$N_c = 11.00 + 1.50 = 12.15 \text{ m}$$

Nível de jusante

$$N_j = 11.50$$

$N_c > N_j$, o que significa regime desafogado.

Nestas condições de funcionamento, a barragem não tem mais significado hidráulico, permanecer na cota 11. Portanto, não há mais condições naturais favoráveis a concepção original da Barragem. Fato este, que nos obriga a decidir pela alternativa de um perfil vertedouro em concreto, para toda extensão do Rio.

VI - VERTEDOURO PLENO EM TODA EXTENSÃO DO RIO

a) Vantagens Técnicas:

- 1 - Funcionando em toda extensão da largura do Rio, o vertedouto é do tipo lâmina baixa,

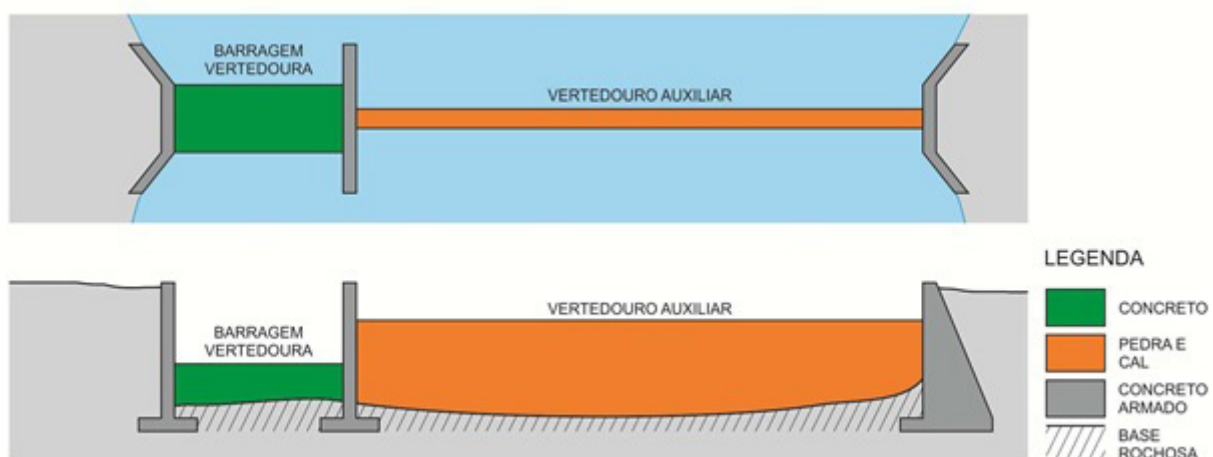


Figura 1

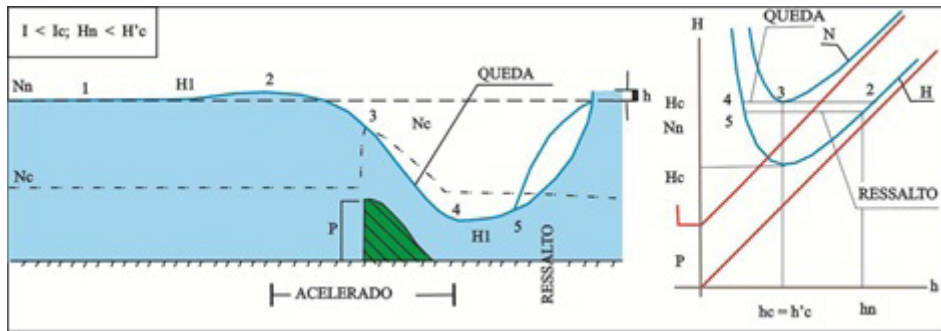


Figura 2

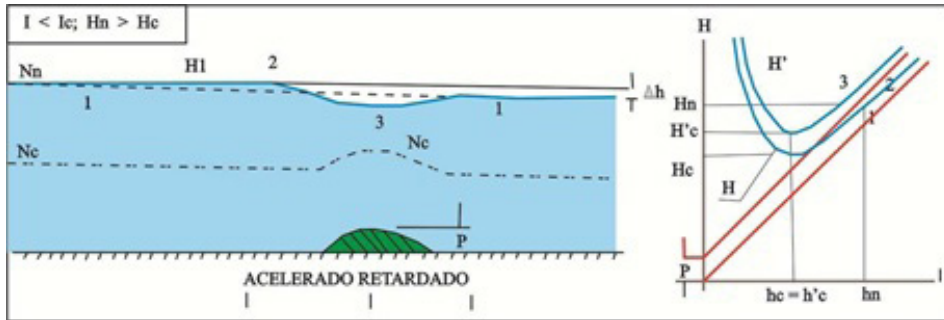


Figura 3

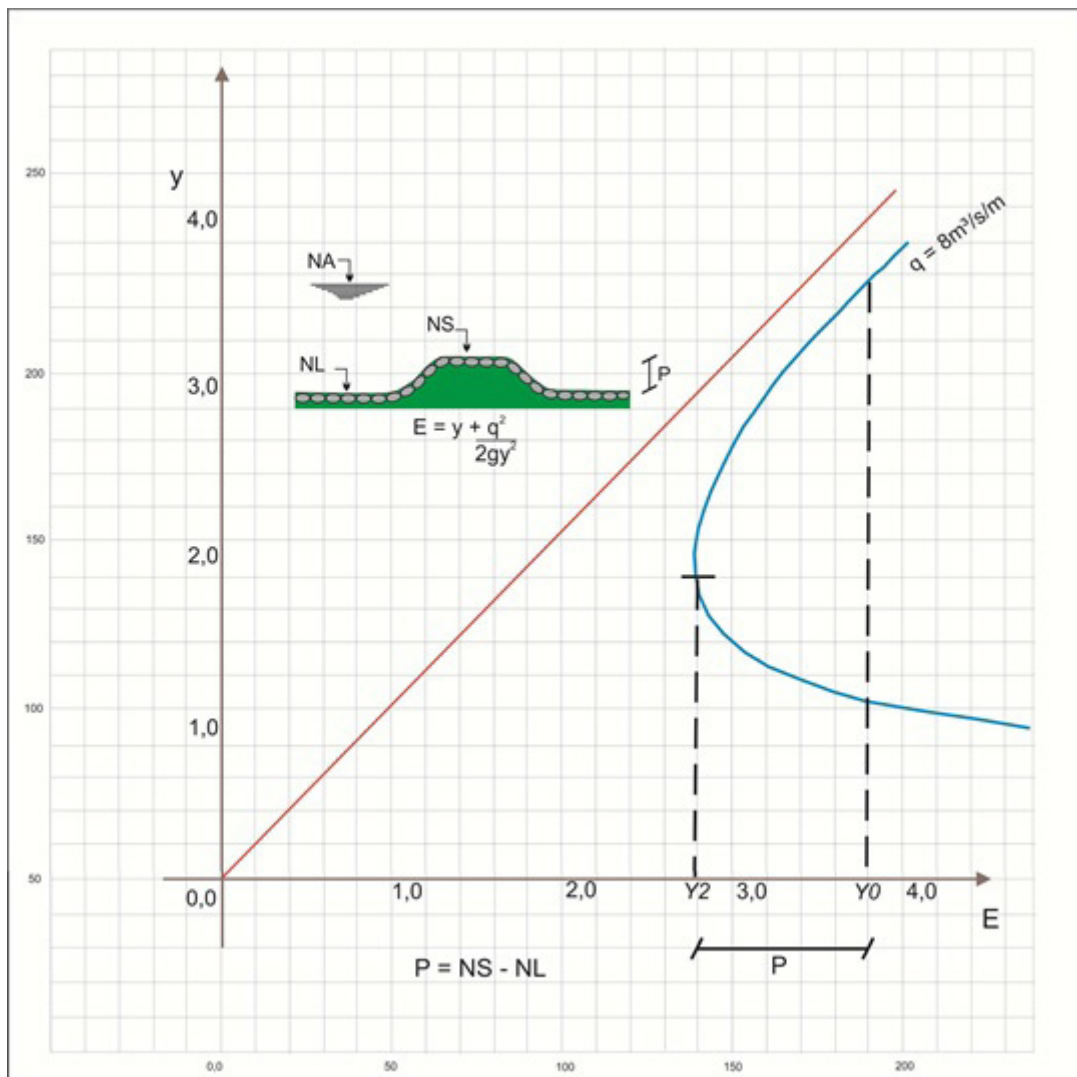


Figura 4

.0 que diminui a influência do remanso, tornando com isto desprezível a sobrelevação do nível d'água de montante e reduzindo a possibilidade de inundação de propriedades alvionais, situadas acima da barragem.

$$Q = t (L, H^{3/2})$$

Diagrama

$$L - \infty H - 0$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUZIL, V. *Traité d'irrigation*. Paris, Éditions Eyrolles, 1952. p. 78-262.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES TECHNIQUES HYDRO-AGRICOLES (SOGETHA). *TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE*. Paris, Secretariat d'État aux Affaires Étrangères, 1969. p. 26-27.

BANDINI, Alfredo. *Hidráulica*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 1961, v.2, p. 290-340. (publicação, 47).

LENCASTRE, Armando. *Manual de Hidráulica Geral*. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1972. p. 359.

HENDERSON, F.M. *Open channel flow*. New York, The Macmillan Company, 1966. p. 175-178.

SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA AS CONSTRUÇÕES ATUAIS

Marcelo Silveira & Denise Silveira

Eng^o. Civil, Membro Titular da Academia Cearense de Engenharia - Cadeira 38;
Eng^a. Civil, Membro Titular da Academia Cearense de Engenharia - Cadeira 32

SILVEIRA, M. & SILVEIRA, D. Soluções de engenharia para as construções atuais. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 49-63. 2023/2024.

INTRODUÇÃO

As arrojadas arquiteturas dos edifícios atuais impõem aos profissionais responsáveis pelos projetos estruturais o estudo de alternativas com sistemas estruturais eficientes, objetivando a viabilização da construção das edificações, de acordo com o que o arquiteto projetou para atender aos ensejos dos donos das obras e de seus clientes que irão usufruir dessas edificações.

Neste artigo iremos apresentar os casos de três edifícios (BS Flower, DC-360 e Sky) situados na Cidade de Fortaleza, nos quais as soluções de engenharia que foram adotadas necessitaram de

conhecimento técnico e utilização de sofisticados softwares de análise estrutural com o objetivo de calcular, dimensionar e detalhar corretamente as estruturas, dotando-as de segurança e economia, sempre obedecendo as Normas Técnicas vigentes.

1.1 – INFORMAÇÕES GERAIS

1.1.1 – EDIFÍCIO BS TOWER

Estrutura:

- Três subsolos, térreo, três sobressolos, pavimento lazer, 19 pavimentos tipo, rooftop, coberta e ático com caixa d'água.



Figura 1.1 – Perspectiva eletrônica do Edifício BS Flower



Figura 1.2 – Perspectiva eletrônica do Edifício DC-360

- Lajes em concreto protendido com cordoalhas engraxadas (sistema não aderente), nervuradas do tipo *PavPlus* (nervuras bidirecionais, laje com comportamento estrutural similar a laje maciça).

- Pavimento de transição com vigas em concreto protendido com cordoalhas aderentes (sistema aderente) no nível do 5º pavimento.

Fundações indiretas com estacas do tipo hélice contínua monitorada e estacas do tipo raiz.

Contenções em cortina com estacas escavadas com tirantes provisórios

Área construída: 22.946 m²

Volume de concreto nas fundações (C35): 631,066 m³

Volume de concreto na superestrutura (C35): 5.918,45 m³

Aço nas fundações (CA-50): 85 ton.

Aço na superestrutura (CA-50/CA-60): 279,654 ton.

Aço de protensão na superestrutura (CP-190RB): 83,20 ton.

Aço de protensão nas vigas de transição (CP-190RB): 24,5 ton.

1.1.2 – EDIFÍCIO DC-360

Estrutura:

- quatro subsolos, térreo, uma garagem elevada, roof garden, mezanino, longe, pavimento técnico, seis pavimentos tipo 1, health técnico, health club, 19 pavimentos tipo 2, cobertura, ático com caixa d'água.

- Lajes em concreto protendido com cordoalhas

engraxadas (sistema não aderente), nervuradas do tipo *PavPlus* (nervuras bidirecionais com



Figura 1.3 – Perspectiva eletrônica do Edifício Sky

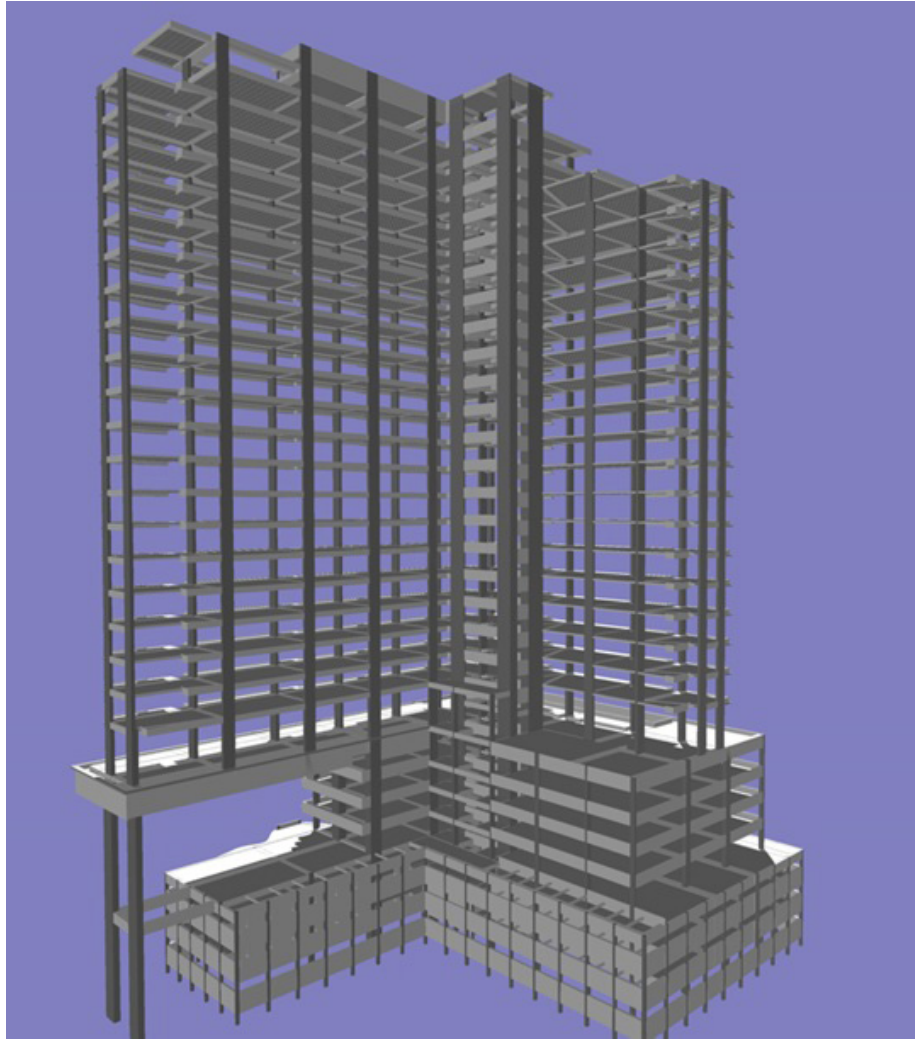


Figura 1.1.1 – Modelo estrutural do Edifício BS Flower

- comportamento estrutural similar a laje maciça), nos pavimentos tipo
- Lajes em concreto protendido com cordoalhas engraxadas (sistema não aderente), nervuradas do tipo unidirecionais (nervuras na direção transversal e faixas na direção longitudinal), nos pavimentos de subsolo, térreo e garagem.
 - Pavimento de transição com vigas em concreto protendido com cordoalhas engraxadas (sistema não aderente) no nível do 2º pavimento acima do térreo.
- Fundações diretas com bloco de fundação apoiado diretamente na rocha.
- Contenções em cortina do tipo diafragma moldada *in loco* com tirantes provisórios
- Área construída: 26.425,77 m²
- Volume de concreto nas fundações (C50): 361,95 m³
- Volume de concreto na superestrutura (C50/C80): 11.909,17 m³
- Aço nas fundações (CA-50): 57 ton.

Aço na superestrutura (CA-50/CA-60): 998,393 ton.

Aço de protensão na superestrutura (CP-190RB): 109,773 ton.

Aço de protensão no pavimento de transição (CP-190RB): 5,6 ton

1.1.3 – EDIFÍCIO SKY

Estrutura:

- Três subsolos, térreo, quatro sobressolos de garagens, pavimento lazer, 46 pavimentos tipo, pavimento sky, ático com casa de máquinas e caixa d'água.
 - Lajes em concreto protendido com cordoalhas engraxadas (sistema não aderente), nervuradas do tipo *PavPlus* (nervuras bidirecionais com comportamento estrutural similar a laje maciça), nos pavimentos tipo.
- Fundações: da torre - sobre estacas do tipo raiz, estacas do tipo T com barras roc-solo de 3",

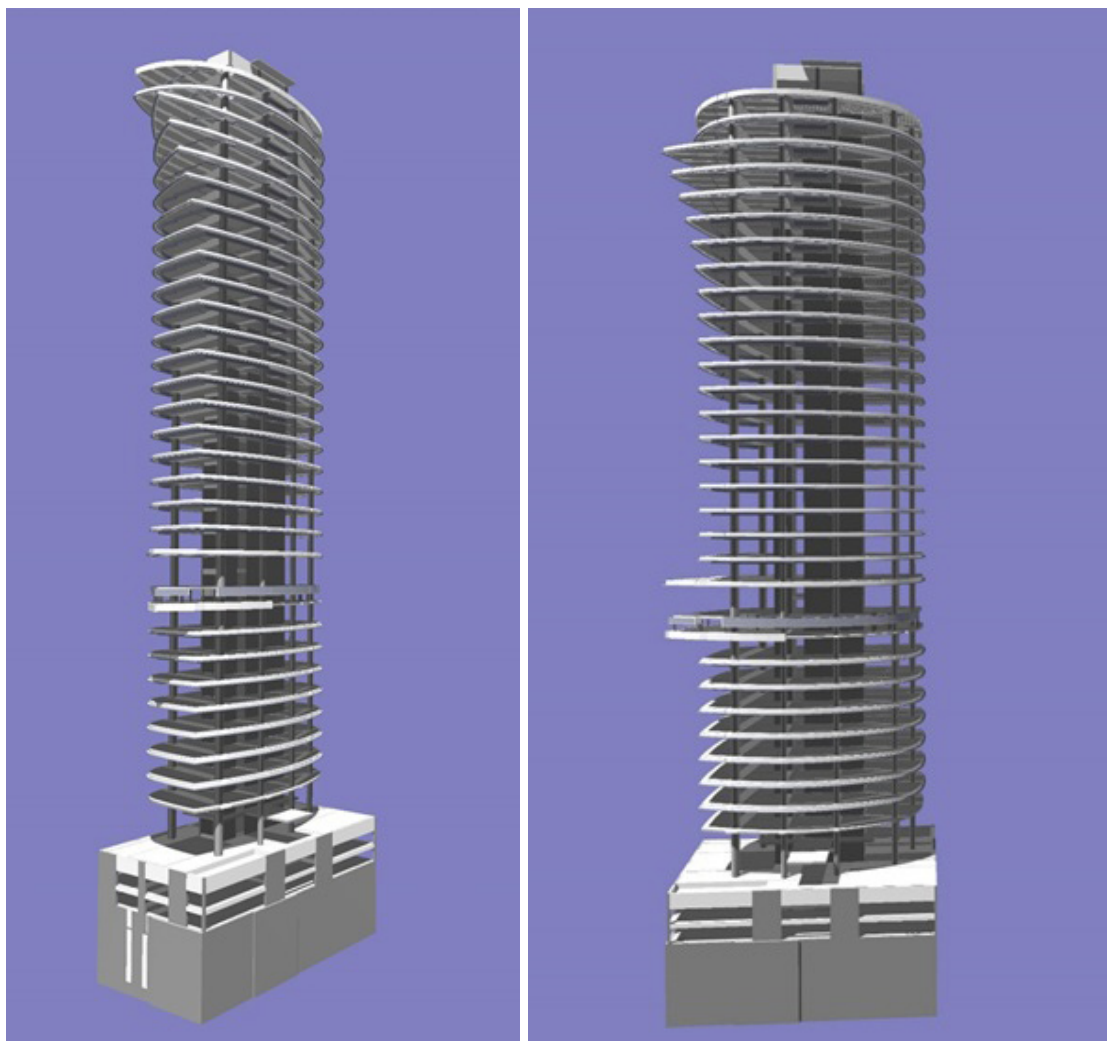


Figura 1.1.2 – Modelo estrutural do Edifício DC-360

e nas áreas fora da torre, fundações diretas em sapatas de concreto armado.

