



ANDRÉ RODRIGUES

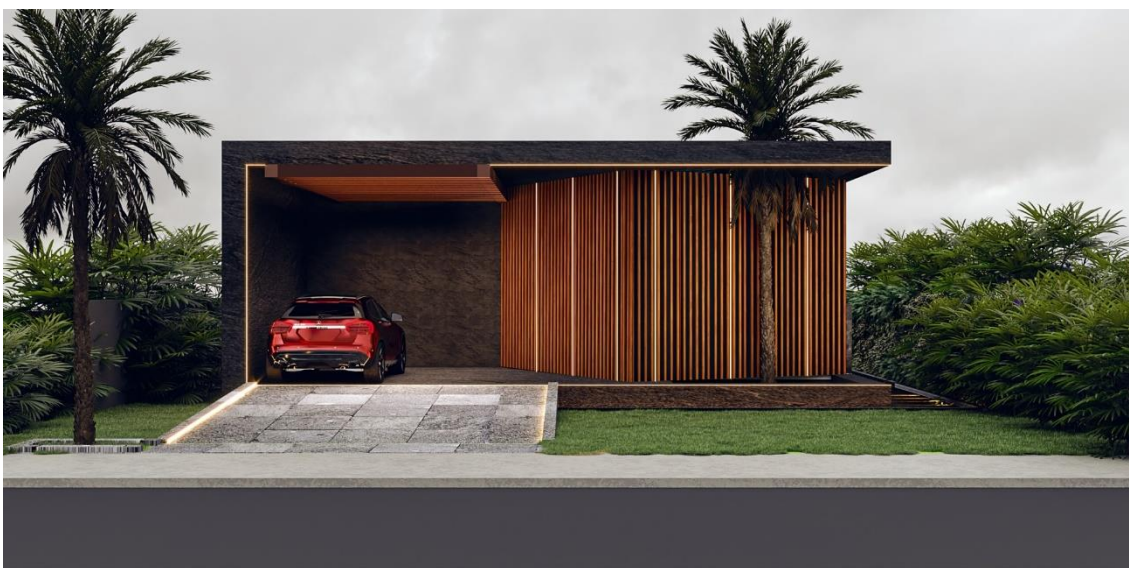
Engenheiro Estrutural

Memorial Descritivo

- Casa GM -

1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura em concreto armado da residência de alto padrão localizada no Condomínio Green Ville Residence Country. Q: 05 / Lote:16 – Às margens da BR-230, KM61, Município de Cruz do Espírito Santo - PB. Segue foto de modelo 3D para ilustração.



A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pelo contratante e constante no projeto arquitetônico que a residência possui uma piscina de geometria irregular em três níveis, vãos enormes, balanço considerável na área da piscina e grande quantidade de esquadrias em vidro.

Caracterização da Obra:

Segundo [estudos de solos pelo método SPT](#), o terreno possui um solo predominantemente composto por silte argiloarenoso, que não fornece uma boa resistência aos esforços solicitados pela arquitetura. Como não foi encontrado água ao longo de todos os 10m de estudo, o mais prudente e econômico a se fazer é adotar estacas escavadas de 7 metros de profundidade.

A profundidade da estaca foi determinada segundo conceitos de geotecnia, mais precisamente o método de Capacidade de Carga conceituado por Decour-Quaresma, em 1978.

Devido à arquitetura complexa, não foi possível utilizar lajes treliçadas (pré-moldadas) em toda a edificação, porque estas apresentam deformações maiores, e somando suas características, aos grandes vãos, sua utilização em toda a casa não é interessante, assim utilizamos a concepção de lajes mistas, onde nos locais mais críticos será utilizado lajes maciças armadas, e nos locais menos críticos, serão adotadas as lajes treliçadas unidirecionais.

A piscina também foi concebida em concreto armado, principalmente devido a geometria complexa da mesma, que possui três níveis de profundidade, área gourmet integrada a piscina e uma área verde em seu interior.

Como o solo tem uma baixa resistência, a estrutura da piscina também se apoiará por estacas.

A residência tem uma sala que tem um vão de 10,50m, onde foi feito um estudo extremamente detalhado das opções para se conceber a estrutura de forma mais segura e econômica possível.

Desse modo chegou-se a conclusão de utilizar vigas semi-invertidas com dimensões consideráveis e com pouco espaço entre si, para diminuir a carga sobre elas e assim não ser necessário a utilização de concreto protendido, que além de ser bem mais caro, ainda corre o risco de ser mal executada, pois ainda precisa de uma mão de obra mais qualificada.

Acima da área de lazer na piscina existe uma laje que além de possuir os mesmos 10 metros de vão, carece de apoios, assim esse foi o ponto mais crítico de todo o projeto. Semelhante à solução da sala, utilizou-se vigas semi-invertidas de dimensões consideráveis para manter os vãos estáveis e sem deslocamentos excessivos.

Outro ponto de atenção é a quantidade de esquadrias de vidro, que mesmo que não configure nenhuma diferença de pesos em relação a paredes convencionais, é necessária uma atenção sobre os deslocamentos de elementos estruturais que rodeiam tais esquadrias, pois um deslocamento a mais, mesmo que dentro de valores aceitáveis pelas normas, pode ocasionar problemas de utilização das esquadrias, como dificuldade de abertura e até trincas.

No caso de o contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à André Rodrigues de Vasconcelos. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

3.1. Normas Essenciais

ABNT NBR 05674:2012	Manutenção de edificações
ABNT NBR 06118:2014	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 06120:1980	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 06123:1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681:2003	Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
ABNT NBR 14432:2001	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento
ABNT NBR 15200:2012	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
ABNT NBR 15421:2006	Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos – Procedimento
ABNT NBR 15575:2013	Coletânea de Normas Técnicas - Edificações Habitacionais – Desempenho
IT08:2011	Segurança Estrutural nas Edificações – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

3.2. Normas Complementares

ABNT NBR 7680:2015	Concreto – Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655:2015	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - procedimento
ABNT NBR 14037:2011 Versão Corrigida:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931:2004	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 15696:2009	Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280:2015	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos

3.3. Normas Específicas

ABNT NBR 6136:2007	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos
ABNT NBR 7187:2003	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento
ABNT NBR 7188:2013	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8800:2008	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
ABNT NBR 9062:2006	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452:2012	Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procedimento
ABNT NBR 9607:2012	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido – Procedimento
ABNT NBR 9783:1987	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
ABNT NBR 14323:2013	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 14861:2011	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido – Requisitos e procedimentos
ABNT NBR 15961:2011	Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1 e 2
ABNT NBR 15812:2010	Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055:2012	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239:2013	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
ABNT NBR 16280:2014	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos
IT06:2011	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

4. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1. Vida Útil de Projeto

Conforme prescrição da NBR 15575-2 Edificações habitacionais - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor da obra deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Calculista, indicado neste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

Será interessante que o executor informe ao futuro morador à ler e seguir o Manual de Uso Operação e Manutenção do Imóvel, entregue ao usuário do imóvel juntamente com o projeto e esse documento, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção do Imóvel, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

4.2. Classes de Agressividade

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
II	Moderada	Submersa, urbana ^{a, b} , marinha ^a	Pequeno
III	Forte	Industrial ^{a, b, c}	Grande
IV	Muito Forte	Respingos de Maré	Elevado
a) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura). b) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove. c) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.			

Tabela NBR 6118:2014

Justificativa:

Foi adotado a classe de agressividade II (moderada) por se tratar de uma residência baixa, em um local sem muitas edificações vizinhas, sem tanta interferência de cidade, mas também não tão rural quanto uma fazenda.

Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto:

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal Mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/Pilar	30	35	45	55

a) Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

b) Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

c) Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

d) No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Observação Importante quanto à durabilidade:

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.

Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

5. OUTROS REQUISITOS DA NORMA DE DESEMPENHO

Embora conste na parte 2 da NBR 15575:2013 (Desempenho Estrutural) que as alvenarias de vedação devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro, esse dimensionamento não é escopo do projeto estrutural.

O dimensionamento para o atendimento destes ensaios deverá ser desenvolvido em projeto específico por profissionais especializados em projetos de alvenarias.

Nos projetos das alvenarias de vedação e de compartimentação deverão ser previstos o encunhamento junto às lajes e vigas de maneira a permitir as deformações diferidas destas peças, conforme os valores que constam nos desenhos das curvas de isovalores de deslocamentos.

Os projetos de alvenaria de vedação devem contemplar ainda as movimentações decorrentes da fluência e retração do concreto, assim como decorrentes de carregamentos adicionais e da variabilidade de suas características mecânicas que introduzem deformações impostas nas vedações.

As considerações de incêndio, acústica e térmica também não são escopo do projetista de estrutura.

As espessuras das lajes definidas neste projeto atendem aos estados limites últimos, bem como aos estados limites de serviço, assim como a espessura mínima para a compartimentação em caso de incêndio.

O desempenho acústico e térmico das lajes deverá ser objeto de análise por profissionais especializados nestas áreas.