Contenções em cortina com estacas escavadas com tirantes provisórios

Área construída: 37.553 m²

Volume de concreto nas fundações (C50): 370 m³

Volume de concreto na superestrutura (C50/C80): 11.956 m³

Aço nas fundações (CA-50): 45 ton.

Aço na superestrutura (CA-50/CA-60): 906 ton.

Aço de protensão na superestrutura (CP-190RB): 93 ton.

2 – A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

2.1 – EDIFÍCIO BS FLOWER

Inicialmente, a estrutura do Edifício BS Flower era relativamente simples.

Nos pavimentos de embasamento, a

estrutura é constituída de lajes com 20 cm de espessura, nervuradas do tipo *PavPlus* com protensão não aderente, apoiada em pilares com vãos com modulação de 8 metros, e nas bordas, diretamente apoiadas nas cortinas de contenção.

Durante o desenvolvimento do projeto, o dono do empreendimento, o empresário Beto Studart, com a finalidade de integrar o grande átrio do térreo ao ambiente do entorno da edificação, que é a Praça das Flores, razão do nome do empreendimento BS Flower, solicitou um estudo para a retirada de quatro pilares da ala do prédio que limita com a praça (fachada oeste). Com isso foi criado um vão de 3 x 8 = 24 metros nessa área, fazendo com que quatro pilares que existiam nos subsolos deixassem de existir do térreo até o quinto pavimento, e, a partir daí, voltassem a existir, o que seria possível com a criação de duas vigas de transição com dimensões 350/250 e 290/250, em concreto protendido com cabos aderentes (sistema de

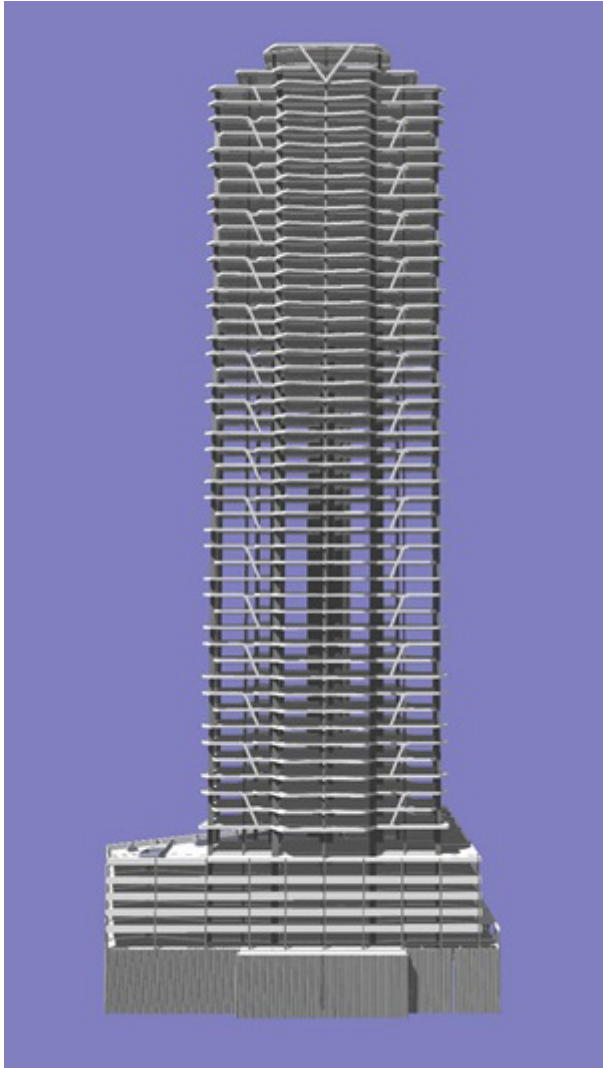


Figura 1.1.3 – Modelo estrutural do Edifício Sky

protensão aderente, usualmente utilizado em pontes e viadutos). Ver desenho de formas deste pavimento nas figuras 2.1.1, 2.1.2 e 2.1.3.

O estudo foi realizado e a engenharia da BS Par, dona do empreendimento, orçou e aprovou a solução, levando em conta os custos para avaliar a viabilidade do empreendimento.

Com a aprovação do estudo, passamos a modelar a estrutura, calcular os esforços solicitantes e dimensionar a estrutura para o detalhamento seguinte, produzindo os desenhos do projeto executivo, com as quantidades de materiais para que as compras fossem feitas e a obra executada.

2.1.1 – O PROJETO ESTRUTURAL

O projeto estrutural consiste em simular a estrutura utilizando ferramentas computacionais

sofisticadas, que são os softwares específicos para esta finalidade.

Utilizando esses softwares é criado um modelo estrutural em ambiente BIM, onde são simulados os carregamentos aplicados na estrutura, e de acordo com a Norma ABNT NBR8681/2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento, são feitas as hipóteses de carregamento, tantas quanto forem necessárias, incluindo aí as ações do vento, para que as análises estruturais sejam convenientemente implementadas.

No projeto foi simulada a construção do edifício, pois as vigas de transição são construídas para suportar toda a carga da edificação, mas a estrutura é paulatinamente executada, sendo a carga da edificação aplicada à medida que os andares superiores são executados. Dessa forma, a protensão deve ser também aplicada de forma gradual, pois, se for aplicada de uma só vez, a viga terá uma grande carga oriunda da protensão que ocasionará uma deformação excessiva de baixo para cima, comprometendo o equilíbrio do sistema estrutural.

A figura 2.1.1.1 apresenta o modelo estrutural do pavimento de transição utilizando o software de análise estrutural Adapt Floor Pro.

A figura 2.1.1.2 apresenta as deformações da estrutura na idade inicial da estrutura com a protensão atuando somente com as perdas iniciais e o concreto sem ainda ter sido afetado pelos efeitos de deformação lenta, enquanto que a figura 2.1.1.3 apresenta a deformação da estrutura na idade futura quando as perdas da protensão incluem as que ocorrem ao longo do tempo (diferidas) e o concreto já foi afetado pelas ações oriundas da deformação lenta.

2.2 – EDIFÍCIO DC-360

A arquitetura do Edifício DC-360 é bastante arrojada.

A denominação deste empreendimento é uma alusão ao nome da proprietária do casarão que ali existia, Dona Cotinha, mãe do ex-governador do Ceará, Tasso Jereissati.

O arquiteto Luiz Fiuza, inicialmente, havia imaginado que a estrutura seria toda em balanço, desenvolvendo-se em torno do núcleo central onde se situam a caixa de escada e os elevadores, ou seja, a circulação vertical.

Entretanto, esse conceito era inviável, devido às dimensões dos balanços, que teriam

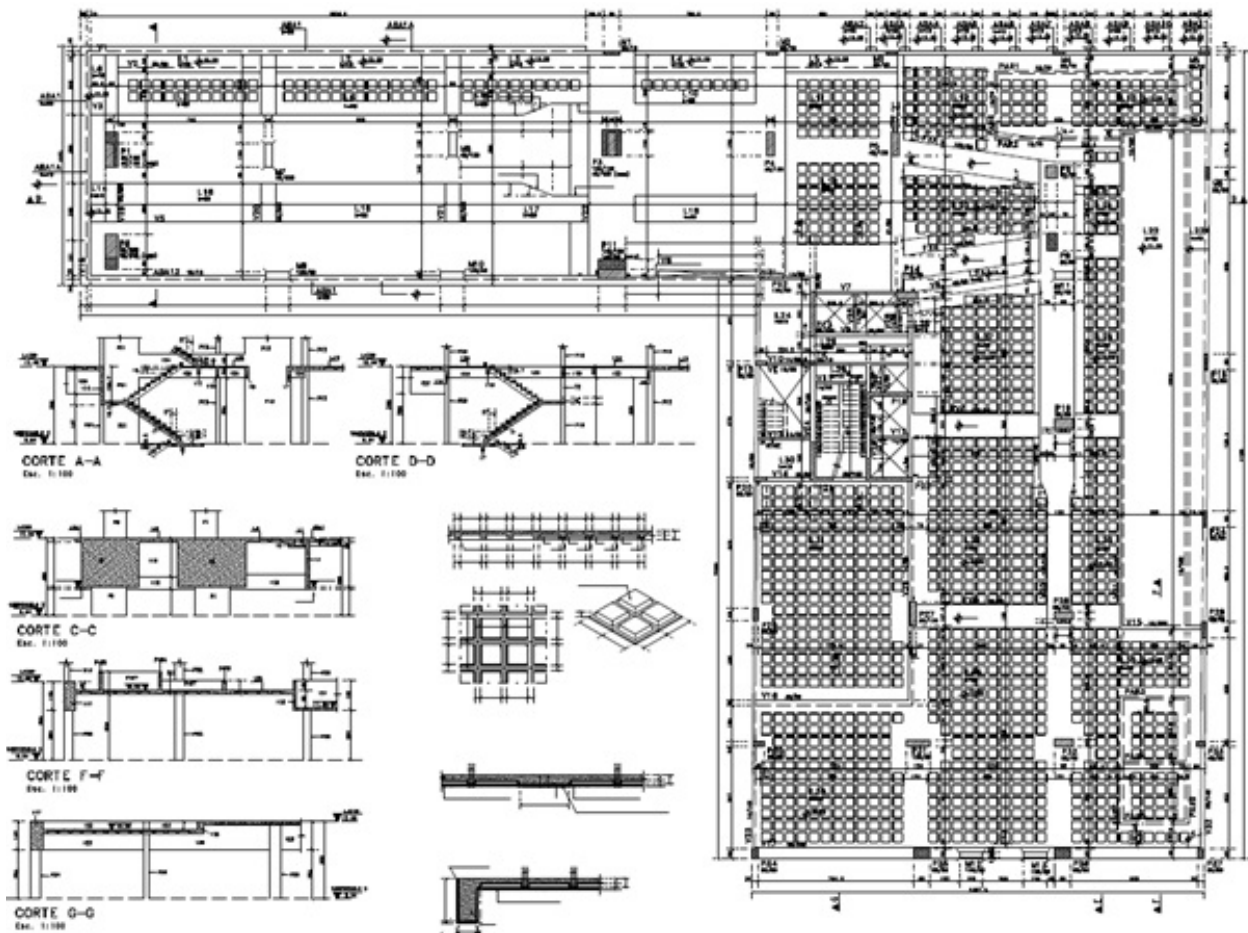


Figura 2.1.1 – Forma do pavimento de transição

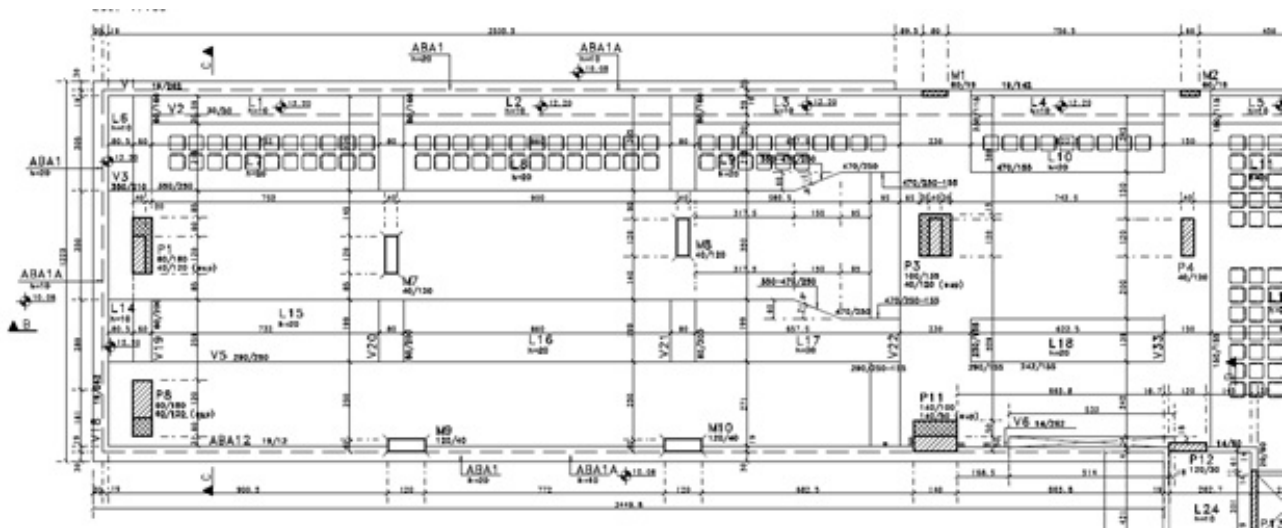


Figura 2.1.2 – Detalhe do pavimento de transição

valores elevados acima de 12 metros, com problemas de deformação lenta do concreto ao longo dos anos e vibrações indesejáveis, o que comprometeria o conforto dos habitantes da edificação.

Foi desenvolvido, então, o estudo de uma estrutura bastante arrojada, mas com comportamentos estático e dinâmico satisfatórios.

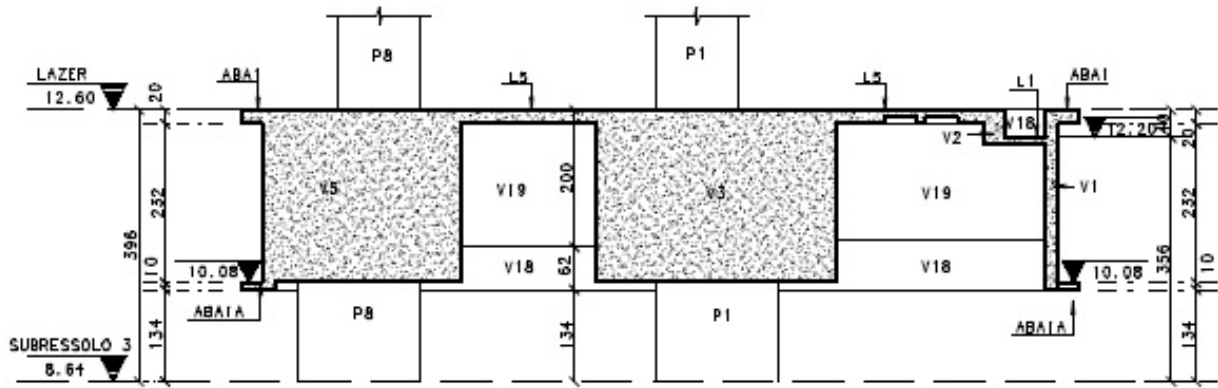


Figura 2.1.3 – Seção transversal das vigas de transição

2.2.1 – O PROJETO ESTRUTURAL

A estrutura da torre do Edifício DC-360 nos seus andares que formam a torre, dispõe de uma laje nervurada protendida do tipo *PavPlus*, com 30 cm de espessura, exceto na fachada norte, onde a laje é maciça com espessura variável, conforme pode-se observar nas figuras 2.2.1.1.

O núcleo central de concreto nasce nas fundações e prosseguem até o topo da edificação, enquanto os demais pilares, de seção circular, nascem em um pavimento de transição, na terceira laje acima do pavimento térreo, com vigas que se apoiam no núcleo central e em pilares que nascem nas cortinas de contenção situadas nos limites da edificação.

As grandes vigas de transição são em concreto protendido com cordoalhas engraxadas, como se pode observar na figura 2.2.1.3.

Foram utilizados concretos de alta resistência e desempenho, com valores de Fck 50 MPa, na estrutura como um todo, e para os pilares até o 17º piso, Fck 80 MPa.

Foi estudado o plano de escoramento para a execução da laje de transição, e devido ao seu

peso elevado, seria necessário escorar todas as lajes até o 4º subsolo, com custos muito elevados e oferecendo dificuldade para o trânsito de operários e transporte de materiais por dentro da obra.

Dessa maneira, foi estudado um plano de concretagem e de protensão para as vigas de transição, de forma a concretar 1 metro de espessura das vigas de transição, aplicar a protensão, que foi dimensionada para suportar o peso da concretagem do restante das vigas de transição e das lajes, permitindo a retirada de todo os escoramentos desta laje para baixo.

Foi adotado para todo este pavimento, incluindo pilares, vigas e lajes Fck 80 MPa.