6. MATERIAIS

6.1. Concreto Armado

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
E_{cs} (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

Tabela 6.1 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo) – NBR 6118:2014

ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM GERAL:

PROPRIEDADE	Todos os Pavimentos
Resistência Característica	25 MPa
Resistência fckj para etapas construtivas	20 MPa
Módulo de deformação tangente inicial mínimo	24.15GPa
Fator água-cimento máximo	0,6

Observação Importante:

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito) – mais comum em nossa região - em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2014, devendo ser definido antes do início do projeto.



Recomendação Importante:

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

6.2. Aço

- Aço CA-50 / CA-60

7. COBRIMENTOS

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.4, quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução, pode ser adotado o valor $\Delta c = 5\text{mm}$ (cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução), mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto.

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.6, para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 podem ser reduzidos em 5 mm.

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL	CAA II
Lajes (Positiva e Negativa)	2.5 cm
Vigas	3 cm
Pilares	3 cm
Blocos sobre estacas	3 cm
Piscina	4 cm

8. CRITÉRIOS DE MODELO ESTRUTURAL

8.1 Parâmetros de estabilidade global

Neste projeto foram adotados dois tipos de modelos estruturais, modelo de grelha para pavimentos e modelo de pórtico espacial para a análise global, sendo as cargas de grelha transferidas para o pórtico espacial.



No modelo de grelha para os pavimentos, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares, para a análise das deformações, obtenção dos carregamentos verticais que atuarão no pórtico espacial e dimensionamento das armaduras das lajes.

Durante a verificação das deformações, também são realizadas análises através da grelha não-linear, onde por meio de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I ou II.

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Através deste modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das

redistribuições de esforços na estrutura provenientes dos carregamentos verticais.

As ligações entre pilares e vigas no modelo de pórtico foram flexibilizadas considerando, principalmente no caso de pilares-parede, as vigas associadas aos trechos localizados dos pilares em que se apoiam, e não aos pilares com a sua inércia total, resultando em esforços e deslocamentos mais próximos da realidade.

Para a análise de ELU, conforme item 15.7.3 da ABNT NBR 6118:2014, a não-linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta $E_c I_c$ de acordo com o tipo de elemento estrutural:

- lajes: $(EI)_{sec} = 0,3 E_c I_c$;
- vigas: $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$ para $A_s' \neq A_s$ e $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$ para $A_s' = A_s$;
- pilares: $(EI)_{sec} = 0,8 E_c I_c$.

8.2. Deslocamentos admissíveis

Foram atendidos os limites para deslocamentos estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2014.

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$\ell/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$\ell/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$\ell/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$\ell/350 + \text{contraflecha}^b$
			Ocorrido após a construção do piso	$\ell/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$\ell/500^c$ e 10 mm e $\theta = 0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$\ell/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($\psi_1 = 0,30$)	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos ^f
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$\ell/400^g$ e 15 mm

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	$\ell/350$
		Revestimentos pendurados ou com juntas	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	$\ell/175$
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	$H/400$
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.		

- a As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.
- b Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $\ell/350$.
- c O vão ℓ deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.
- d Rotação nos elementos que suportam paredes.
- e H é a altura total do edifício e H_i o desnível entre dois pavimentos vizinhos.
- f Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não podem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica ao deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H_i representa o comprimento do lintel.
- g O valor ℓ refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

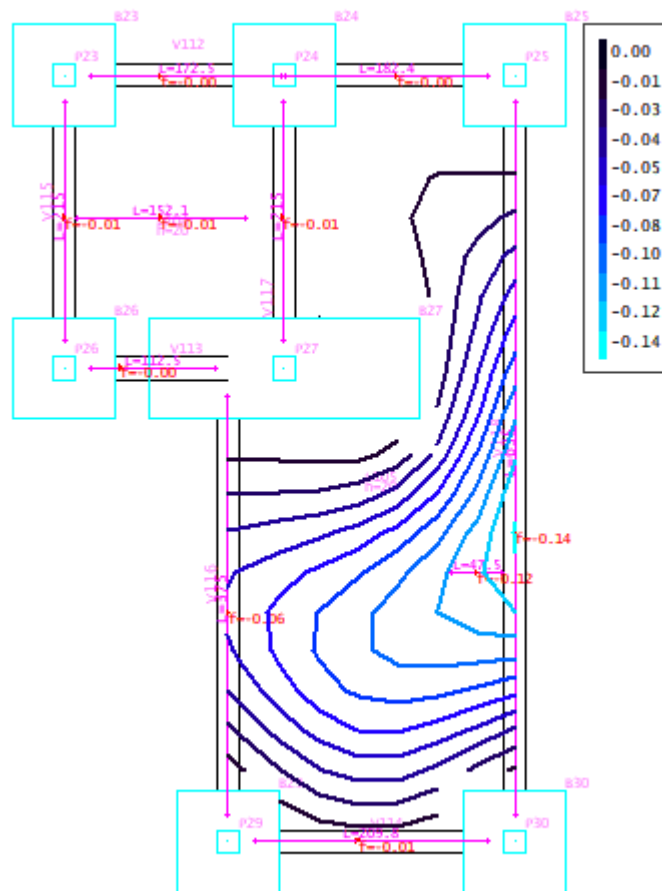
NOTAS

- 1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão ℓ suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.
- 2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor ℓ é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.
- 3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.
- 4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

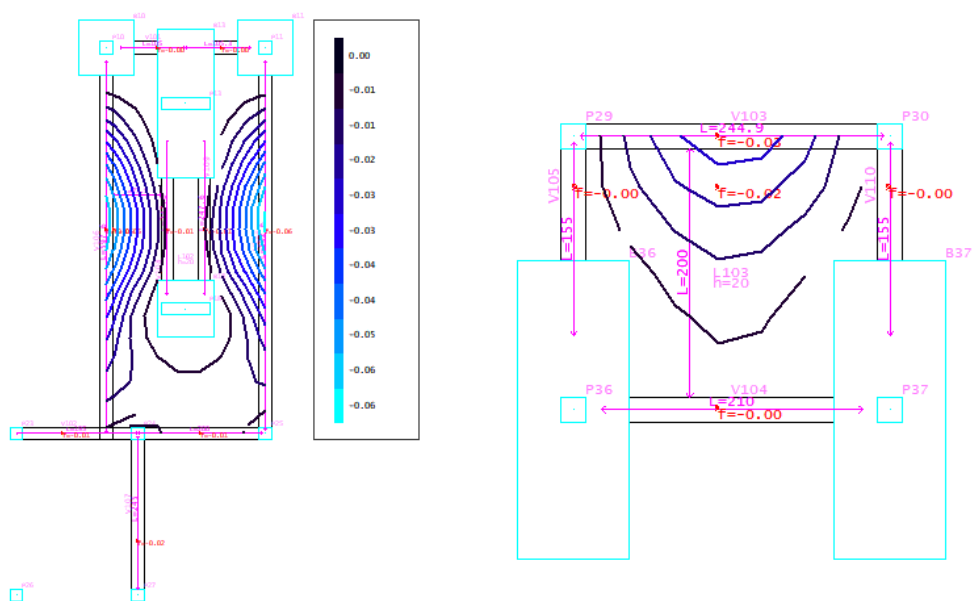
Mapa de deslocamentos

A seguir se encontra o mapa dos deslocamentos das lajes dos pavimentos que interessam ao estudo. Com isso há a comprovação de que os deslocamentos na estrutura não ultrapassam os limites listados no subitem anterior.

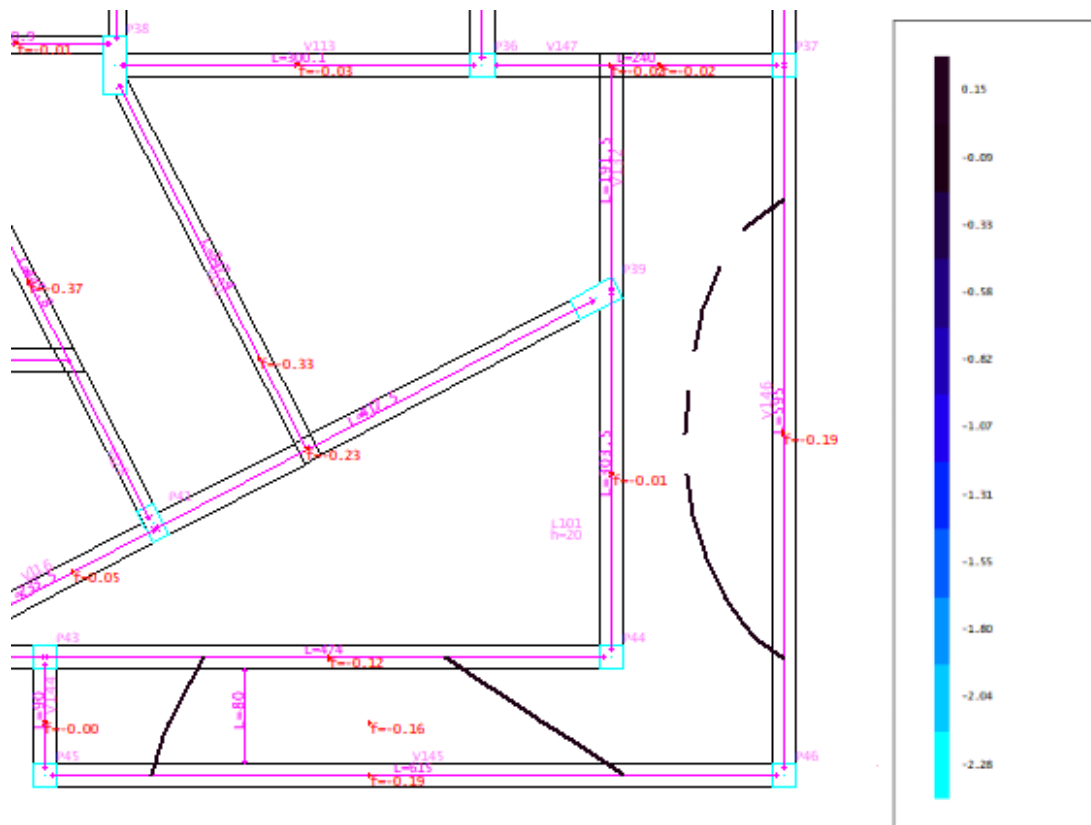
8.2.1. Piscina (nível -1,30m):