Outra dificuldade construtiva foi encontrada na execução deste pavimento: a questão da temperatura a que o concreto iria atingir na ocasião do seu lançamento, o que exigiu que o Prof. Eduardo Cabral, juntamente com sua equipe e a equipe da concreteira Apodi,

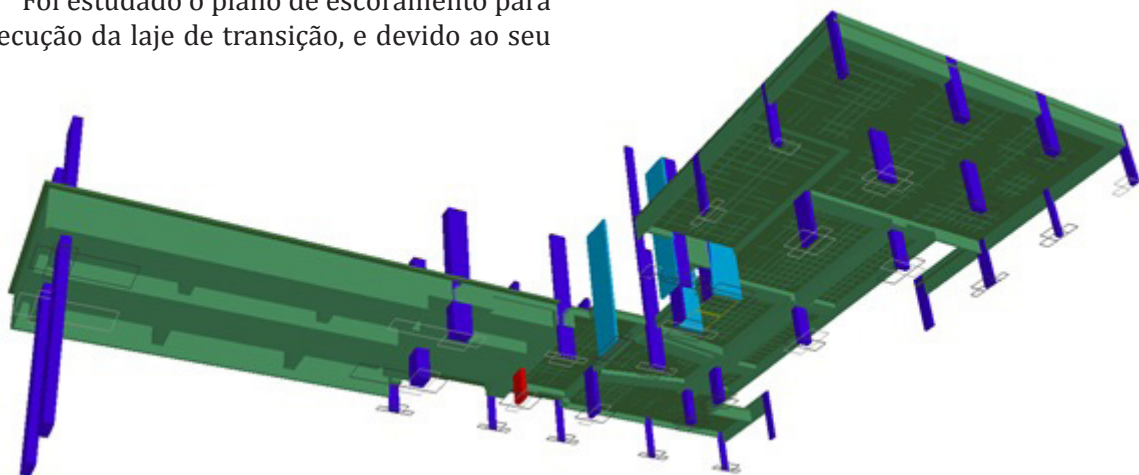


Figura 2.1.1.1 – Modelo estrutural do pavimento de transição

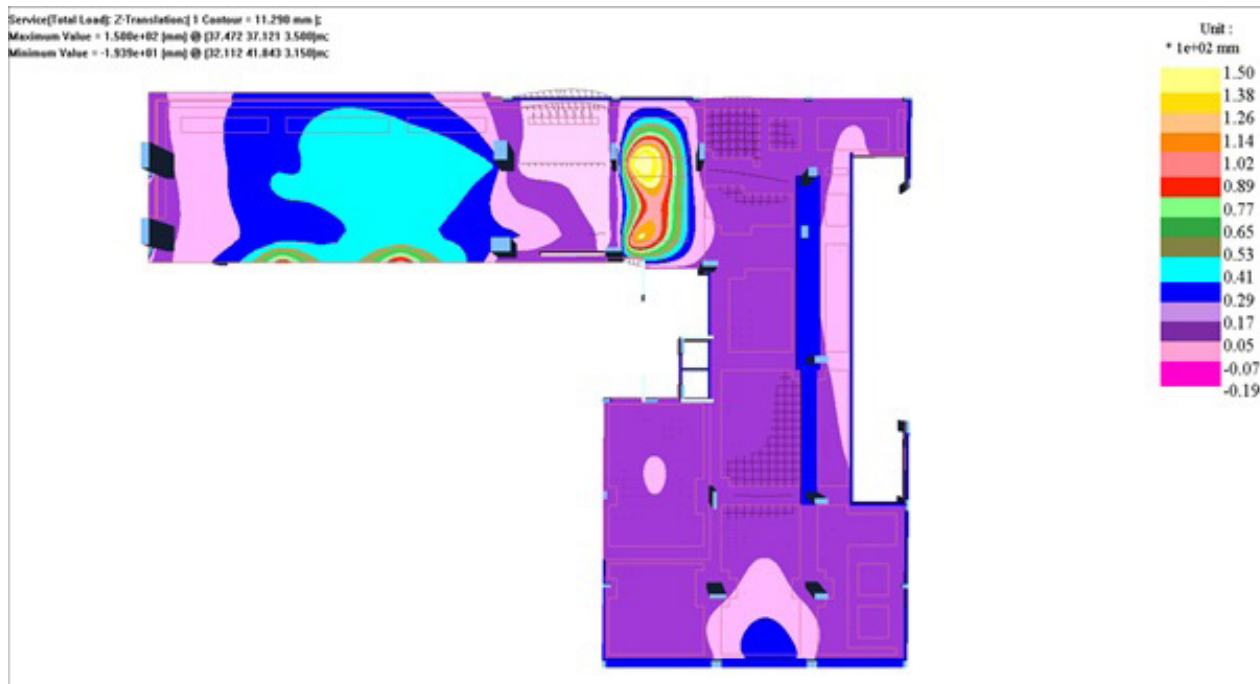


Figura 2.1.1.2 – Deformações do pavimento de transição no ato da protensão

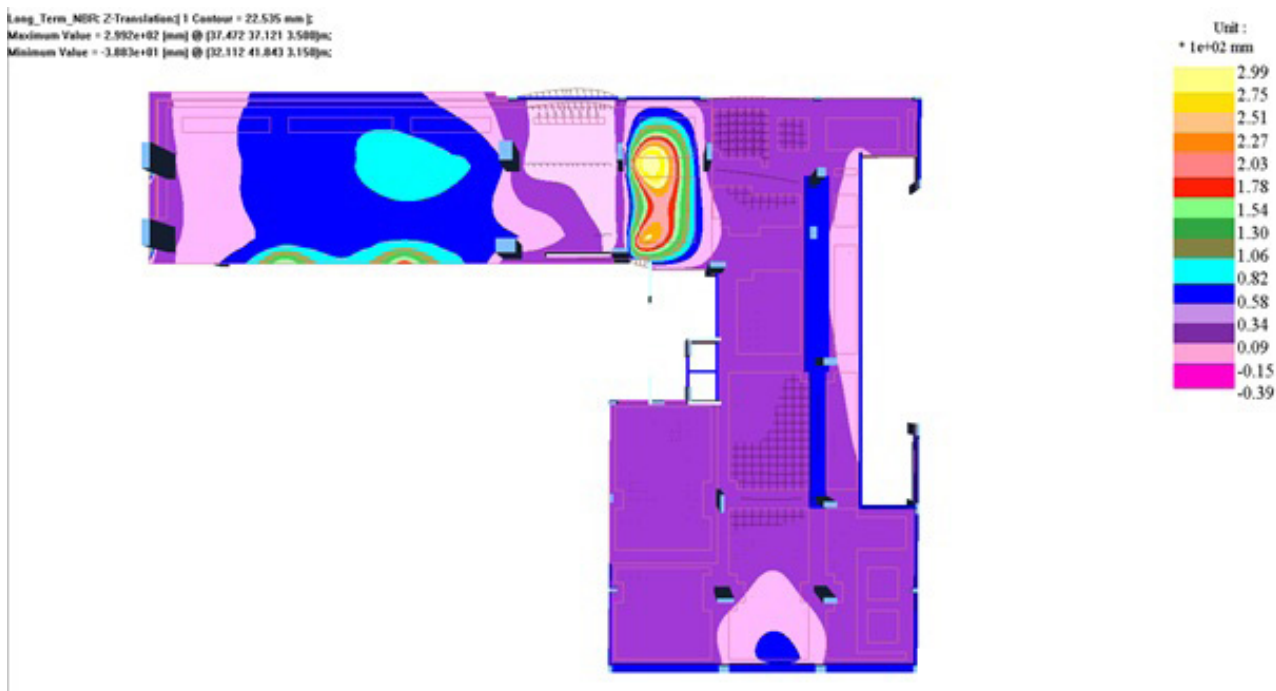


Figura 2.1.1.3 – Deformações do pavimento de transição ao longo do tempo

analisassem e ensaiassem um protótipo da obra com o concreto a ser utilizado e que viesse a atender as especificações de resistência e módulo de elasticidade especificado pelo projeto estrutural.

A concretagem foi feita em três fases, em três sábados seguidos, por questões de logística devido ao grande volume de concreto demandado para a concretagem deste pavimento.

Os pisos 17, 18 e 20 são outros pontos de destaque deste projeto, pois existe em cada um deles na fachada norte, balanço com 11.95 metros, o que exigiu uma solução estrutural que conseguisse vencer o balanço com deformações menores que as exigidas pela Norma ABNT NBR6118/2014 e ainda não causasse desconforto aos usuários, com vibração aceitável.

A solução adotada foi usar vigas

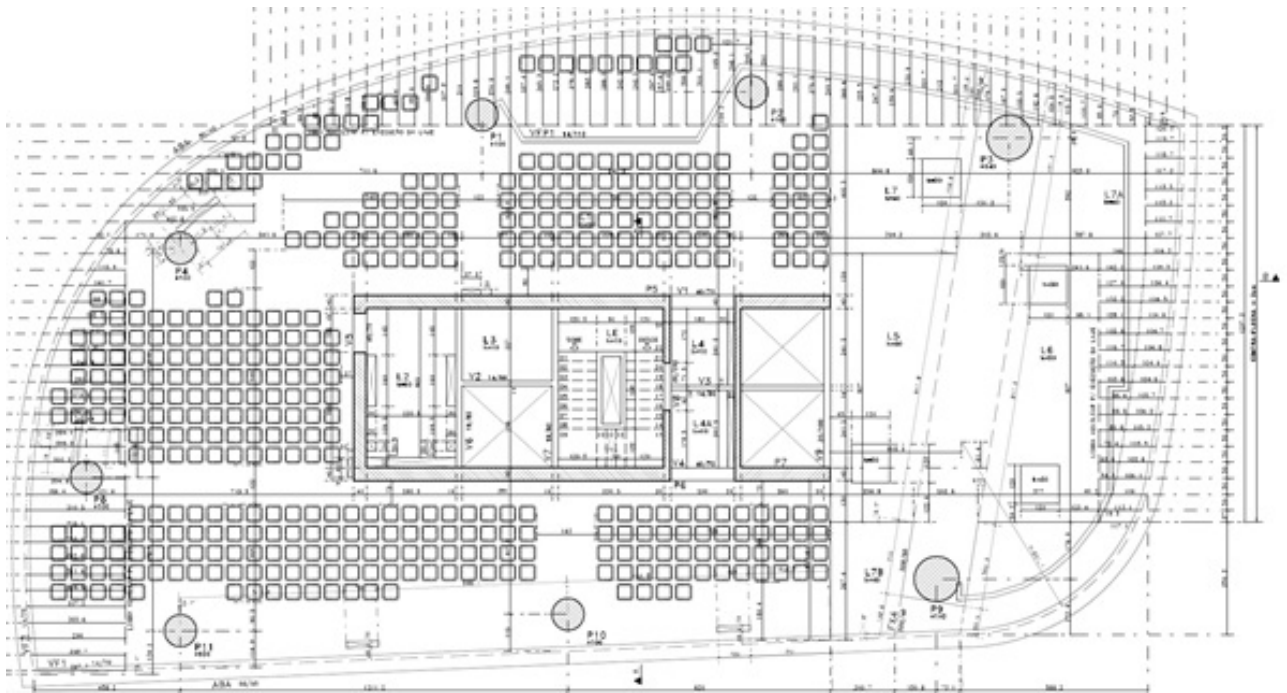


Figura 2.2.1.1 - Forma do pavimento tipo

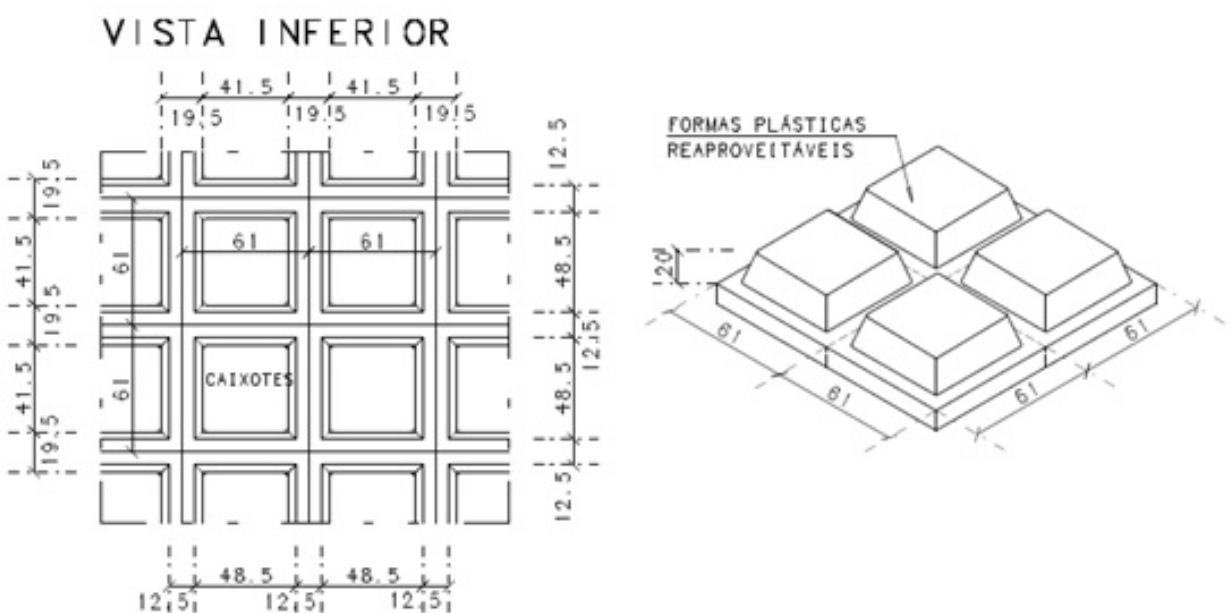


Figura 2.2.1.2 - Detalhe típico da laje nervurada tipo PavPlus

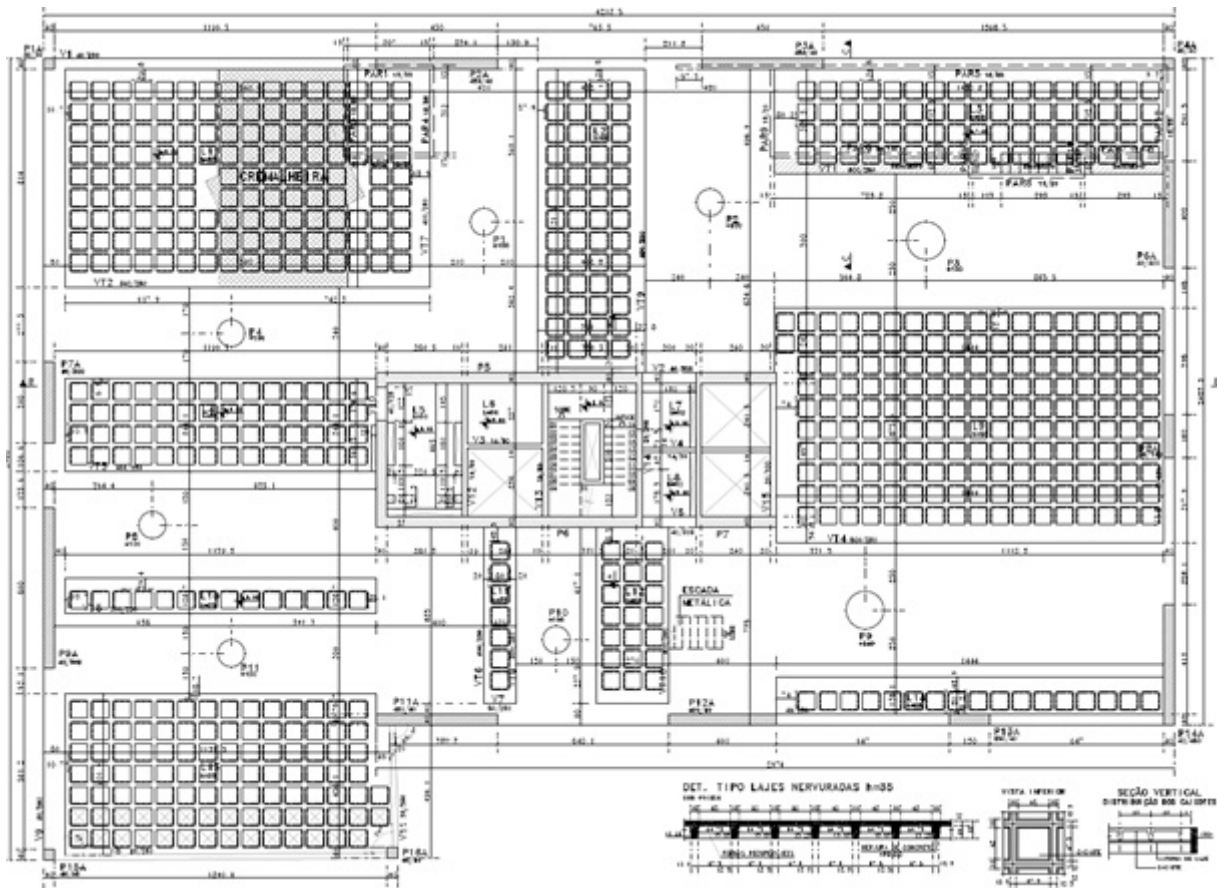


Figura 2.2.1.3 – Forma do pavimento de transição (Roof Garden)

protendidas com laje na sua face inferior, de maneira a contar com a mesa das lajes na região comprimida da viga (vigas “T” invertidas). O piso é constituído por placas pré-fabricadas dispostas entre as vigas para criar uma superfície plana (ver figuras 2.2.1.4, 2.2.1.5 e 2.2.1.6).

2.3 – EDIFÍCIO SKY

Este edifício situa-se vizinho ao Edifício One, hoje o mais alto edifício de Fortaleza, também construído pela Construtora Colmeia e projeto de arquitetura de Daniel Arruda.

Trata-se de uma estrutura muito esbelta, com coeficiente de esbeltez (relação entre a altura do edifício acima do solo e sua menor dimensão em planta) de 12. Considera-se estrutura com esbeltez alta, quando este valor ultrapassa 8.

A altura total deste edifício é 169 metros, sendo 2 metros mais alto que o Edifício One.

O desafio deste projeto foi a concepção e dimensionamento de uma estrutura eficiente para superar os problemas que existem em uma edificação muito esbelta, que são os deslocamentos no topo da edificação e os

problemas surgidos com os efeitos dinâmicos, que são a frequência natural e a aceleração da estrutura, que causam desconfortos nos usuários, caso estes efeitos não estejam em conformidade com os valores que as Normas que conceituam os limites aceitáveis não sejam atendidas.

2.3.1 – O PROJETO ESTRUTURAL

A estrutura deste edifício é constituída por lajes nervuradas protendidas do tipo *PavPlus*, em todos os seus pavimentos.

Foram adotadas resistências do concreto na estrutura como um todo, de f_{ck} 50 MPa e para os pilares até o 16º piso, f_{ck} 80 MPa.

As fundações foram projetadas pelo Eng. Luciano Decout, sendo constituídas na torre, sobre estacas do tipo raiz e estacas do tipo T com barras roc-solo de 3”, e nas áreas fora da torre, fundações diretas em sapatas de concreto armado.

Os blocos de coroamento das estacas foram projetados pelo nosso escritório.

Este tipo de estaca apresenta altíssima capacidade de carga levando a uma economia

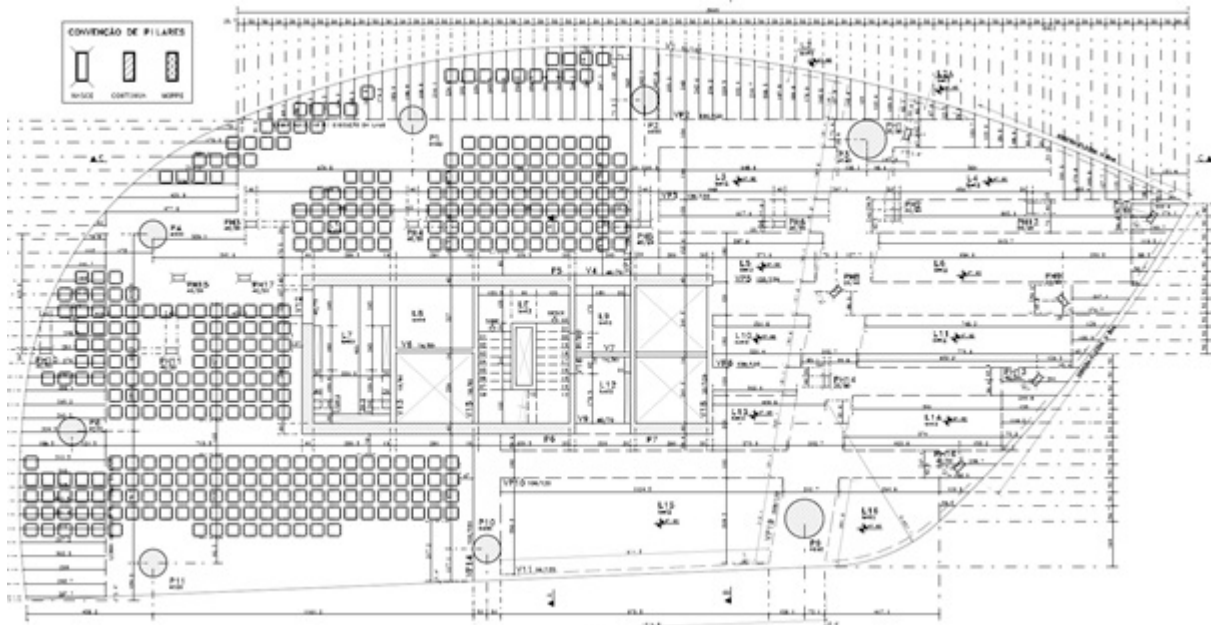


Figura 2.2.1.4 - Forma do 17º piso com balanço de 11,95 metros

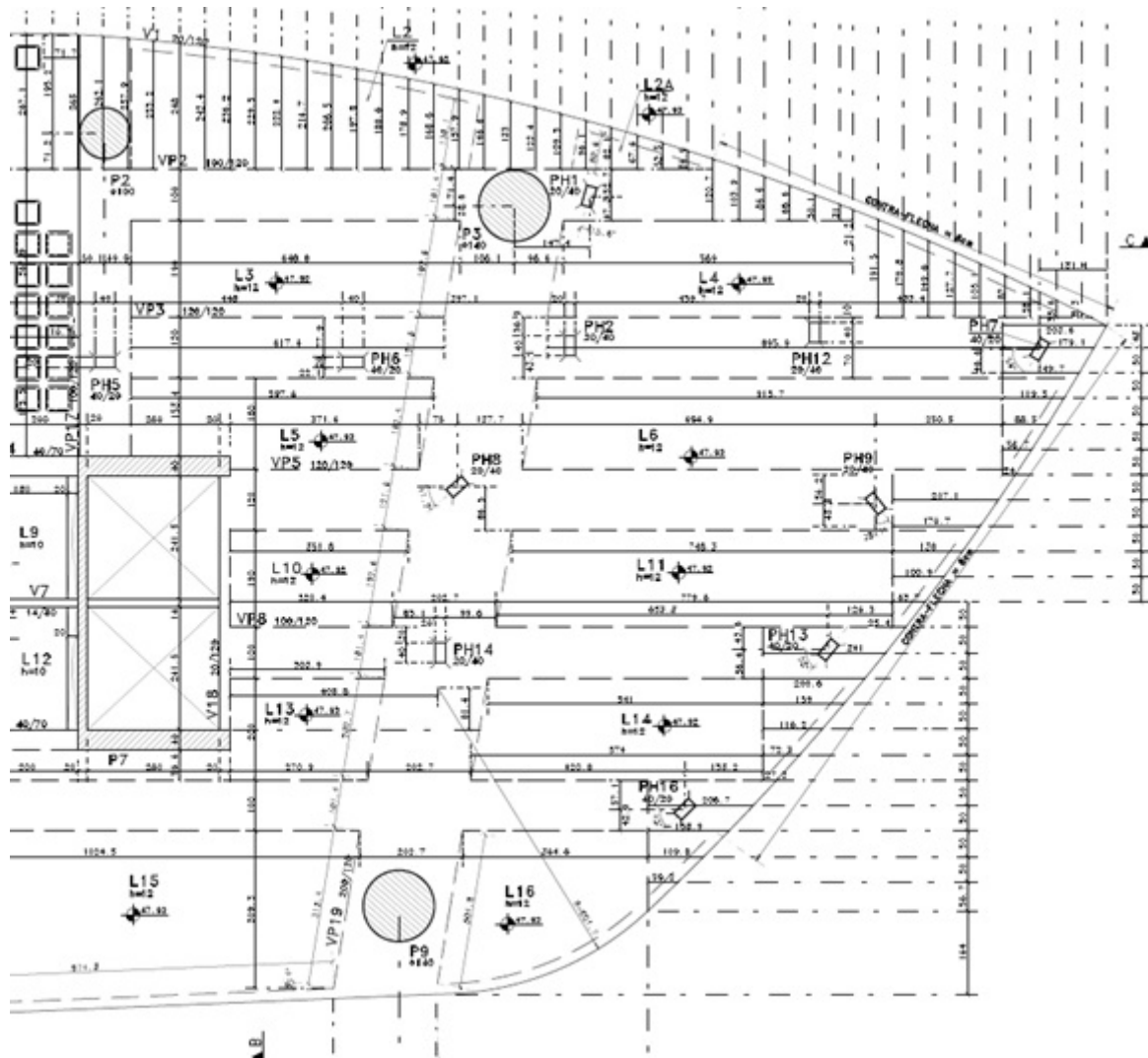


Figura 2.2.1.5 - Forma do 17º piso com balanço de 11,95 metros - detalhe

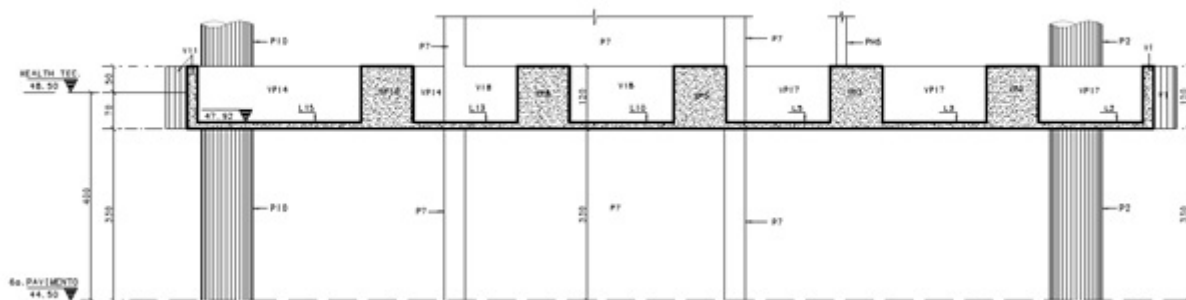


Figura 2.2.1.6 – Seção transversal da forma do 17º piso na área do balanço de 11,95 metros

muito grande nos blocos de coroamento, que se tornam muito menores que os blocos de coroamento das estacas do tipo raiz ou hélice contínua monitorada.

Como esta estrutura é muito alta e esbelta, foi feito ensaio de túnel de vento pela empresa BRE, de Londres, Inglaterra, com a finalidade de determinar os esforços do vento na edificação e fornecer subsídios para o cálculo das ações dinâmicas.

As velocidades básicas do vento foram obtidas através de um estudo climatológico

realizado pela empresa WSYS, com a finalidade de que o ensaio do túnel de vento conseguisse simular com mais precisão as condições locais do vento.

Os resultados de aceleração da estrutura, na análise dinâmica efetuada pelo consultor Eng. Sérgio Stolovas, que trabalhou conosco neste projeto, apresentou resultados insatisfatórios, nas primeiras análises, com valores acima dos que são considerados bons.

Dessa maneira, como o prédio possui dois apartamentos por andar, distribuídos de



Figura 2.3.1.1 – Ensaio em túnel de vento do Edifício One e Edifício Sky

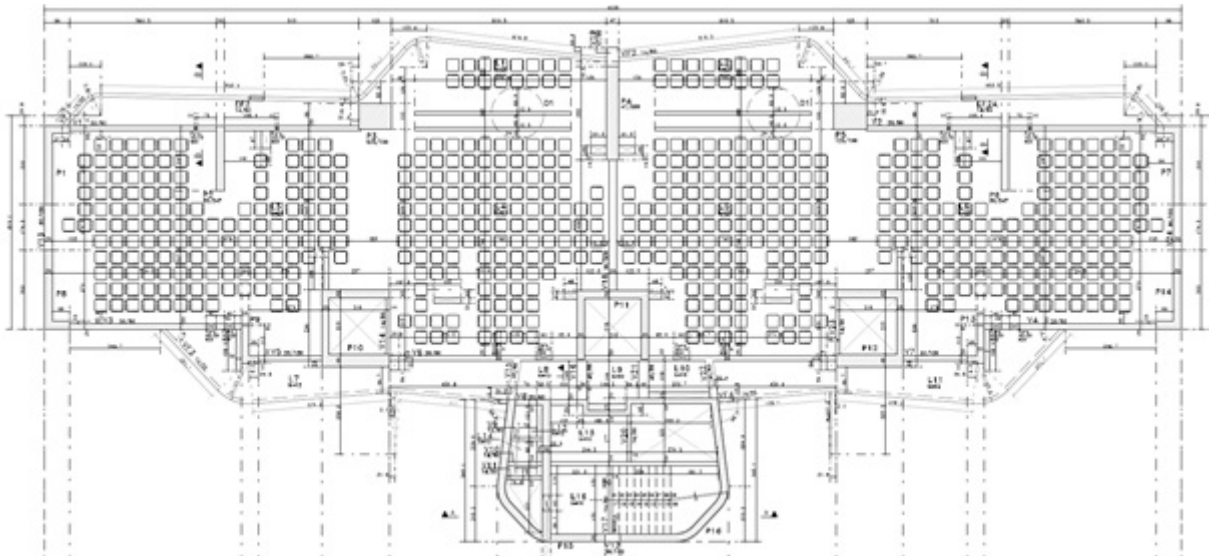


Figura 2.3.1.2- Forma do pavimento tipo

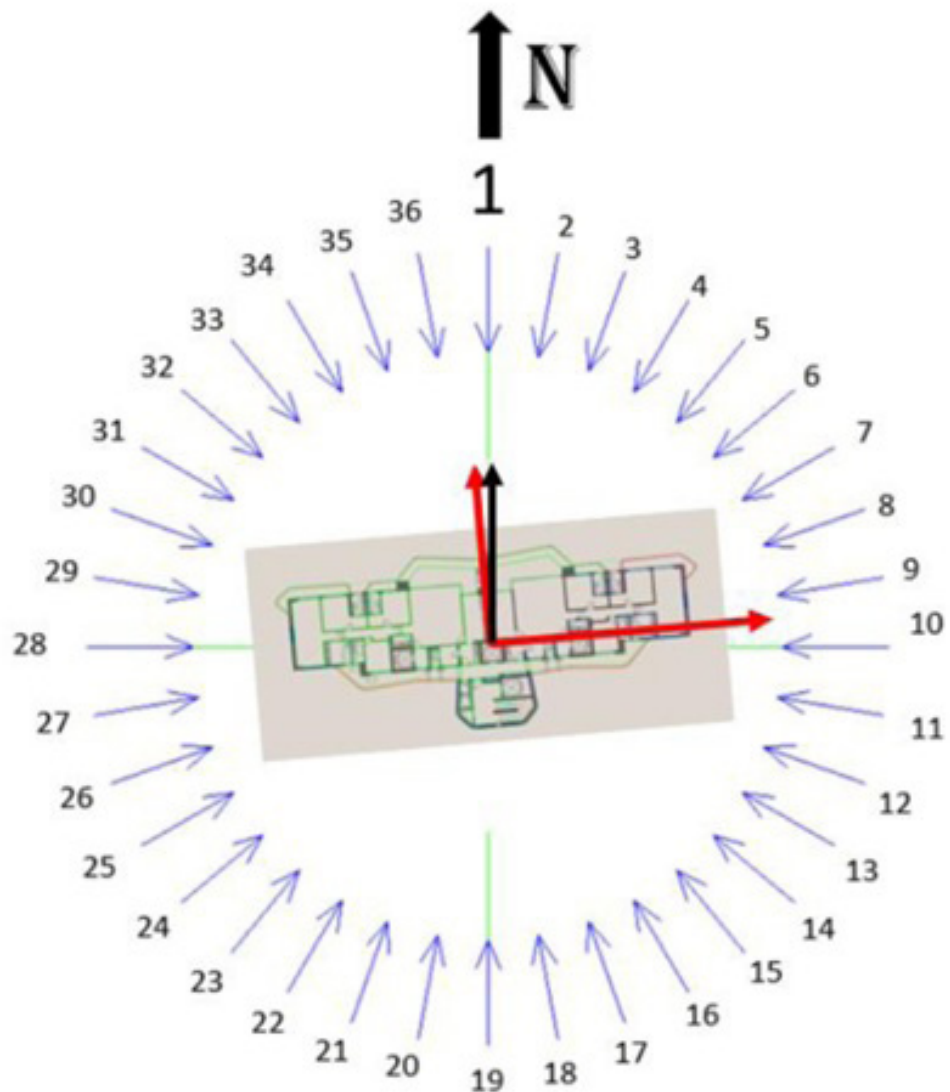


Figura 2.3.1.3- Direções de incidência do vento



Figura 2.3.1.4- Localização do Edifício Sky

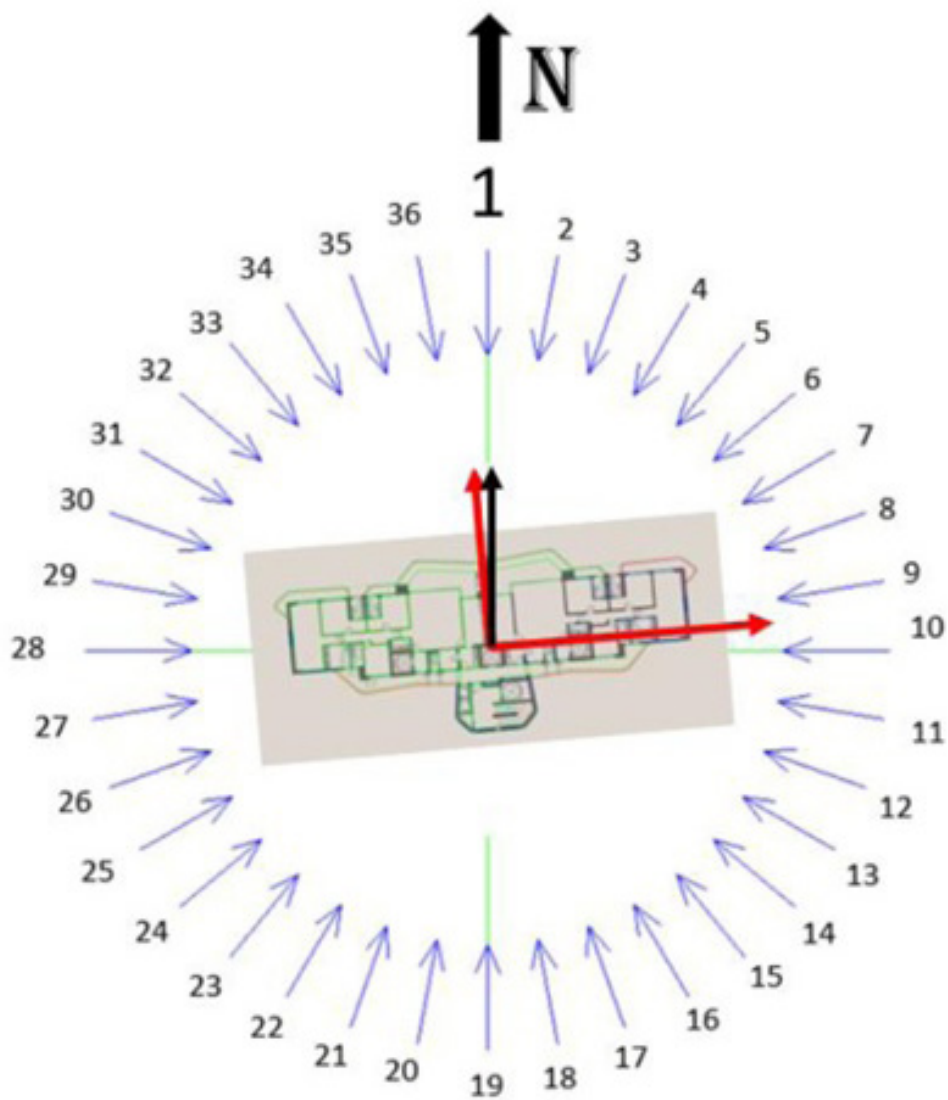


Figura 2.3.1.5- Acelerações extremas induzidas para $V'=0,90V_0$ para cada direção de incidência do vento

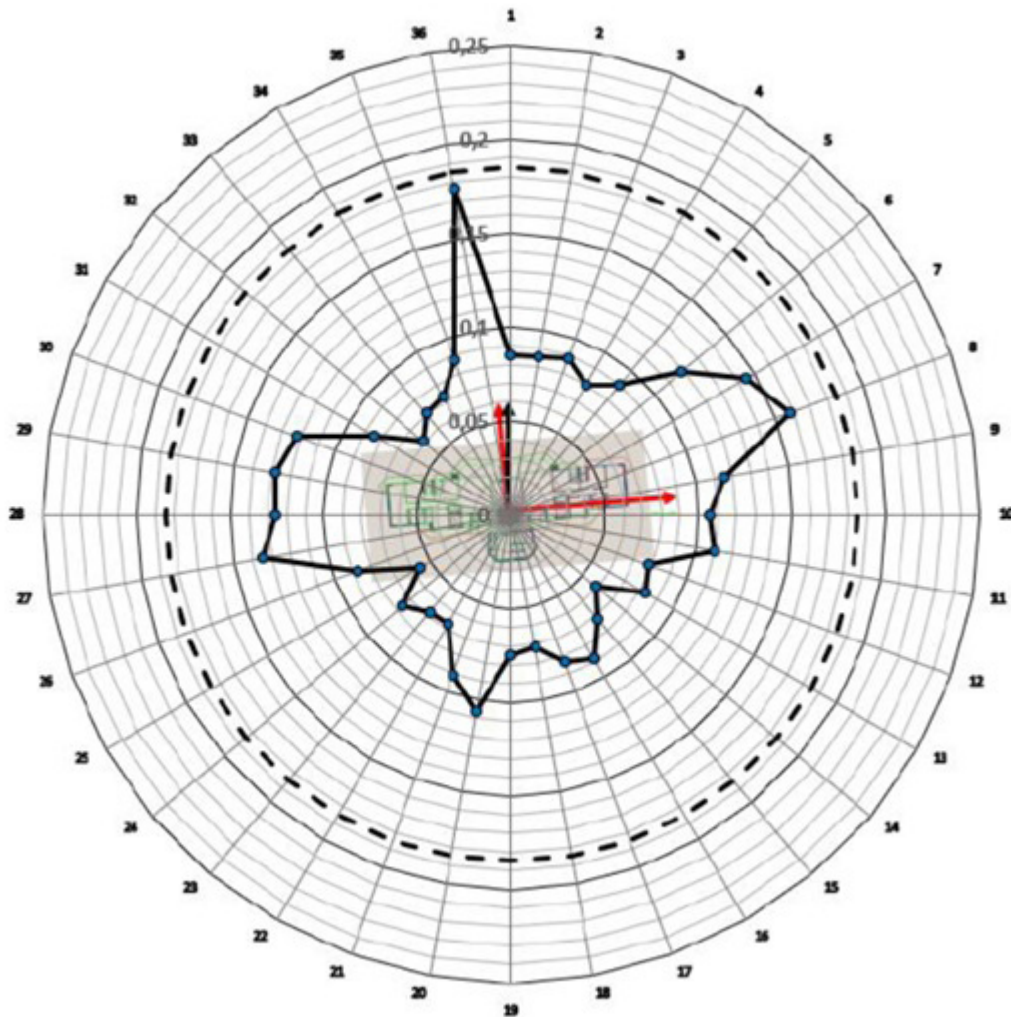


Figura 2.3.1.6- Valores das velocidades do vento obtidas pelo estudo climatológico

maneira simétrica na planta, projetamos no centro dos pavimentos da torre, uma grande parede estrutural que acopla o núcleo rígido da estrutura que fica na região de escadas com um pilar parede que fica na fachada norte (ver figura 2.3.1.2).

Com isso, a análise estrutural feita mostrou resultados bem melhores que na solução original sem esta parede, e dentro dos limites aceitáveis para estruturas desta natureza.

As figuras 2.3.1.3, 2.3.1.4, 2.3.1.5 e 2.3.1.6 apresentam dados e resultados das análises dinâmicas realizadas neste projeto.

3 - CONCLUSÃO

A engenharia estrutural é extremamente exigida quando edifícios com alto grau de complexidade são projetados, seja por conta das grandes alturas das edificações, seja por conta das solicitações dos empreendedores proprietários, seja para tornar viável e materializar os projetos de arquitetura arrojada.

Para tanto, se faz necessário uma perfeita integração entre o engenheiro estrutural, o arquiteto e as demais disciplinas para materializar o que está sendo projetado, com segurança e com economia.



MONITORAMENTO E MODELAGEM DA QUALIDADE DE ÁGUA EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA SEMIÁRIDA

Berthyer Peixoto Lima

Engenheiro Agrônomo

LIMA, B. P. Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. Revista da Academia Cearense de Engenharia, v. 5, n^{os} 1 e 2, p. 64-75. 2023/2024.

RESUMO

O artigo teve como objetivo apresentar uma metodologia para caracterização da qualidade de água na bacia hidrográfica do açude Acarape do Meio no Semiárido Brasileiro. O mapeamento do uso do solo e o monitoramento de parâmetros de qualidade de água possibilitaram a identificação de fontes poluidoras e a construção do diagnóstico da bacia. A partir da modelagem da qualidade de água, 37 km do Rio Pacoti foi classificado como classe 4, exceto sua nascente que ficou na classe 2. As principais fontes poluidoras para a degradação dos corpos hídricos foram as deficitárias Estações de Tratamento de Esgoto, a falta de saneamento básico na zona rural, a pecuária e a atividade agrícola. O modelo QUAL-UFMG estimou a carga de entrada de fósforo no açude em 13,7 ton.ano⁻¹ para uma concentração de 0,56 mg.L⁻¹ e vazão média em 1,48 m³.s⁻¹. Os coeficientes calibrados K1, Ks, Kd, Kb, Kspo, Koi e K2 foram iguais a 0,45 d⁻¹, 0,29 d⁻¹, 0,68 d⁻¹, 0,65 d⁻¹, 0,1 d⁻¹, 0,01 d⁻¹ e 5,4 d⁻¹, respectivamente. Avaliaram-se as intervenções políticas e infraestruturais na bacia em dois cenários: melhoria na eficiência de operação das ETE's e efetivação de políticas públicas, que reduziram consideravelmente a carga de fósforo.