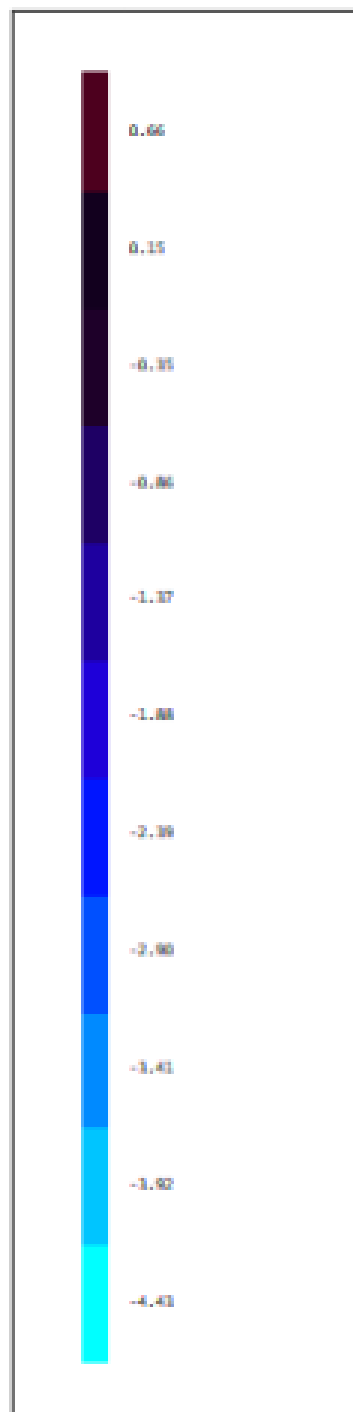
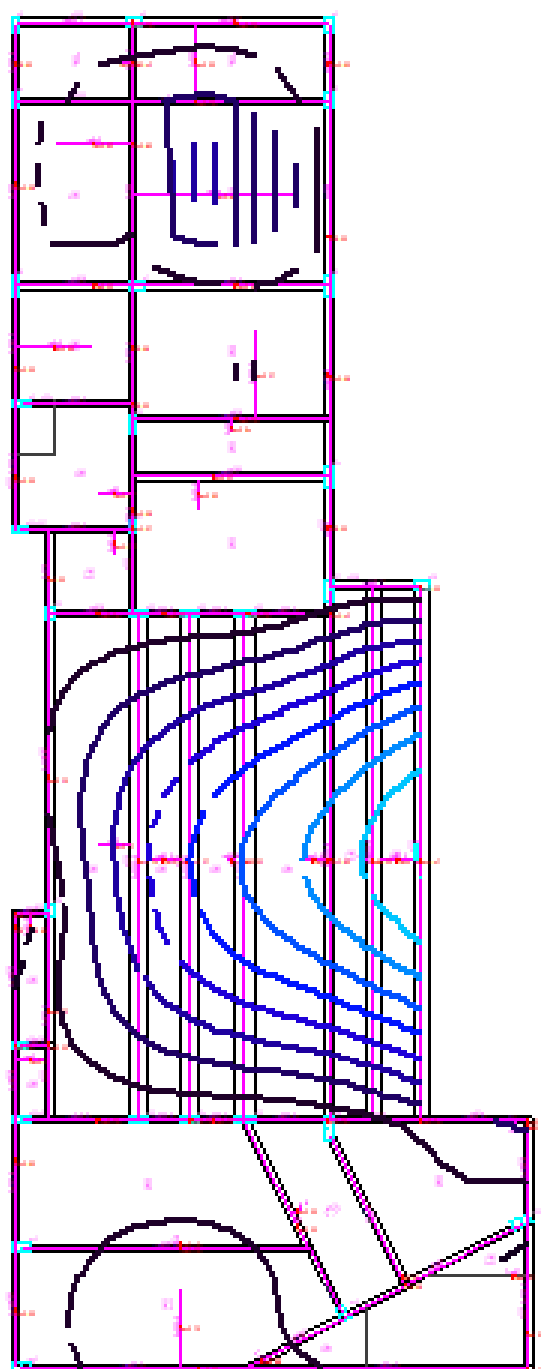
8.2.2. Piscina (nível -0,50m):