Palavras-chave: classificação dos corpos d'água, modelo QUAL-UFMG, carga de fósforo em rio.

ABSTRACT

This paper aimed at presenting a methodology for evaluating the water quality at the Acarape do Meio catchment in the Brazilian Semi-arid. The land use mapping and monitoring of water quality parameters enabled the identification of main polluting sources and the construction of a catchment diagnosis. According to the water quality modelling, a stretch of 37 km along the Pacoti River was classified as class 4, except for those located at the catchment headwater, which was classified as class 2. The main polluting sources contributing to the water degradation were the inefficient Sewage Treatment Plants, the lack of basic sanitation in rural areas, livestock and agriculture activities. The QUAL-UFMG model estimated an affluent phosphorous load at the reservoir entrance of 13.7 ton.year⁻¹ for a concentration of 0.56 mg.L⁻¹ and mean water discharge of 1.48 m³.s⁻¹. The K1, Ks, Kd, Kb, Kspo, Koi and K2 coefficients were 0.45, 0.29, 0.68, 0.65, 0,1, 0,01 d⁻¹ and 5.4 d⁻¹, respectively. The impacts of political and infrastructural measures over the catchment were evaluated taking into account two scenarios: improvement of efficiency at Sewage Treatment Plants and implementation of effective public policies, which reduced significantly the affluent phosphorous load into the reservoir.

Key words: water bodies classification, model QUAL-UFMG, phosphorus load.

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará tem nas suas reservas hídricas superficiais sua principal fonte para atendimento aos múltiplos usos. Para o setor de abastecimento humano, as águas dos reservatórios monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) fornecem 81% de toda essa demanda e, para

os demais usos como indústria e irrigação, esse valor supera os 90% (PACTO DAS ÁGUAS, 2008).

O sistema hídrico que atende à demanda das bacias metropolitanas é formado pela interligação dos reservatórios Pacajus-Pacoti-Riachão-Gavião, no entanto esse sistema hídrico aporta água de outros reservatórios, dentre eles o açude Acarape do Meio (COGERH, 2010). Portanto, qualquer intervenção antrópica que

ocorra nesta bacia de origem tem efeito direto no sistema hídrico que atende a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). A degradação da qualidade das águas nas bacias metropolitanas já é uma realidade preocupante, cujos reservatórios estão eutrofizados ou hipereutrofizados (COGERH, 2016).

Ter o conhecimento das atividades que impactam a qualidade de água de uma bacia hidrográfica, e mais especificamente na região semiárida devido à intermitência de seus rios, é um mecanismo imprescindível para os gestores e tomadores de decisão em recursos hídricos. O Estado do Ceará ainda não efetuou qualquer enquadramento de corpos de água. Mapear o uso e ocupação do solo para o diagnóstico de uma bacia, bem como avaliar a qualidade de suas águas e classificá-las, são fases indispensáveis e obrigatórias para o processo de enquadramento de corpos de água em uma bacia hidrográfica, igualmente para a implementação de políticas públicas voltadas para o controle das poluições pontuais e difusas. Nesta perspectiva, a modelagem da qualidade de água se revela como uma estratégia para avaliar a condição atual do corpo hídrico, bem como antever cenários mais deletérios, o que proporcionará a construção de ações e programas para equacionar o problema e evitar o colapso hídrico.

É incontestável que o progresso da sociedade provoca o incremento da demanda por água, o que tem levado a alterações negativas na qualidade dos recursos hídricos (SANTOS *et al.*, 2006). Maillard & Santos (2008), estudando a influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água para uma bacia no semiárido, concluíram que o uso do solo afetou diretamente o escoamento superficial, impactando nos valores de alguns parâmetros químicos, tais como turbidez, nitrogênio e coliformes totais.

Tomando por base o modelo QUAL2E, desenvolvido pela *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - UESPA), o pesquisador Von Sperling (2007) desenvolveu o modelo denominado de QUAL-UFMG, saindo da condição da linguagem computacional para a plataforma em EXCEL. Isso proporcionou um modelo de melhor clareza em cada etapa da modelagem, ficando o processo mais simples. O modelo simula os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio e suas frações, fósforo e suas frações e coliformes termotolerantes.

Paz & Barbosa (2011) inferiram que o modelo QUAL-UFMG, se mostrou uma importante ferramenta para analisar os efeitos da poluição por fontes pontual e não pontual e para avaliação de cenários, objetivando o cumprimento da legislação pertinente. Tedoro *et al.* (2013) também trabalharam com esse modelo para gerar cenários para o rio Taquari e enalteceu sua simplicidade e eficácia, corroborando com que Lindenschmidt (2006) afirmara no estudo de incertezas de modelos na modelagem da qualidade de rios, onde o mesmo elencou a complexidade dos modelos.

Amin *et al.* (2016) utilizaram o modelo SWAT para estimar a carga de nutrientes e de sedimentos em uma bacia cárstica na Pensilvânia (EUA) e concluíram que o uso de modelos pode ser uma poderosa ferramenta para a gestão dos recursos hídricos.

Salla *et al.* (2013) utilizaram o modelo QUAL-UFMG para avaliar a capacidade de autodepuração do Rio Jordão-MG, e concluíram que o referido modelo conseguiu simular as condições atuais e de cenários futuros. Costa & Teixeira (2010), aplicando o modelo QUAL-UFMG para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Ouro em Araraquara - SP, obteve como coeficiente de desoxigenação (K_1) um valor médio de $0,40 \text{ d}^{-1}$ e para o coeficiente de reaeração (K_2) um valor de $10,5 \text{ d}^{-1}$. Estudando a modelagem do Rio Poti no Estado do Piauí, Oliveira Filho (2014) encontrou K_2 igual a $3,44 \text{ d}^{-1}$ e os coeficientes de decomposição da DBO (K_d) e do decaimento bacteriano (K_b) iguais a $0,85 \text{ d}^{-1}$ e $0,5 \text{ d}^{-1}$, respectivamente.

Desta forma, o modelo QUAL-UFMG vem se mostrando uma ferramenta precisa e indispensável para a composição de qualquer sistema de monitoramento da qualidade de água. Mendes (2014) enalteceu os resultados satisfatórios que esse modelo proporcionou para a gestão e geração de cenários para a bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe-CE. Somando a esse modelo, um banco de dados de qualidade de água consistente, e um correto e atualizado mapeamento do uso e ocupação do solo, a gestão dos recursos hídricos no semiárido será mais eficiente, eficaz e racional.

Portanto, a proposta deste artigo foi aplicada ao Açude Acarape do Meio que, além de ter uma influência na qualidade da água do sistema que mantém a segurança hídrica de toda a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), é responsável pelo abastecimento humano de seis

sedes municipais e do segundo maior parque industrial do Estado do Ceará. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo principal efetuar o diagnóstico, a avaliação da qualidade da água e a classificação dos corpos hídricos da microbacia do Açude Acarape do Meio no semiárido cearense como plataforma básica para um futuro processo de enquadramento dos corpos hídricos daquela bacia.

METODOLOGIA

Para um efetivo diagnóstico da bacia hidrográfica do Açude Acarape do Meio, cuja área é de 240 km², foi realizado um levantamento do uso e ocupação do solo, através da aplicação de um questionário junto às instituições e órgãos públicos localizados na bacia. Além disso, foram levantados em campo aproximadamente 300 pontos usando um GPS portátil, dentre outros pontos, para identificação das fontes poluidoras pontuais e difusas, as quais foram mapeadas utilizando o software ArcGIS.

Esta pequena bacia é formada por uma rede de drenagem, onde tem no Rio Pacoti sua principal calha com uma extensão aproximada de 37 km e uma área que representa 80% da área total da bacia, desde sua nascente até a entrada do reservatório Acarape do Meio, com alguns tributários, além de outros três pequenos

riachos, o Canabrava com 9,67 km, o Brenha com 4,0 km e o Calção com 3,7 km de extensão, totalizando 20% da área total da bacia (ver Figura 1). Para o controle e monitoramento da qualidade da água, foram instaladas oito seções de controle para a medição de vazão diária no período chuvoso e coleta mensal de água para análise dos parâmetros OD, DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes.

A distribuição das seções atendeu aos seguintes critérios: quatro seções no Rio Pacoti, duas seções no Riacho Canabrava, uma seção no Riacho Brenha e uma no Riacho Calção. As seções foram instaladas antes e depois de uma fonte poluidora. No Rio Pacoti, com quatro seções: a primeira localizou-se na nascente daquele rio; a segunda após a sede municipal de Pacoti e a jusante de duas Estações de Tratamentos de Esgoto daquele município; a terceira seção ficou logo após uma expressiva área agrícola de horticultura da região e a última seção na entrada do açude Acarape do Meio e logo após a entrada de um expressivo tributário, o Riacho Salgado, cuja atividade principal é a pecuária.

A primeira seção de controle no Riacho Canabrava foi instalada após uma Estação de Tratamento de Esgoto na sede municipal de Palmácia e a outra seção próxima à entrada do açude já mencionado, da mesma forma que as seções dos Riachos Brenha e Calção, ficaram

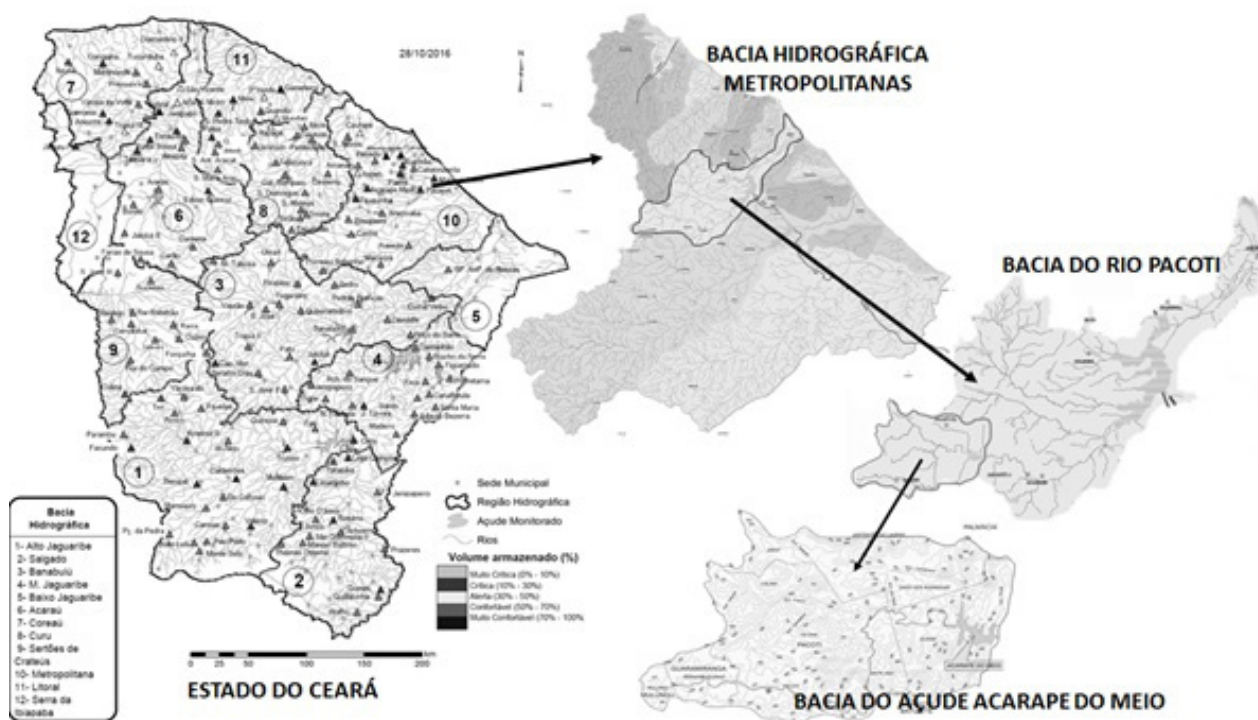


Figura 01 – Localização da área em estudo



Figura 02 – Localização da bacia do açude Acarape do Meio e as seções de controle

na entrada do açude Acarape do Meio para a estimativa da carga de fósforo que entrava naquele reservatório (Figura 01 e 02).

Para a medição de vazão nas seções de controle foram instaladas réguas linimétricas e colhidas suas leituras diárias. Com o medidor de vazão tipo FlowTracker foram tomadas cinco medições após o registro de precipitação no período chuvoso. Os dados de vazão diária foram colhidos durante os anos de 2013 e 2014 em seus respectivos períodos chuvosos, de onde foi possível traçar a curva-chave.

Do mesmo modo foram obtidos os dados de qualidade de água nas seções de controle para o mesmo período a partir da análise dos parâmetros OD, DBO, fósforo total e Coliformes Termotolerantes, que alimentaram o modelo QUAL-UFMG, a partir da média dos dados do período chuvoso de 2013 e 2104, sendo que, para a calibração do respectivo modelo, foram utilizados os dados médios de 2014 e para a validação os dados médios do ano de 2013.

Como o modelo QUAL-UFMG é oriundo do QUAL2E, o mesmo utiliza equações matemáticas para qualidade de água de rios, conforme a equação unidimensional de transporte de massa que é dada pela Equação 01.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - kC$$

Em que:

C é a concentração do constituinte (mg.L^{-1});

U é a velocidade média da água (m.s^{-1});

ε é a difusividade do constituinte na água ($\text{m}^2.\text{s}^{-1}$);

X é a coordenada longitudinal (m) e

k é o coeficiente de reação de primeira ordem (d^{-1})

No entanto, o QUAL-UFMG considera a aproximação de fluxo em pistão, na qual são desprezados os termos transiente e de difusão na Equação 01, sendo $t = X/U$ definido como o tempo de translado.

Logo, para o parâmetro DBO, pode-se descrever o processo de decomposição da matéria orgânica no rio através de uma reação de primeira ordem (Equação 02):

$$\frac{dL}{dt} = -K_d \cdot L$$

Em que:

L = concentração da DBO (mg.L^{-1});

K_d = coeficiente de decomposição da matéria orgânica no rio (d^{-1});

t = tempo (dias)

A cinética do oxigênio dissolvido, denominada de cinética da reaeração, pode ser descrita através da Equação 03:

$$\frac{dC}{dt} = -K_2 \cdot (C_s - C)$$

Em que:

Cs-C = déficit de oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹);

K₂ = coeficiente de reaeração (d⁻¹);

t = tempo (dias)

As cinéticas de fósforo orgânico e inorgânico representam o modelo do fósforo, conforme descrito pelas Equações 04 e 05:

Fósforo Orgânico

$$\frac{dP_{org}}{dt} = -K_{oi} \cdot P_{org} - K_{spo} \cdot P_{org}$$

Fósforo inorgânico

$$d \frac{P_{inor}}{dt} = K_{oi} \cdot P_{org} + S_{pinor}$$

Em que:

P_{org} = concentração de fósforo orgânico (mg.L⁻¹);

P_{inor} = concentração de fósforo inorgânico (mg.L⁻¹);

K_{spo} = coeficiente de remoção de fósforo orgânico por sedimentação (d⁻¹);

K_{oi} = coeficiente de conversão do fósforo orgânico a fósforo inorgânico (d⁻¹);

S_{pinor} = coeficiente de liberação do fósforo pelo sedimento de fundo (gO₂.m⁻².d⁻¹);

H = profundidade do rio (m)

A cinética do decaimento bacteriano retrata a taxa de mortalidade bacteriana e é avaliada através da Equação 06:

$$\frac{dN}{dt} = -K_b \cdot N$$

Em que:

N = número de coliformes (org/100 ml ou NMP – Número Mais Provável);

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano (d⁻¹);

t = tempo (dias)

Os coeficientes hidráulicos solicitados pela planilha QUAL-UFMG foram obtidos a partir de um valor médio, pela correlação da vazão com a velocidade do escoamento e vazão com a profundidade do escoamento na seção. Os outros dados para o trecho inicial do Rio Pacoti, tais como vazão, OD, DBO, fósforo orgânico, inorgânico e total e coliformes termotolerantes foram definidos como os dados médios da estação chuvosa na primeira seção de controle do citado rio, denominada de seção Pernambuco ou Califórnia.

Com o reconhecimento das poluições pontuais, tais como Estação de Tratamento de Esgoto, matadouros e áreas concentradas de

agricultura, foram escolhidos os parâmetros a serem modelados pelo QUAL-UFMG, bem como os valores de vazão média. Particularmente nas áreas irrigadas foi tomado o volume de água aplicado e a estimativa da vazão de drenagem. Esses valores foram inseridos nos pontos de entrada a partir do diagrama unifilar, como parte de uma das quatro planilhas do modelo QUAL-UFMG.

Para a calibração do modelo QUAL-UFMG lançou-se mão da ferramenta SOLVER do EXCEL com o objetivo de se obter o melhor valor para o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS), conforme Equação 07 para os respectivos coeficientes da cinética do OD, DBO, fósforo e coliformes termotolerantes. O coeficiente C_{NS} é uma medida de ajustamento do modelo de forma a indicar quanto esse modelo explica os valores observados.

$$CNS = 1 - \frac{\Sigma[Y_{obs} - Y_{est}]^2}{\Sigma[Y_{obs} - Y_{obsmed}]^2}$$

Em que:

Y_{obs} é o parâmetro de qualidade da água observado em campo;

Y_{est} = Dado estimado pelo modelo;

Y_{obsmed} = Média dos valores observados

Com os coeficientes calibrados, efetuou-se a validação do modelo. Com o processo de modelagem, testou-se dois cenários na bacia, simulando o parâmetro fósforo total: o primeiro seria a redução da carga de fósforo por parte das fontes poluidoras em 50%, incluindo as ETE's e a carga gerada pelas atividades agropecuárias; e o segundo cenário é possibilitar que apenas as ETE's do Rio Pacoti possam ter uma eficiência de 85% de remoção, sem efetuar qualquer outra redução nas demais fontes poluidoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do diagnóstico da bacia e da estimativa da produção de fósforo a partir das equações empíricas de von Sperling (2003), foi possível estimar a situação precária do saneamento básico, principalmente na zona rural, de acordo com os dados mostrados na Tabela 01. É importante informar que os dados na citada Tabela são predominantemente da zona rural, em cuja área reside 69% da população total. Diante desses números é possível perceber que não há qualquer sistema de saneamento básico

na zona rural, sendo que 95,7% dessa população, ou não tem banheiros, ou apresentam tão somente fossas rudimentares, o que ocasionam o lançamento de esgoto bruto diretamente no meio ambiente, o que certamente estará produzindo uma considerável carga de fósforo, DBO e coliformes termotolerantes. A zona urbana, que é caracterizada pelas sedes municipais de Pacoti e Palmácia, traz um considerável número de pessoas ligadas ao sistema de coleta de esgoto formado por três ETE's (Estação de Tratamento de Esgoto), denominadas de Pau do Alho e 13 de maio, no município de Pacoti, e a ETE Palmácia no município homônimo. No entanto essas ETE's se mostram totalmente deficitárias, o que as tornam muito mais danosas do que o esgoto bruto lançado pela população da zona rural, pois esta fonte poluidora se caracteriza como poluição difusa, cujo efeito é mais lento ao meio ambiente.

Ainda tomando por base as equações empíricas para estimativa do cálculo da carga de fósforo difusa por von Sperling (2003), nas atividades agropecuárias (Tabelas 02 e 03) é possível observar que na agricultura a produção agrícola de sequeiro representou a maior área plantada, contribuindo assim para a maior produção da carga de fósforo para essa atividade, por conta do uso da adubação química e orgânica sem uma adequada assistência técnica, conforme os questionários aplicados. No tocante a atividade pecuária, o rebanho bovino e suíno produziu a maior carga de coliformes termotolerantes. O número de animais da Tabela 03, foi convertido para unidade animal, por isso que a produção diária de dejetos ficou sendo o mesmo valor, 8,5 kg.cab.d⁻¹.

Com a calibração do modelo alcançou-se os devidos ajustes dos coeficientes para o OD, DBO, fósforo e coliformes termotolerantes. Para o coeficiente de desoxigenação (K_1) o valor

ficou em 0,45 d⁻¹, representando um valor de C_{NS} de 0,56, um valor considerado bom de acordo com a classificação de Moriase *et al.* (2007). O valor calibrado de K_1 ficou bem próximo ao encontrado por Costa e Teixeira (2010), que foi de 0,40 d⁻¹ para uma bacia na região sudeste. Isso se deve ao fato de que em ambos os casos as ETE's se comportaram como fontes pontuais de poluição cujo efluentes estão fora das normas estabelecidas pelo CONAMA nº 430/2011. Salla *et al.* (2013) encontraram para K_1 um valor de 0,03 d⁻¹, isso se deve provavelmente ao fato de não ter sido comentado qualquer fonte poluidora pontual.

No caso do coeficiente K_2 , esta pesquisa calculou um valor de 5,4 d⁻¹, enquanto Oliveira Filho (2014) encontrou um valor de 3,44 d⁻¹ para condições semelhantes no Rio Poti no Estado do Piauí. Salla *et al.* (2013), para o Rio Jordão em Minas Gerais, encontram um valor de 0,22 d⁻¹ para o K_2 , apesar de se tratar de um rio raso e com velocidade considerável, o que se esperaria valores maiores. Quanto ao coeficiente K_s , foi encontrado um valor de 0,29 d⁻¹. Esse valor se mostrou coerente pois, conforme von Sperling (2007), o valor de K_s é inversamente proporcional à profundidade do rio, sendo assim quanto mais profundo um rio, menor o valor de K_s . No entanto em relação à presença de fontes poluidoras pontuais, como ETE's deficitárias, esse valor tende a ter valores mais expressivos.

Quanto ao valor K_d , esta pesquisa encontrou um valor de 0,68 d⁻¹. O modelo conseguiu explicar 93% dos valores observados, ou seja, um valor de C_{NS} igual a 0,93, portanto muito bom conforme a classificação de Moriase *et al.* (2007). Comparando com outras pesquisas, para as condições do Rio Poti no Piauí, Oliveira Filho (2014) alcançou um valor de 0,85 d⁻¹, o que confirma a condição de rios rasos para ambas as

Tabela 01 – Saneamento básico e cálculo empírico para carga de fósforo produzida na área da bacia.

| População | Esgoto Bruto (hab) | Fossa Rudimentar (hab) | Fossa Séptica (hab) | Rede de Esgoto (hab) | Produção P na bacia (Ced*) (ton/ano) | Produção P no rio (Cedma**) (ton/ano) | Produção P no rio Fossa Verde (ton/ano) |
|-----------|--------------------|------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Urbana | 915 | 3956 | 883 | 4032 | 5,87 | 5,29 | 2,28 |
| Rural | 11490 | 9242 | 929 | 0 | 8,66 | 8,53 | 0,87 |
| Total | 12405 | 13198 | 1812 | 4032 | 14,54 | 13,83 | 3,15 |

* Ced - Carga de fósforo doméstico

** Cedma - Carga que chega ao meio-ambiente

Fonte: Autor, 2014

Tabela 02 – Áreas agrícolas na bacia do açude Acarape do Meio e estimativa da carga de fósforo para o ano de 2014

| Cultura | Área (ha) | Tipo de Solo | Necessidade Nutricional (kg/ha) | | % não absorção de P pela cultura | % perda de P para o solo | Necessidade Nutricional (ton) | Cálculo carga P que retorna (ton/ano) |
|------------|-----------|----------------|---------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | | | Sequeiro | Irrigado | | | | |
| Milho | 871,0 | Argiloso | 0,05 | 0,08 | 13,0 | 25 | 43,550 | 1,415 |
| Feijão | 584,0 | Arenoso | 0,06 | 0,06 | 6,0 | 25 | 35,040 | 0,526 |
| Algodão | 100,0 | Areno/argiloso | 0,05 | 0,07 | 1,1 | 6 | 5,000 | 0,003 |
| Mandioca | 100,0 | Areno/argiloso | 0,05 | 0,05 | 5,0 | 1 | 5,000 | 0,003 |
| Arroz | 972,0 | Areno/argiloso | 0,06 | 0,06 | 6,0 | 25 | 58,320 | 0,875 |
| Café | 1053,0 | Areno/argiloso | 0,03 | 0,06 | 5,0 | 1 | 31,590 | 0,016 |
| Banana | 3279,0 | Areno/argiloso | 0,03 | 0,03 | 5,0 | 1 | 98,370 | 0,049 |
| Manga | 100,0 | Areno/argiloso | 0,03 | 0,03 | 5,0 | 1 | 3,000 | 0,002 |
| Maracujá | 8,5 | Areno/argiloso | 0,03 | 0,03 | 40,0 | 40 | 0,255 | 0,041 |
| Hortaliças | 27,4 | Areno/argiloso | 0,03 | 0,03 | 13,0 | 25 | 0,822 | 0,027 |
| Total | | | | | | | | 2,956 |

Fonte: IBGE, 2014

Tabela 03 – Rebanho de animais na bacia e a estimativa da carga de fósforo difusa

| Rebanho | Cenário (f) | Nº de Animais | Produção Diária de Dejetos (kg/cab.dia) | Percentual Médio de Fósforo nos Dejetos (%) | Estimativa de Produção de Fósforo (ton/ano) |
|-----------|-------------|---------------|---|---|---|
| Bovino | 1 | 2193 | 8,5 | 0,35 | 23,81 |
| Equino | 1 | | 8,5 | 0,35 | 0,00 |
| Suíno | 1 | 601 | 8,5 | 0,30 | 5,60 |
| Ovino | 1 | 170 | 8,5 | 0,50 | 2,64 |
| Caprino | 1 | | 8,5 | 0,50 | 0,00 |
| Galináceo | 1 | 491 | 8,5 | 1,30 | 19,79 |
| Total | | | | | 51,84 |

Fonte: Autor, 2014

condições. Mendes (2014), para o Rio Jaguaribe, encontrou um valor de $0,09 \text{ d}^{-1}$, valor coerente para um rio profundo. No caso do coeficiente de decaimento bacteriano (K_b), encontrou-se um valor ajustado de $0,65 \text{ d}^{-1}$, bem próximo do valor de $0,50 \text{ d}^{-1}$ encontrado por Oliveira Filho (2014) para condições semelhantes no Rio Poti. Na pesquisa de Salla *et al.* (2013), o valor foi de $0,15 \text{ d}^{-1}$ para as condições da região sudeste. Quanto ao valor de C_{NS} , ficou em $0,80$, portanto também muito bom para a classificação de Moriasi *et al.* (2007).

Com o levantamento dos dados de qualidade de água nas seções monitoradas na bacia hidrográfica foi possível gerar o mapa das fontes poluidoras (Figura 03). A mesma mostrou a existência de quatro Estações de

Tratamento de Esgoto na bacia em estudo, sendo três localizadas no Rio Pacoti, das quais uma se encontra desativada, ficando próxima à nascente do rio supracitado. As outras duas ETE's do Rio Pacoti estão localizadas na entrada da sede do município de Pacoti, denominada de Pau do Alho e a outra na saída do município, denominada de 13 de maio. A terceira ETE da bacia em estudo é conhecida por ETE Palmácia, localizada no município de Palmácia no Riacho Canabrava. As ETE's são deficitárias, como mostra os dados médios de qualidade dos seus efluentes, conforme a Tabela 04.

Com o diagnóstico apresentado pela Figura 03, e a partir dos dados de qualidade de água que alimentaram os dados de entrada da planilha QUAL-UFMG (Tabelas 5 e 6), foi possível

Tabela 04 - Média aritmética dos valores dos parâmetros químicos nas ETE's - Ano 2014

| Parâmetro | ETE's - Valores Médios (2014) | | | Padrão de lançamento - Resolução CONAMA 430 | Padrão de lançamento - Portaria 154/2002 SEMACE |
|------------------|-------------------------------|--------|----------|--|--|
| | 13 Maio | Alho | Palmácia | | |
| OD (mg/l) | 2,62 | 3,30 | 1,49 | | > 3.0 |
| DBO (mg/l) | 160,72 | 234,26 | 116,53 | ≤120 | ≤60 |
| PT (mg/l) | 14,78 | 29,60 | 18,95 | | |
| COLI (NMP/100ml) | 2254730 | 44197 | 2259000 | | 5000 |

Fonte: Autor, 2014

Tabela 05-Dados médios de entrada para o ano de 2014 (Calibração)

| Seção Monitorada | Dados Medidos | | | | | Dados de Fontes Poluidoras | | | | |
|------------------|----------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------------|
| | q inicial (m ³ /s) | OD (mg/L) | DBO (mg/L) | P (mg/L) | COLI (NMP/ 100ml) | q inicial (m ³ /s) | OD (mg/L) | DBO (mg/L) | P (mg/L) | COLI (NMP/ 100ml) |
| Pernambuquinho | 0,009 | 5,37 | 9,530 | 0,114 | 2662 | | | | | |
| Pacoti | 0,158 | 3,29 | 33,500 | 3,900 | 420153 | 0,030 | 2,62 | 160,72 | 14,780 | 2254730 |
| Jordão | 0,376 | 3,05 | 8,200 | 0,605 | 2941 | 0,006 | | | 0,071 | |
| Salgado | 0,753 | | | | | 0,345 | | | 1,176 | |
| Canadá | 1,480 | 6,13 | 5,6 | 0,6271 | 32848 | | | | | |

Fonte: Autor, 2014

Tabela 06-Dados médios de entrada para o ano de 2013 (Validação)

| Seção Monitorada | Dados Medidos | | | | | Dados de Fontes Poluidoras | | | | |
|------------------|----------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------------|
| | q inicial (m ³ /s) | OD (mg/L) | DBO (mg/L) | P (mg/L) | COLI (NMP/ 100ml) | q inicial (m ³ /s) | OD (mg/L) | DBO (mg/L) | P (mg/L) | COLI (NMP/ 100ml) |
| Pernambuquinho | 0,005 | 5,52 | 1,70 | 0,478 | 462 | | | | | |
| Pacoti | 0,134 | 3,33 | 33,70 | 5,964 | 525143 | 0,030 | 2,62 | 160,72 | 14,780 | 2254730 |
| Jordão | 0,263 | 2,78 | 15,10 | 0,290 | 601 | 0,006 | | | 0,071 | |
| Salgado | 0,366 | | | | | 0,129 | | | 2,340 | |
| Canadá | 0,615 | 6,04 | 4,70 | 0,564 | 807 | | | | | |

Fonte: Autor, 2014

classificar cada trecho do Rio Pacoti, bem como os Riachos Canabrava, Brenha e Calção, de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 (Figura 04).

Obedecendo o que foi descrito na metodologia para a calibração dos coeficientes K_1 , K_d , K_{sp} , K_b , K_2 , K_s e K_{or} , obteve-se respectivamente os seguintes valores: $0,45d^{-1}$, $0,68d^{-1}$, $0,1d^{-1}$, $0,65d^{-1}$, $5,4d^{-1}$, $0,29d^{-1}$ e $0,01d^{-1}$. Esses mesmos valores foram usados para a validação do modelo.

Sobre a classificação do corpo hídrico, o trecho de 37 km do Rio Pacoti ficou classificado como classe 4, salvo o trecho da sua nascente que ficou na classe 2. Os outros três riachos

também foram classificados como classe 4, ou seja, água imprópria para o abastecimento humano. Somente o trecho do riacho Salgado é que foi classificado a partir da estimativa de carga de fósforo pelas equações empíricas de von Sperling (2003). As águas que aportam no açude Acarape do Meio são oriundas desse trecho do Rio Pacoti e dos três riachos identificados, consequentemente o reservatório estará classificado como classe 4, principalmente para o parâmetro fósforo. Nos riachos o que causou maior impacto foi a ausência de saneamento básico da zona rural.

Conforme a resolução CONAMA nº

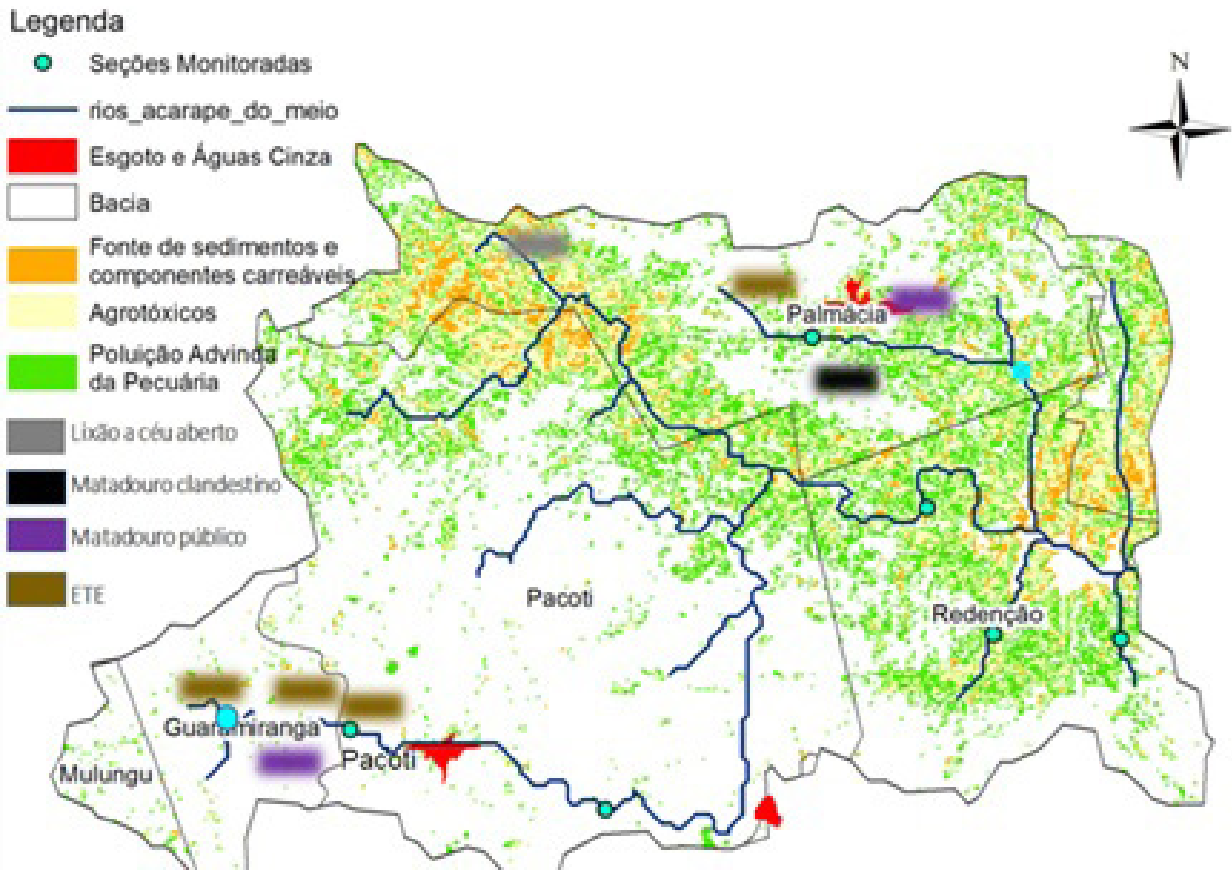


Figura 03 – Fontes poluidoras na bacia hidrográfica do Açude Acarape do Meio



Figura 04 – Classificação dos corpos d'água na bacia do Açude Acarape do Meio

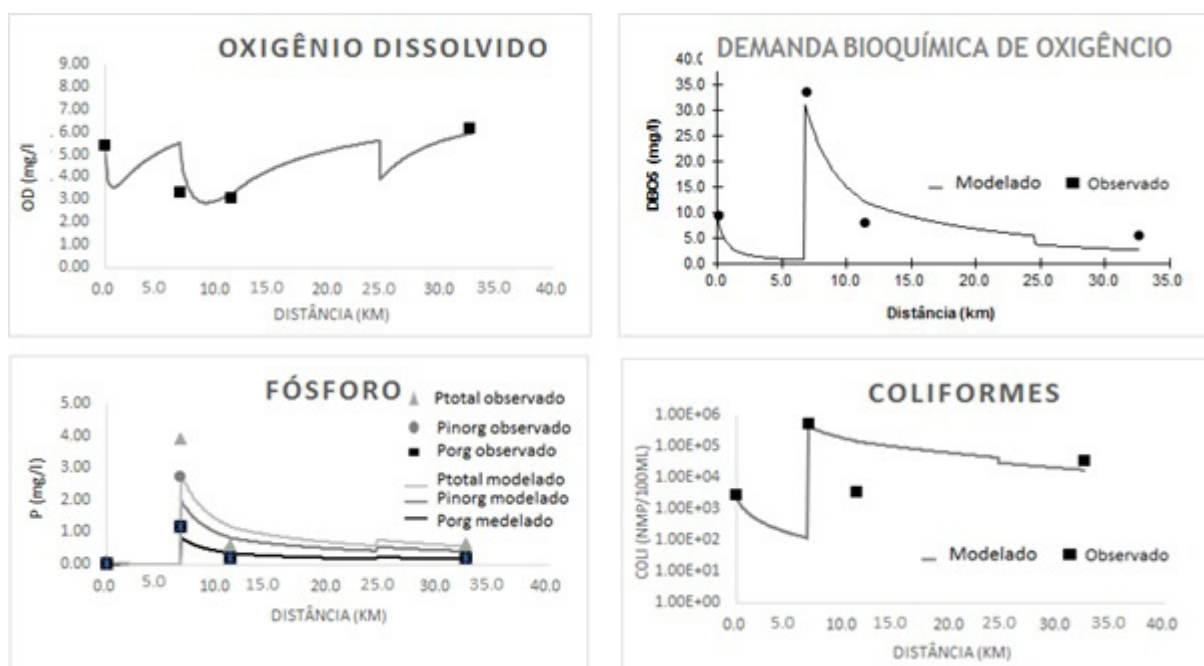


Figura 05 – Calibração dos dados simulados x observados no ano de 2014 - modelo QUAL-UFMG

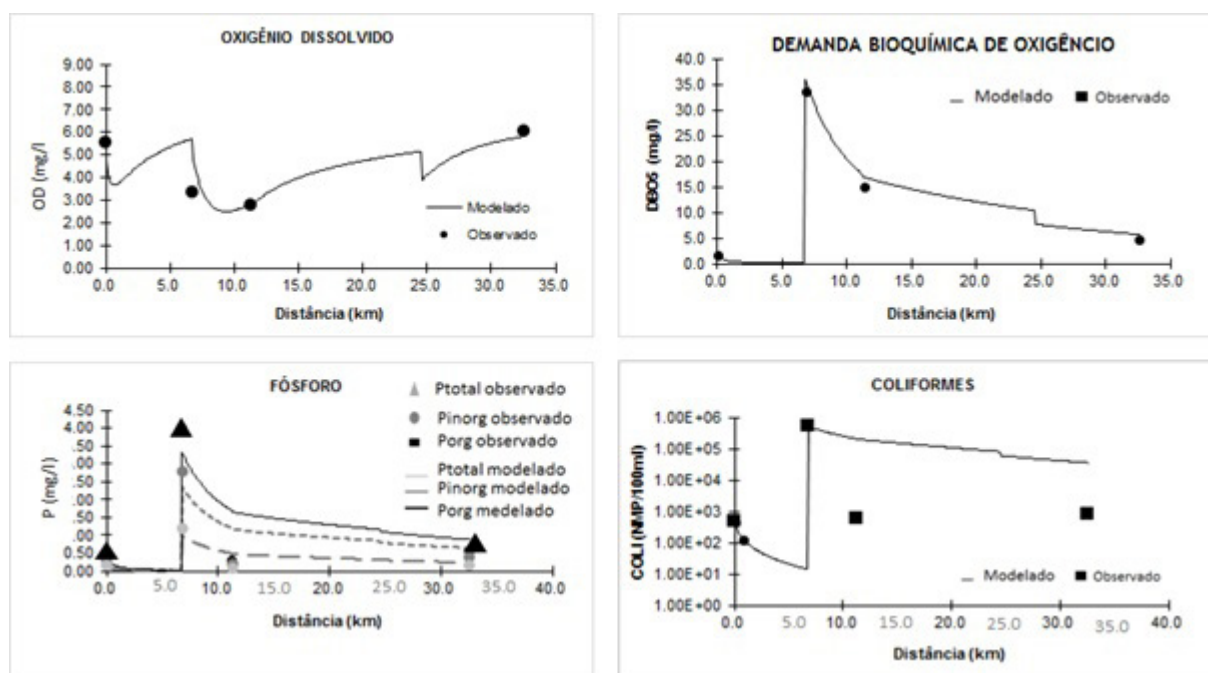


Figura 06 – Validação dos dados simulados x observados para o ano de 2013 - modelo QUAL-UFMG

430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, o artigo 21 trata do lançamento dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, indicando como valor máximo de DBO 120 mg.L^{-1} . No entanto a Tabela 03 mostra que as ETE's 13 de maio e Pau do Alho estão fora dos padrões. Considerando que a resolução CONAMA 357/2005 determina que a classe 2 seja um corpo hídrico destinado ao abastecimento humano, apresenta limite

máximo de coliformes termotolerantes de 1.000 NMP por 100 ml , o que se observa é que as ETE's 13 de maio e Palmácia estão lançando nos corpos hídricos mais de $2,2 \times 10^6 \text{ NMP}$ por 100 ml de coliformes termotolerantes. Quanto à concentração de fósforo total para a classe 2, a citada resolução indica como limite máximo $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$, no entanto foi registrado um lançamento de $14,78 \text{ mg.L}^{-1}$ de fósforo total na ETE 13 de maio no Rio Pacoti.