8.2.3. Piscina (nível -0,20m):



8.2.4. Cobertura:



8.3. Deslocamentos das Vigas:

Vigas do 1º Pavimento					
Viga	Vão	Comprimento (cm)	Deslocamento (cm)	Deslocamento limite (cm)	Situação
V101	1	241.7	-0.01	0.97	Passou
V101	2	412	-0.22	1.65	Passou
V102	1	649.9	-2.31	2.6	Passou
V103	1	248.7	-0.07	0.99	Passou
V103	2	401.2	-0.01	1.6	Passou
V104	1	113.7	-0.15	0.45	Passou
V105	1	408.7	-0.53	1.63	Passou
V106	1	408.7	-0.56	1.63	Passou
V107	1	59.2	-0.01	0.24	Passou
V108	1	181.2	-0.01	0.72	Passou
V109	1	101.4	0	0.41	Passou
V109	2	117.7	0	0.47	Passou
V109	3	177.1	-0.12	0.71	Passou
V110	1	66.7	-0.21	0.27	Passou
V111	1	118.7	-0.04	0.47	Passou
V112	1	241.2	-0.02	0.96	Passou
V112	2	105.2	0	0.42	Passou
V112	3	117.7	0	0.47	Passou
V112	4	170.9	-0.01	0.68	Passou
V113	1	300.1	-0.03	1.2	Passou
V114	1	599.5	-0.35	2.4	Passou
V115	1	578.4	-0.04	2.31	Passou
V115	2	474	-0.12	1.9	Passou
V116	1	233.5	0.05	0.93	Passou
V116	2	417.5	-0.23	1.67	Passou
V117	1	245	-0.02	0.98	Passou
V117	2	263.8	-0.03	1.06	Passou
V118	1	152.5	0.01	0.61	Passou



V119	1	271.2	-0.18	1.08	Passou
V120	1	265	-0.04	1.06	Passou
V120	2	249.9	0	1	Passou
V120	3	388	-0.1	1.55	Passou
V120	4	153.8	0	0.62	Passou
V121	1	175	0.02	0.7	Passou
V121	2	618.8	-0.77	2.48	Passou
V122	1	160	-0.04	0.64	Passou
V122	2	275	0.16	1.1	Passou
V123	1	249.9	-0.19	1	Passou
V124	1	1057.5	-2.1	4.23	Passou
V125	1	393.8	-0.27	1.58	Passou
V125	2	288.7	-0.03	1.15	Passou
V126	1	1057.5	-2.09	4.23	Passou
V127	1	1057.5	-2.09	4.23	Passou
V128	1	445.8	-0.37	1.78	Passou
V129	1	1103.8	-2.17	4.42	Passou
V130	1	225	0	0.9	Passou
V130	2	402.5	-0.15	1.61	Passou
V130	3	388	-0.09	1.55	Passou
V131	4	153.7	0	0.61	Passou
V132	1	347.4	-0.33	1.39	Passou
V132	1	191.5	-0.02	0.77	Passou
V133	2	303.5	-0.01	1.21	Passou
V134	1	55.8	0	0.22	Passou
V135	1	615.1	-0.59	2.46	Passou
V137	1	245	-0.01	0.98	Passou
V138	1	615.1	-0.31	2.46	Passou
V139	1	415	-0.13	1.66	Passou
V140	1	185	-0.01	0.74	Passou
V141	1	250	-0.01	1	Passou
V142	1	185	-0.01	0.74	Passou
V143	1	670	-0.43	2.68	Passou