A aplicação do modelo QUAL-UFMG possibilitou verificar que o Rio Pacoti não conseguiu se auto depurar até a entrada do açude Acarape do Meio, para uma vazão média observada de $1,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ registrada durante a quadra chuvosa de 2014, ou seja, o período que vai de fevereiro a maio. Vale destacar que se trata de um rio intermitente, ou seja, apresenta fluxo apenas em seis meses do ano, ficando o segundo semestre normalmente sem registro de vazão. O modelo confirmou que as ETE's são ineficientes quanto à sua capacidade de remoção de substâncias poluidoras.

A calibração do modelo com os dados observados em relação aos dados simulados gerou coeficiente de Nash-Sutcliffe (C_{NS}), de 0,56, 0,93, 0,80 e 0,80 para o OD, DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes, respectivamente, mostrando bom desempenho do modelo (Figura 05). Para a validação os valores de C_{NS} ficaram em 0,58, 0,98, 0,68 e 0,72 para OD, DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes, respectivamente, conforme Figura 06. Foram utilizados os dados médios de 2013, mas mantendo os valores ajustados dos coeficientes obtidos a partir dos dados modelados para o ano de 2014.

O resultado confirma um quadro de degradação ambiental bem acentuado na área, com lançamento de esgoto bruto diretamente no rio e riachos da bacia em estudo. As ETE's, além de não tratar os efluentes adequadamente, concentram o lançamento de esgoto em um único ponto da rede de drenagem próximos de sua localização. Outra fonte importante de degradação é o rebanho bovino e suíno e os matadouros localizados na área, de acordo com o cálculo da carga através das equações empíricas propostas por von Sperling (2003). Quanto ao parâmetro fósforo, esta pesquisa dispunha apenas do fósforo total, no entanto Von Sperling (2007) no seu livro "Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios" no capítulo referente à modelagem do fósforo, afirma que o fósforo total pode ser fracionado em inorgânico e orgânico, cabendo à fração inorgânica o valor de 70% do fósforo total, enquanto que a fração orgânica representa 30% do fósforo total. Nos dados de fósforo total e orgânico no estudo de Pacheco (2009) no açude Acarape do Meio, a fração do fósforo orgânico representou uma média de 36% para os sete pontos de coleta.

Após calibração e validação do modelo QUAL-UFMG, foi possível gerar cenários de intervenção apenas para o parâmetro fósforo,

por entender que este parâmetro se mostrou como o melhor indicador das interferências antrópicas e controle das ações corretivas. Primeiro cenário foi a redução de 50% da concentração de fósforo em cada ponto de poluição, ou seja, ETE's mais eficientes através de um programa de investimento de recuperação, avanço do saneamento básico na zona rural com instalação de fossas verdes, práticas agrícolas sustentáveis e redução do rebanho em 50% ou uma prática que possa reter 50% dos dejetos, como instalação de biodigestores, tudo para um horizonte de até 20 anos, respeitando o Plano das Bacias Hidrográficas Metropolitanas e o Plano de Saneamento Básico dos municípios de Pacoti e Palmácia, que se encontram em fase de conclusão. Neste cenário, a concentração de fósforo na última seção de controle do Rio Pacoti passaria de $0,56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para $0,27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, gerando uma carga de entrada no reservatório de $6,8 \text{ ton} \cdot \text{ano}^{-1}$, bem inferior às $13,7 \text{ ton} \cdot \text{ano}^{-1}$ que atualmente aportam no reservatório, conforme o modelo QUAL-UFMG. Mesmo assim o Rio Pacoti ainda permaneceria na classe 4. Para um estudo de enquadramento desse corpo hídrico esse cenário se mostraria ineficaz para a recuperação dessa bacia hidrográfica, não proporcionando melhora significativa na qualidade de água para seu uso preponderante. Neste caso o gestor público teria que tomar a decisão de efetuar um programa de redução bem mais arrojado.

No segundo cenário foi focado apenas uma melhoria na eficiência da capacidade de remoção das ETE's em 85%, sem qualquer intervenção nas outras atividades agropecuárias. Neste caso a concentração de fósforo na última seção de controle passaria a ser de $0,30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, ou seja, praticamente o mesmo valor alcançado pelo primeiro cenário, em que se prevê maiores investimentos e implementação de efetivas políticas públicas. Percebe-se que apenas com a modificação das ETE's já é possível proporcionar uma redução na entrada da carga de fósforo no açude Acarape do Meio em quase 50%. O tempo para implementar essa estratégia seria relativamente pequeno, e se outros programas voltados para a redução da carga de fósforo fossem implementados simultaneamente, possivelmente o processo de enquadramento seria exitoso.

CONCLUSÕES

Dispondo de uma densa rede de

monitoramento de qualidade de água distribuída em 8 seções de rios e no reservatório Acarape do Meio foi possível constatar o severo estado de degradação naquela bacia provocado sobretudo pelas ETE's deficitárias, pela falta de saneamento básico na zona rural e por atividades agropecuárias danosas, principalmente a pecuária.

O diagnóstico da bacia hidrográfica do Açude Acarape do Meio a partir do levantamento dos seus usos e ocupação do solo vieram a corroborar com o modelo QUAL-UFGM, onde mostrou uma bacia eminentemente rural sem qualquer saneamento básico; Estações de Tratamento de Esgotos nas sedes municipais deficitárias, atuando muito mais como agente poluidor do que como removedores de substâncias poluidoras. Uma agricultura desassistida e com práticas de cultivo obsoletas, além de uma pecuária que gera provavelmente uma grande carga de dejetos sem qualquer controle ambiental.

Nasimulação de cenários, foi possível inferir que apenas a recuperação das ETE's nas sedes municipais, podem gerar efeitos positivos tão favoráveis quanto um grande e robusto programa de efetivação de metas com altos investimentos orçamentários para implementação de políticas voltadas para o equilíbrio das atividades em toda a bacia hidrográfica do Açude Acarape do Meio

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIN, M. G. M.; VEITH, T. L.; COLLICK, A. S.; KARSTEN, H. D.; BUDA, A. R. Simulating hydrological and nonpoint source pollution processes in a karst watershed. *Agricultural Water Management*, Available online: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 21 de julho de 2016.
- COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas. Fortaleza. 2010.
- COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Portal Hidrológico. Disponível em: <http://www.cogerh.com.br/portalthidrológico>. Acesso em 15 de julho de 2016.
- COSTA, D. J. L. & TEIXEIRA, D. Aplicação de modelo de autodepuração para avaliação da qualidade da água Ribeirão do Ouro, Araraquara-SP. *Revista UNIARA*, v. 13, n. 1, 2010.
- LINDENSCHMIDT, K. E. Effect of complexity on parameter sensitivity and model uncertainty in river water quality modeling. *Ecological Modeling*, v. 190, p. 72-86, 2006.
- MAILLARD, P.; SANTOS, N. A. P. A spatial-statistical approach for modeling the effect of non-point source pollution on different water quality parameters in the Velhas river watershed. *Journal of Environmental Management*, v. 86, Issue 1, p. 158-170, 2008.
- MORIASI, D.; ARNOLD, J. G.; LIEW, M. W. V.; BINGER, R. L.; HARMEL, R. D. & VEITH, T. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 50:885 – 900, 2007.
- MENDES, W. J. da S. Adaptação do modelo de Streeter-Phelps para modelagem da qualidade da água em uma grande bacia semiárida. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2014.
- OLIVEIRA FILHO, A. A. de. Modelagem da qualidade da água do Rio Poti. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2014.
- PACHECO, C. H. A. Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado: açude Acarape do Meio – CE. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba. 2009.
- PAZ, D. H. I. da; BARBOSA, I. M. B. R. Estudo da redução da carga orgânica lançada em um trecho do Rio Capibaribe para atendimento à legislação ambiental. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió. 2010.
- SALLA, R. M.; PEREIRA, C. E.; ALAMY FILHO, J. E.; PAULA, L. M. de; PINHEIRO, A. M. Estudo da autodepuração do Rio Jordão, localizado na bacia hidrográfica do Rio Dourados. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*. v.18 n.2, p.105 – 114. 2013.
- SANTOS, V. da S.; FIRMINO, M. B. M.; VIEIRA, A. S.; CURI, W. F.; CURI, R. C. Análise da vazão de diluição de poluentes em sistemas de otimização integrado de dois reservatórios em série no semiárido nordestino. VI SEREA – Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. 2006. João Pessoa.
- TEODORO, A.; IDE, C. N.; RIBEIRO, M.L.; BROCH, S. A. O.; SILVA, J. B. da. Implementação do conceito capacidade de diluição de efluentes no modelo de qualidade da água QUAL-UFGM: estudo de caso no Rio Taquarazinho (MS). *Revista Eng. Saneamento. Ambiental*. v. 18, n. 3. Jul/set 2013.
- VON SPERLING, M. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. 2ª ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFGM, Belo Horizonte, 588 p. 2007.
- VON SPERLING, M. *Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 5ª ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFGM, Belo Horizonte, 243 p. 2003.

.....

JORNADA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

PATROCÍNIO:



FUNDADA EM 11 DE DEZEMBRO DE 2015

.....

Palestras da Jornada de Tecnologia e Inovação

- 1 - "Visão Panorâmica do PISF com ênfase dasua situação no Estado do Ceará"**
Palestrante: Tiago José de Barros Portela"
Dia 20 de março de 2023
- 2 - "Oportunidades de desafios para o desenvolvimento industrial e de energia no Ceará"**
Palestrante: Joaquim Rolim
Dia 21 de maio de 2023"
- 3 - "Avanços na tecnologia do concreto para construção de edifícios"**
Palestrante: Professor Eduardo Cabral
Dia 17 de julho de 2023"
- 4 - "Apresentação do projeto da dessalinização e estudo de impacto ambiental"**
Palestrantes: Ednei Mendes, Filipe Rolim, Fábio Perdigãoe Adely Silveira
Dia 16 de setembro de 2023
- 5 - "Soluções de engenharia para as construções atuais"**
Palestrantes: Denise Silveira e Marcelo Silveira
Dia 28 de setembro de 2023
- 6 - "Modelagem da informação e as nova tendências""**
Palestrante: Alexandre Araújo Bertini
Dia 17 de outubro de 2023"

Palestra 1 - "Visão Panorâmica do PISF com ênfase dasua situação no Estado do Ceará"

Palestrante: Tiago José de Barros Portela
Dia 20 de março de 2023



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

PALESTRA

**VISÃO PANORÂMICA DO PISF COM
ÊNFASE DA SUA SITUAÇÃO NO
ESTADO DO CEARÁ**



ENGENHEIRO CIVIL
*Tiago José de
Barros Portela*

20 DE MARÇO - 14:30H
**RUA ALEGRE, Nº 01, PRAIA DE
IRACEMA - FORTALEZA/CE**
AUDITORIO 1 - SENGE/CE

VISÃO GERAL DO
EMPREENHIMENTO, ABORDANDO
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS:
CANAIS, BARRAGENS, ESTAÇÕES DE
BOMBEAMENTO, E APRESENTAÇÃO
DETALHADA DOS PORTAIS DE
ENTREGA E O CAMINHO DAS ÁGUAS
PARA O CEARÁ.



meet.google.com/iwm-gtta-btg

APOIO:


(85) 9 9192-4558 @contatoace
www.academiadeengenharia-ce.com.br



Palestra 2 - "Oportunidades de desafios para o desenvolvimento industrial e de energia no Ceará"

Palestrante: Joaquim Rolim

Dia 21 de maio de 2023



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

PALESTRA

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA
O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E
DE ENERGIA NO CEARÁ.**



ENGENHEIRO ELETRICISTA

Joaquim Rolim

SECRETÁRIO EXECUTIVO DA INDÚSTRIA DA
SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
DO CEARÁ

22 DE MAIO ÀS 14:30 HORAS
RUA ALEGRE, Nº 01, PRAIA DE
IRACEMA - FORTALEZA/CE
AUDITORIO 1 - SENGE/CE

 [MEET.GOOGLE.COM/WQN-RTVE-UAX](https://meet.google.com/WQN-RTVE-UAX)

APOIO:
 **SENGE.CE**

 (85) 9 9192-4558 @contatoace
www.academiadeengenharia-ce.com.br



Palestra 3 - "Avanços na tecnologia do concreto para construção de edifícios"

Palestrante: Professor Eduardo Cabral

Dia 17 de julho de 2023"



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

PALESTRA
AVANÇOS NA TECNOLOGIA DO
CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS



ENGENHEIRO CIVIL
*Prof. Eduardo
Cabral*

17 DE JULHO ÀS 15:30 HORAS
RUA ALEGRE, Nº 01, PRAIA DE
IRACEMA - FORTALEZA/CE
AUDITORIO 1 - SENGE/CE



[HTTPS://MEET.GOOGLE.COM/VEB-TWUZ-ETO](https://meet.google.com/VEB-TWUZ-ETO)

APOIO:



**Após a palestra será servido
coquetel aos presentes.**

(85) 9 9192-4558
www.academiadeengenharia-ce.com.br

@contatoace



Palestra 4 - "Apresentação do projeto da dessalinização e estudo de impacto ambiental"

Palestrantes: Ednei Mendes, Filipe Rolim, Fábio Perdigão e Adely Silveira
Dia 16 de setembro de 2023



**ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA**

Aberta para membros da Academia, profissionais da área tecnológica e Público em geral

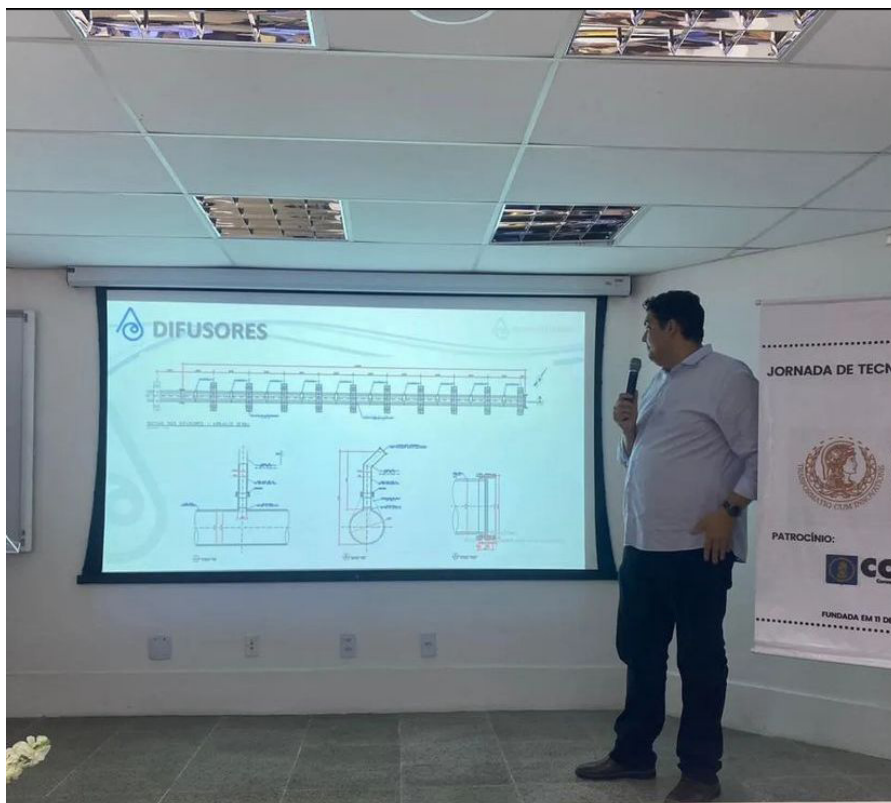
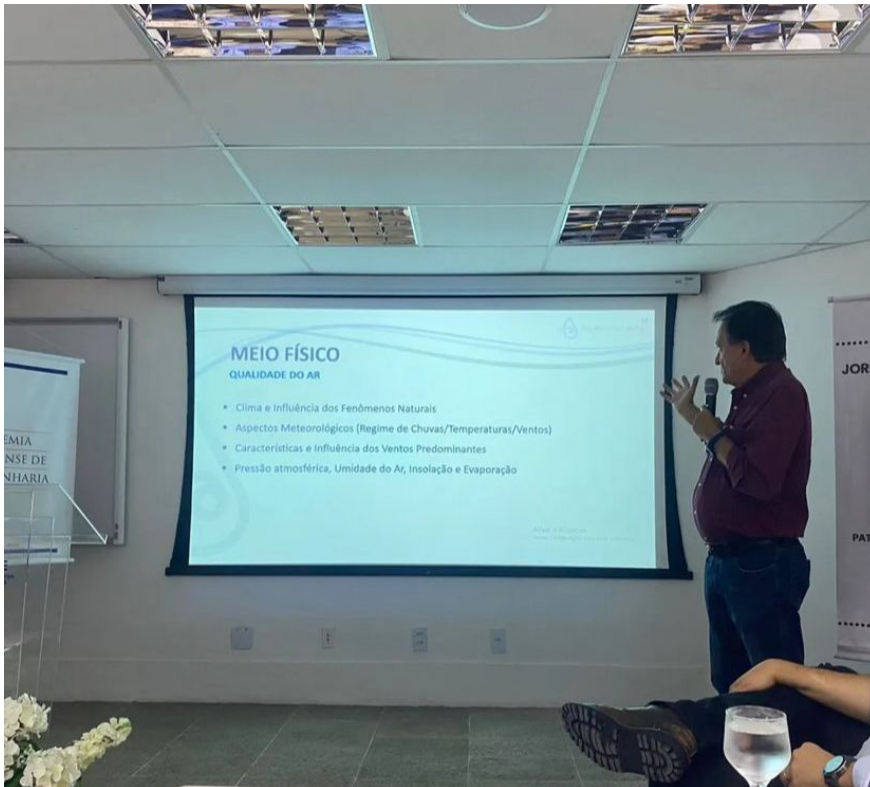
O presidente da ACE Eng. Civil Lyttelton Rebelo Fortes convida para a palestra:

Apresentação do Projeto da Dessalinização e Estudo de Impacto Ambiental

@contatoace
www.academiadeengenharia-ce.com.br

Participantes:
Edinei Mendes - SPE Águas de Fortaleza
Filipe Rolim - HL Serviços Ambientais
Fábio Perdigão - UECE
Adely Silveira - UECE

18/09/2023, às 16:00, no auditório do SENGE
RUA Alegre, Nº 01, Praia de Iracema - Fortaleza/CE






Palestra 5 - "Soluções de engenharia para as construções atuais"
Palestrantes: Denise Silveira e Marcelo Silveira
Dia 28 de setembro de 2023



O PRESIDENTE DA ACE, ENG.º CIVIL Lyttelton Rebelo Fortes CONVIDA para a palestra :

PALESTRA
SOLUÇÕES DE ENGENHARIA
PARA AS CONSTRUÇÕES
ATUAIS



DENISE JUCÁ TEIXEIRA SILVEIRA
Eng. Civil



MARCELO CORREIA ALCÂNTARA SILVEIRA
Eng. Civil

**ABERTA PARA MEMBROS DA ACADEMIA,
PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA E PÚBLICO EM GERAL**

26 DE SETEMBRO
ÀS 15:30 HORAS
RUA ALEGRE, N 01,
PRAIA DE IRACEMA -
FORTALEZA/CE
AUDITORIO 1 - SENGE/CE



www.academiadeengenharia-ce.com.br

@contatoace





Palestra 6 - "Modelagem da informação e as nova tendências"

Palestrante: Alexandre Araújo Bertini

Dia 17 de outubro de 2023"



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

O PRESIDENTE DA ACE, ENG.º CIVIL Lyttelton Rebelo Fortes CONVIDA para a palestra :

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO
E AS NOVAS TENDENCIAS**



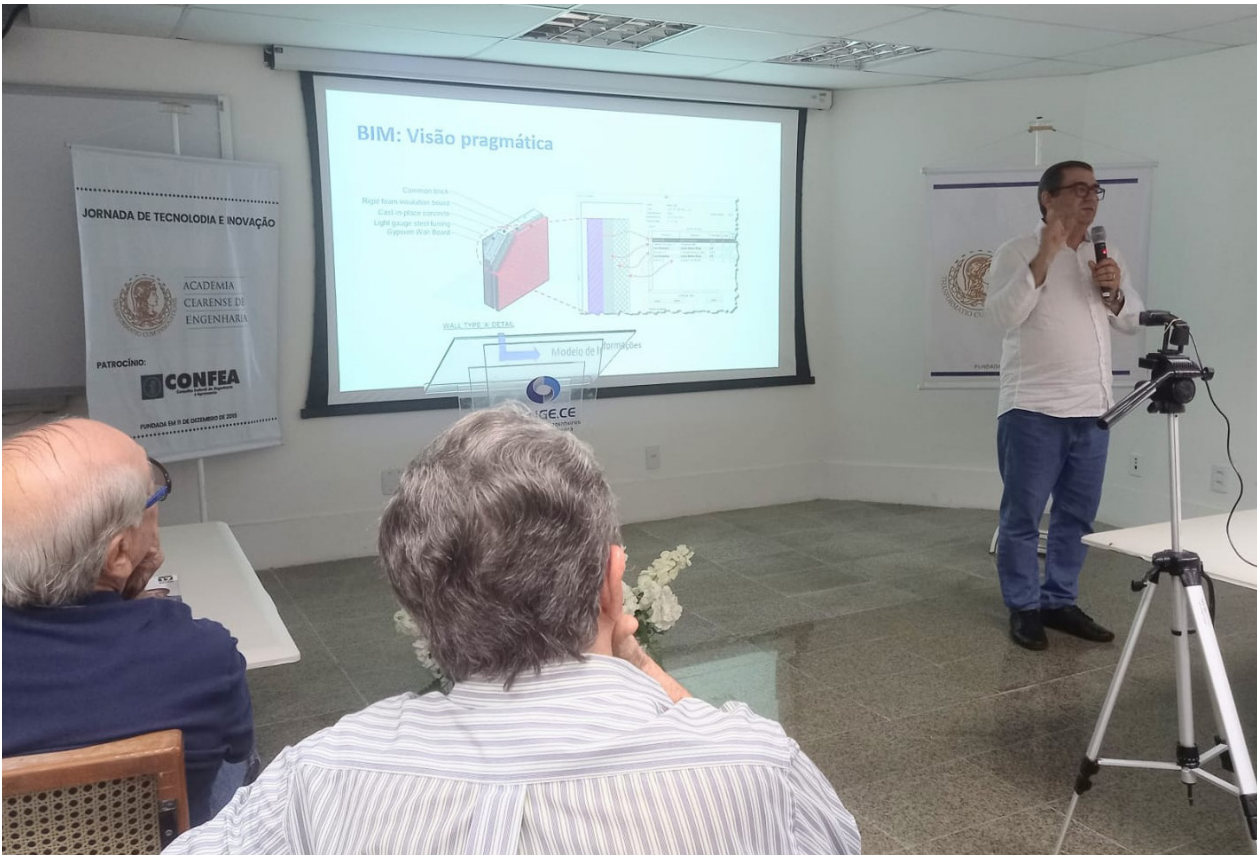
Eng. Civil
ALEXANDRE ARAÚJO BERTINI

**ABERTA PARA MEMBROS DA ACADEMIA,
PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA E PÚBLICO EM GERAL**

**17 DE OUTUBRO
ÀS 16:00 HORAS
RUA ALEGRE, N 01,
PRAIA DE IRACEMA -
FORTALEZA/CE
AUDITORIO 1 - SENGE/CE**



@contatoace
www.academiadeengenharia-ce.com.br



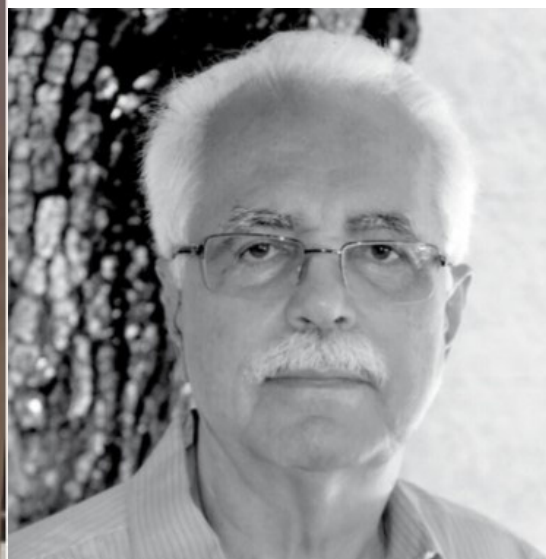
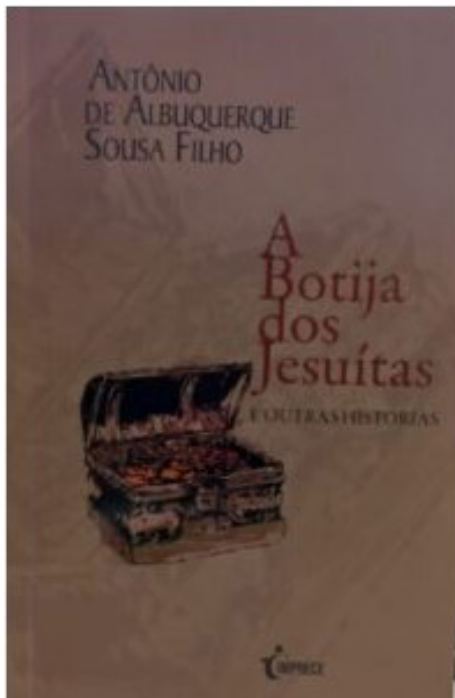


LANÇAMENTO DE LIVROS

O professor Cesar Aziz Ary, Engenheiro Civil - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 16, lançou o livro "Aziz Ary - Um fidalgo Diplomata" no dia 8 de março de 2023, no Ideal Clube de Fortaleza.



O professor Antonio de Albuquerque Sousa Filho, Engenheiro Agrônomo - Acadêmico Titular Fundador – Cadeira 2, lançou o livro "**A Botija dos Jesuítas e outras histórias**" no dia 14 de setembro de 2023, na Biblioteca Pública Estadual do Ceará (Bece)



CESAR AZIZ ARY É AGRACIADO COM A MEDALHA JOSÉ LINO DA SILVEIRA FILHO



Por meio da proposição feita pelo Conselheiro Victor Frota Pinto e recebida com muito carinho pela presidente do Conselho Deliberativo, Alcimar Rocha, bem como por todos os demais membros do Conselho, foi concedida a Medalha José Lino da Silveira Filho para o lustre idealino Cesar Aziz Ary. A comen-

do tem por objetivo homenagear sócios que se destacuem no âmbito esportivo do clube.

Cesar Ary é um grande destaque da equipe master de natação do Ideal Clube, tendo conquistado dezenas e dezenas de medalhas defendendo as cores do clube em diversas competições. Uma justa, mais do

que justa, é bom que se diga homenagem a esta figura imponente que podemos chamar de um "idealino raiz", apaixonado pelo clube e benfitor de inúmeras ações em prol do ideal.

A prestigiosa cerimônia foi realizada no salão nobre Edson Guerreiro do Ideal Clube, na noite de 25 de julho de 2023.



O ex presidente Victor Frota Pinto- Presidente de Honra da ACE atendendo o convite do presidente Francis Bogossian participou da solenidade única da ANE, constando as posses de sete novos acadêmicos e da nova Diretoria da Academia Nacional de Engenharia, em abril passado no Rio de Janeiro. O Acadêmico presidente Francis Bogossian transmitiu o cargo para o acadêmico Mario Menel.

A ANE- Academia Nacional de Engenharia foi fundada em 25 de abril de 1991 por iniciativa do saudoso engenheiro civil prof. Costa Nunes, portanto com mais de trinta anos de atividade. É a primeira vez que a presidência é exercida por acadêmico residente em outro estado, no caso o novo presidente reside em Brasília. Fotos ilustrativas da mesa de honra. Victor Frota compoendo a mesa e outras com o ex presidente Francis Bogossian e com o novo presidente Mario Menel.





A Assembleia Legislativa realizou sessão solene, em comemoração ao dia do Engenheiro Agrônomo. Na ocasião, a Engenheira Teodora Ximenes, candidata a Presidência do CREA, recebeu o apoio de Associações e Entidades de Classe da Categoria.



Na foto o Diretor da Ematerce Cláudio Matoso, o Presidente da Associação dos Servidores da Ematerce Sidônio Vieira, Engenheira Teodora Ximenes e o Ex Secretário da Agricultura do Ceará e Ex Presidente da Associação dos Engenheiros Agrônomos do Ceará - AEAC, por oito anos, Flávio Barreto.

Jurandir Picanco



Prezado Jurandir Picanço

Você foi indicado para receber o prêmio do Renewable Energy Award 2023 🏆

O prêmio tem como objetivo destacar as principais personalidades e autoridades que trabalharam e participaram ativamente no processo da inserção das fontes limpas e renováveis na matriz elétrica brasileira.

Trata-se de um grupo ímpar e seletivo que contribuíram para o cenário e que levou o setor a se tornar protagonista no Brasil. Além de uma excelente oportunidade para investidores, empreendedores, que virão neste novo e emergente mercado de trabalho a se desenvolverem como profissionais.

Nosso sistema de avaliação foi realizado pela comissão da premiação, levando em conta a trajetória dos profissionais indicados.



Eng. Jurandir Picanço
Membro da Academia Cearense de Engenharia - Cadeira 22



BOLETINS INFORMATIVOS EDITADOS EM 2024

INFORMATIVO DA ACE
ANO 5 - Nº 001-JANEIRO/FEBRIL DE 2024 - FORTALEZA-CEARA - WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

Discursos do ex-presidente e do atual 02 03

Calendário (Jan/Jun 2024) 10

Notícias 13

ACE PRESENTE EM EVENTOS
A Academia Cearense de Engenharia, neste ano de 2024, se fez...

BENEFÍCIOS DA MUTUA
A diretoria da Academia manteve em funcionamento com o presidente Nacional da MUTUA...

PARCERIA: A ACE
A ACE visitou a empresa Expresso Guabiana, sendo recebido pelo diretor Carlos Magalhães...

UTILIDADE PÚBLICA
A diretoria da ACE desenvolveu esforços para neste ano de 2024 transformar...

AGRADECIMENTOS
A Academia enviou ofício a todas as empresas e pessoas físicas que patrocinaram de forma ética o empresário José Roberto Nogueira...

PRIMEIRA PALESTRA
Realizando o ciclo de palestras em 2024 a ACE convidou o empresário José Roberto Nogueira...

Planilha de Receita/Custo
POSSE DIRETORIA ACE 13/12/2023. IDEAL-CLUBE 08

WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

INFORMATIVO DA ACE
ANO 5 - Nº 002-MARÇO/ABRIL DE 2024 - FORTALEZA-CEARA - WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

Engenharia e Memórias

Paletstras fev/mar/abril. 02 04

Calendário de Atividades 04

Diretoria 07

MENSAGEM DA ACE AO CONFRADE GERARDO
"Viver é a arte de não desistir!
"Enquanto houver vida, haverá esperança!"

WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

INFORMATIVO DA ACE
ANO 5 - Nº 003-MAIO/JUNHO DE 2024 - FORTALEZA-CEARA - WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

Paletstras Mai/Jun/2024 03

Calendário de Atividades 04

Diretoria Gestor 2024 / 2025 02

Opinião Luiz Corrêga Riquelme Marques - CADUSA Nº 1 02

Engenharia e Memórias 04

Acadêmicos em Foco 06-07

Aniversariantes 2024 05

NOTÍCIAS 08

RECURSOS DA MUTUA E UTILIDADE PÚBLICA
A ACE continua trabalhando no projeto de transformar a Academia...

NOTA DE PENSAR
A ACE, por dever de solidariedade, elegiu Nota de Pensar pelo...

VISTA À ACE
Também, em 27 de maio, a ACE recebeu a visita do presidente da...

LITÍGIO DO LIMITE CE/PI
Representação pelo presidente, a ACE participou de quatro apresentações...

BOBAS
Foi das mais comovidas a solenidade religiosa em comemoração...

LANÇAMENTO DE LIVRO
O autor cearense, engenheiro agrônomo e membro da ACE, Francisco Fab...

PEQUENOS DE 2024
A Academia esteve presente na 21ª edição de Pequenos Nordeste...

REINÍCIOS DA DIRETORIA
A diretoria da ACE tem se reunido regularmente conforme calendário...

WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

INFORMATIVO DA ACE
ANO 5 - Nº 004-JULHO/AGOSTO DE 2024 - FORTALEZA-CEARA - WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

Paletstras Jul/Ago/2024 03

Calendário de Atividades 04

Engenharia e Memórias 04

Diretoria Gestor 2024 / 2025 02

Opinião Juarez Franco Jr. | Membro da Academia Cearense de Engenharia - ACE 02

Acadêmicos em Foco 08-09

Aniversariantes e 1ª Viagem Técnica da ACE em 2024 05

NOTÍCIAS 06 07

ACE ANIVERSÁRIO E ENGENHEIRO
NOME DIGNO DE CEARÁ
Em 5 de julho de 2024 a Academia comemorou o aniversário...

CELEBRAÇÃO DA ACE COM O 100º ANIVERSÁRIO
Associação de Engenheiros
Apresentamos de CEARÁ (ACE),
ACADEMIA CEARENSE DE ENGENHARIA (ACE) e Casa de Assolândia...

COMUNICAÇÃO TÉCNICA E PÚBLICA
A comunicação técnica e pública artigos no jornal O CEARÁ...

ACE PRESENTE EM EVENTOS
A ACE participou da reunião da ACE em parceria com a ACE...

CLUBE DE ENGENHARIA TEM NOVA SEDE
O Clube de Engenharia de Ceará, presidido...

ACE NO CONGRESSO CEP
O CONGRESSO CEP preservava seu caráter não a 27º edição...

ENCONTRO DE CONCORDÂNCIAS DE CENSO DE ENGENHEIROS
O engenheiro Sábio Vieira, membro da Comissão Fiscal da ACE...

COMISSÃO FISCAL DA ACE
A ACE, de natureza simples, encontra todos os seus membros...

ACE NO EVENTO FREE MARKET 2024
Das mais comovidas foi a reunião 2024...

CASA DE SAUÍPE DOBROU DE GRANDEZA
Sab a direção e coordenação de engenharia Juarez Franco...

CEARÁ HOJE TEM 70 ANOS DA UPE
O acadêmico César Aziz Ary, membro da ACE...

AGORA TEMS DE QUEREMOS
Desde o nascimento no estado...

FERNANDO NUNES DO REISE
A Assembleia Legislativa do Ceará, em 20...

WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

INFORMATIVO DA ACE
ANO 5 - Nº 005-SETEMBRO/OUTUBRO DE 2024 - FORTALEZA-CEARA - WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR

Paletstras Set/Out/2024 03

Calendário de Atividades 04

Engenharia e Memórias 04

Diretoria Gestor 2024 / 2025 02

Opinião Celso Moura Ferreira | Academia Cearense de Engenharia ACE - CadUSA Nº 25 02

Acadêmicos em Foco 10-11

Aniversariantes 05

Jubileu de Platina 70 ANOS DA U.F.C.E. 05-07

Ordem do Mérito Aeronáutico

ACADÊMICO JOAQUIM CARANCA E MINGUSTRI NA OFEÇA JOSÉ NÚCIO

Em 219 de outubro foi a data comemorativa dos 120 anos de nascimento do Patrono da ACE, Marechal do Ar Casimiro Montenegro Filho.

O lançamento militar foi o criador do Curso de Engenharia (CEAN) e fundador do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Flamengos da Academia Cearense de Engenharia ao ilustre cearense.

WWW.ACADEMIADENGENHARIA-CE.COM.BR



Bandeira da Academia Cearense de Engenharia



Hino do Estado do Ceará

Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que a tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha - esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de pratas rolem das estrelas
E despertando, deslumbrada ao vê-las
Ressoe a voz dos ninhos
Há de florar nas rosas e nos cravos

Rubros o sangue ardente dos escravos
Seja o teu verbo a voz do coração
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte
Acordando a amplidão
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada
Que importa que teu barco seja um nada
Na vastidão do oceano
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em messes, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem do solo em rumorosas festas!

Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldando diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas
E foi na paz, da cor das hóstias brancas



Hino Nacional Brasileiro

I

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heroico o brado retumbante
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos
Brilhou no céu da pátria nesse instante

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte
Em teu seio, ó liberdade
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada
Idolatrada
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce
Se em teu formoso céu, risonho e límpido
A imagem do Cruzeiro resplandece

Gigante pela própria natureza
És belo, és forte, impávido colosso
E o teu futuro espelha essa grandeza

Terra adorada
Entre outras mil
És tu, Brasil
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil
Pátria amada
Brasil!

II

Deitado eternamente em berço esplêndido
Ao som do mar e à luz do céu profundo
Fulguras, ó Brasil, florão da América
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra mais garrida
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores
Nossos bosques têm mais vida
Nossa vida, no teu seio, mais amores

Ó Pátria amada
Idolatrada
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado
E diga o verde-louro dessa flâmula
Paz no futuro e glória no passado

Mas, se ergues da justiça a clava forte
Verás que um filho teu não foge à luta
Nem teme, quem te adora, a própria morte

Terra adorada
Entre outras mil
És tu, Brasil
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil
Pátria amada
Brasil!



mutua

Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



MD

**ENGENHEIROS
ASSOCIADOS**



GRUPO

MARQUISE

IMPACTO