(83) 9 9644 2240

@andrerodrigueseng

anderodrigues.eng.br

contato@anderodrigues.eng.br



V144	1	210	-0.01	0.84	Passou
V145	1	90	0	0.36	Passou
V146	1	615	-0.19	2.46	Passou
V147	1	595	-0.19	2.38	Passou
V148	2	215	0.02	0.86	Passou
V149	1	240	-0.02	0.96	Passou

Vigas da Cobertura

Viga	Vão	Comprimento (cm)	Deslocamento (cm)	Deslocamento limite (cm)	Situação
V301	1	241.7	-0.01	0.97	Passou
V301	2	408.3	-0.08	1.63	Passou
V302	1	649.9	-0.93	2.6	Passou
V303	1	248.7	0.05	0.99	Passou
V303	2	401.2	-0.38	1.6	Passou
V304	1	228.7	0.01	0.91	Passou
V305	1	408.7	-0.26	1.63	Passou
V306	1	408.7	-0.13	1.63	Passou
V307	1	233.7	-0.07	0.93	Passou
V308	1	181.2	-0.02	0.72	Passou
V309	1	183.3	-0.04	0.73	Passou
V309	2	105.2	-0.03	0.42	Passou
V309	3	117.7	-0.08	0.47	Passou
V309	4	177.1	-0.43	0.71	Passou
V310	1	66.7	0.43	0.52	Passou
V311	1	59.2	-0.19	0.24	Passou
V312	1	241.2	-0.05	0.96	Passou
V312	2	105.2	-0.03	0.42	Passou
V312	3	117.7	-0.03	0.47	Passou
V312	4	170.9	-0.08	0.68	Passou
V313	1	188.7	-0.54	0.75	Passou
V314	1	227.5	-0.98	1.01	Passou
V315	1	599.5	-0.5	2.4	Passou
V316	1	470.3	-0.72	1.88	Passou

(83) 9 9644 2240

@andrerodrigueseng

andrerodrigues.eng.br

contato@andrerodrigues.eng.br



V316	2	594.6	0.67	2.38	Passou
V317	1	234.4	-0.55	0.94	Passou
V317	2	418.2	0.08	1.67	Passou
V318	1	246.3	-0.01	0.99	Passou
V318	2	263.8	0	1.06	Passou
V319	1	152.5	0.01	0.61	Passou
V320	1	271.2	0.37	1.08	Passou
V321	1	261.3	-0.02	1.05	Passou
V321	2	249.9	-0.01	1	Passou
V321	3	388	-0.08	1.55	Passou
V321	4	153.8	0	0.62	Passou
V322	1	431.2	-0.23	1.72	Passou
V323	1	618.8	-0.39	2.48	Passou
V323	2	175	0.01	0.7	Passou
V324	1	1057.5	-1.74	4.23	Passou
V325	1	393.8	-0.08	1.58	Passou
V325	2	292.5	0.06	1.17	Passou
V325	3	388	-0.8	1.55	Passou
V325	4	161.3	-0.43	0.65	Passou
V326	1	1057.5	-2.37	4.23	Passou
V327	1	1057.5	-2.93	4.23	Passou
V328	1	448.7	-0.15	1.79	Passou
V329	1	1103.8	-3.62	4.42	Passou
V330	1	225	0.02	0.9	Passou
V330	2	402.5	-0.08	1.61	Passou
V330	3	388	0.01	1.55	Passou
V330	4	153.7	0	0.61	Passou
V331	1	1122.5	-4.02	4.49	Passou
V332	1	349.5	0.07	1.4	Passou
V333	1	1117.5	-4.47	4.47	Passou
V334	1	305.3	0.55	1.22	Passou
V335	1	205.5	-0.91	0.98	Passou

(83) 9 9644 2240

@andrerodrigueseng

andrerodrigues.eng.br

contato@andrerodrigues.eng.br



Vigas da Piscina					
Viga	Vão	Comprimento (cm)	Deslocamento (cm)	Deslocamento limite (cm)	Situação
V201	1	105	0	0.42	Passou
V201	2	105.3	0	0.42	Passou
V202	1	195	-0.01	0.78	Passou
V202	2	200	-0.01	0.8	Passou
V203	1	244.9	-0.03	0.98	Passou
V204	1	210	0	0.84	Passou
V205	1	155	0	0.62	Passou
V206	1	597.6	-0.06	2.39	Passou
V207	1	245	-0.02	0.98	Passou
V208	1	247.6	-0.01	0.99	Passou
V209	1	247.6	-0.01	0.99	Passou
V210	1	155	0	0.62	Passou
V211	1	592.6	-0.06	2.37	Passou
V212	1	172.5	0	0.69	Passou
V212	2	182.4	0	0.73	Passou
V213	1	112.5	0	0.45	Passou
V214	1	209.8	-0.01	0.84	Passou
V215	1	215	-0.01	0.86	Passou
V216	1	375	-0.06	1.5	Passou
V217	1	215	-0.01	0.86	Passou
V218	1	635	-0.14	2.54	Passou

(83) 9 9644 2240

@andrerodrigueseng

anderodrigues.eng.br

contato@anderodrigues.eng.br



8.3. Cargas dos Pilares:

Elemento	Fz (tf)	Mx (tf*m)	My (tf*m)
P1	1,94	-0,21	-0,02
P2	6,66	-0,31	0,37
P3	3,31	-0,38	-0,23
P4	6,63	0,32	0,31
P5	7,18	0,15	-0,35
P6	5,60	-0,21	-0,21
P7	11,31	0,06	0,08
P8	7,25	-0,34	0,18
P9	5,76	-0,01	-1,26
P10	1,29	0,44	-0,03
P11	1,05	0,25	0,01
P12	10,44	-0,11	0,89
P13	4,27	2,51	-0,05
P14	6,45	-1,07	-0,66
P15	2,98	-0,04	-0,77
P16	6,08	-1,33	0,75
P17	15,53	0,79	-0,10
P18	5,70	0,41	-0,21
P19	7,27	0,62	-0,25
P20	13,81	0,04	-1,12
P21	5,43	0,31	1,19
P22	19,72	0,43	1,49
P23	2,61	0,53	0,28
P24	6,17	0,79	0,02
P25	4,01	0,85	-0,38
P26	2,68	-0,40	0,20
P27	13,75	2,22	8,67
P28	10,46	-1,21	-0,42
P29	5,34	-1,71	0,97
P30	5,44	-1,97	-1,08
P31	3,74	-0,08	-0,40
P32	4,97	-0,03	0,05
P33	11,86	-0,60	-0,11
P34	6,20	-0,46	1,02
P35	16,74	-0,15	1,69
P36	2,96	-1,52	0,72
P37	4,36	-1,48	-0,61
P38	27,62	1,16	0,12
P39	9,85	0,02	0,67
P40	7,61	-0,19	0,70
P41	12,80	-0,53	-0,05
P42	4,91	-0,11	0,73
P43	1,54	-0,06	0,19
P44	4,24	0,07	0,20
P45	1,37	0,04	0,00
P46	1,54	0,15	0,19

9. ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

O profissional responsável pelo projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

9.1. Formas (moldes para a estrutura de concreto)

O projeto e o dimensionamento de formas (moldes para a estrutura de concreto) não fazem parte do escopo de nossos serviços.

9.2. Escoramentos

O projeto e o dimensionamento do escoramento não fazem parte do escopo de nossos serviços.

Observações:

1. Deve ser previsto o espaçamento máximo entre escoras de 2,0 m.
2. Deve ser garantida a verticalidade e o prumo das escoras.
3. No caso do ciclo de concretagem não ser o especificado no esquema e/ou existirem outras condições poderá ser estabelecido outro plano de cimbramento a ser definido pela Engenharia da Obra e o Projetista de Estruturas.
4. A retirada do escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto (E_{ci}) no momento da desforma. Há uma maior probabilidade de grande deformação quando o concreto é exigido com pouca idade.
5. A retirada do escoramento deverá ser feita:
 - Nos vãos; do meio para os apoios
 - Nos balanços; do extremo para o apoio

9.3. Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

9.4. Tecnologia de Concreto

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto. O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

9.5. Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna.

Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do

concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

9.6. Controle do Concreto

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680:2015 – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

9.7. Proteção das Armaduras

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118:2014 para evitar processos corrosivos.

10. ENCERRAMENTO

Este documento foi elaborado pelo responsável técnico pela estrutura em questão André Rodrigues de Vasconcelos, CREA-PB nº 161890343-8.

E como apresentado acima, atesto que todos os critérios normativos foram atendidos para a elaboração desse projeto.

Para fins de facilidade de compartilhamento, deixo abaixo o QR code do site do projeto, para ter um acesso mais rápido a esse documento, as pranchas de obra, ART e muito mais.



ANDRÉ RODRIGUES
Engenheiro Estrutural
CREA-PB nº 161890343-9

ENGENHEIRO ESTRUTURAL

João Pessoa, 30 de julho de 2021