

**O PROJECTO DE ARQUITECTURA E  
ESTRUTURA COMO FERRAMENTA PARA O  
CONTROLE DA QUALIDADE DAS OBRAS DE  
EDIFÍCIOS: CASO-HOSPITAL GERAL DE  
MAVALANE, BLOCO N e O**

**PROPOSTA DE TRABALHO DE LICENCIATURA**

de

**JOSUALDO ORLANDO ASSANE**

Estudante Código N<sup>o</sup>: 195812

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

na

**ESCOLA SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

da

**UNIVERSIDADE POLITÉCNICA**



**Supervisor: Arqt<sup>o</sup>. Zacarias G. Bucuane**

Maputo, Maio de 2014

**Josualdo Orlando Assane**

**O PROJECTO DE ARQUITECTURA E ESTRUTURA COMO  
FERRAMENTA PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DAS OBRAS DE  
EDIFÍCIOS: CASO-HOSPITAL GERAL DE MAVALANE, BLOCO N e O**

Monografia Científica apresentada á Escola Superior de Gestão, Ciência e Tecnologia – Universidade Politécnica, como exigência parcial para à obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil

Supervisor: Arqt<sup>o</sup>. Zacarias G. Bucuane

**Maputo, Maio de 2014**

## **PARECER DO SUPERVISOR**

O presente trabalho de Licenciatura com o Tema: “**O PROJECTO DE ARQUITECTURA E ESTRUTURA COMO FERRAMENTA PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DAS OBRAS DE EDIFÍCIOS: CASO-HOSPITAL GERAL DE MAVALANE, BLOCO N e O**”, foi realizado pelo Estudante: **Josualdo Orlando Assane** sob minha orientação, considero-o de qualidade e nível recomendados, tendo sido cumpridos os parâmetros científicos exigidos para pesquisa e alcançados os objectivos preconizados para a avaliação e consideração para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

### **O Supervisor:**

Zacarias Guidione Bucuane

(Arquitecto e Planificador Fisico)

Maputo, Maio de 2014

## **DECLARAÇÃO**

Declaro que esta Monografia Científica é resultado de muita investigação e das orientações do meu supervisor, o assunto que se aborda é real e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Maputo, Maio de 2014

.....

(Josualdo Orlando Assane)

### **Aprovação do júri**

Esta Monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Licenciado em Engenharia Civil pela Universidade Politécnica de Moçambique

Maputo, aos ..... de ..... de 2014

.....

(O Presidente de Júri)

.....

(O Arguente)

.....

(O Supervisor)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de licenciatura em engenharia civil aos meus pais,

Orlando Adelino Assane e Fernanda Alexandre Feliciano, que souberam dar carinho e incentivos nos momentos difíceis. A eles, meu grande abraço.

Aos meus irmãos e a minha namorada -Jeny Paula Uachave, pelo apoio e incentivo no percurso académico.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo não seria possível sem a colaboração de um grande número de pessoas, as quais gostaria de expressar meus agradecimentos.

A Deus, pela vida e saúde.

Agradeço a todos os docentes da Universidade Politécnica, em especial do “Curso de Engenharia Civil”, que contribuíram para esta fase importante.

Especial agradecimento ao Docente Orientador, Arqt<sup>o</sup>. Zacarias Bucuane, pela orientação e esforço para o desenvolvimento deste trabalho.

Especial agradecimento ao Eng<sup>o</sup>. João Chirindza, pelo estágio, do qual não seria possível estagiar e abordar este assunto.

Agradecer ao Eng<sup>o</sup>. Alberto Andissene, pela paciência e disponibilidade em ouvir as dificuldades enfrentadas para realização do trabalho e seu contributo, sem dúvida, foram essenciais para o desenvolvimento desta monografia.

Agradecer a empresa Dora Consultores, Lda pelo estágio, especialmente ao Eng<sup>o</sup>. Arsénio Boaventura Bulo, pela paciência e ensinamentos. Agradecer também, a empresa Emocil/ MotaEngil, em especial a todos operários desta empresa.

Agradeço ao docente, Eng<sup>o</sup>. Jorge A. Pindula, pelo apoio, ao Eng.º Jorge Valenzuela, a Dr<sup>a</sup>. Artimiza Garrine, aos Eng<sup>os</sup>. Chungu Robate, Dino Victor, Latifo Muária, que contribuíram directo ou indirectamente para a realização deste trabalho.

Agradeço também a todos os colegas do curso de engenharia civil, em especial, os do ano de 2008 a 2009, verdadeiros companheiros de batalha.

A toda minha família, pela atenção e preocupação nestes cinco (5) anos de carteira. E a todos que directa ou indirectamente contribuíram de algum modo na elaboração do trabalho.

Vai meu muito obrigado.

## INDICE GERAL

PARECER DO SUPERVISOR .....	i
DECLARAÇÃO .....	ii
DEDICATÓRIA .....	iii
AGRADECIMENTOS .....	iv
ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xii
RESUMO.....	XIII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Processo de investigação.....	3
1.2. O problema.....	3
1.3. Pergunta e hipóteses.....	4
1.4. Perguntas investigativas de apoio .....	4
1.5. Metodologia.....	5
1.6. Constrangimentos da investigação.....	5
1.6.1. Limitações.....	5
1.6.2. Delimitações .....	6
1.7. Estrutura do trabalho.....	6
1.8. Os objectivos da investigação .....	6
1.8.1. Objectivo geral:.....	7
1.8.2. Objectivos específicos: .....	7
1.9. Justificativa e relevância do tema .....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1. O projecto arquitectónico - processo de projecto arquitectónico.....	8
2.1.1. Processo de projecto .....	8
2.1.2. O início do processo: A idealização da edificação.....	9
2.1.3. Projecto como produto e como serviço.....	13
2.1.4. Etapas do processo de projecto .....	14
2.1.5. Processo de projecto do empreendimento.....	18
2.1.6. A compatibilização de projectos .....	19
2.1.7. Interfaces do processo de projecto .....	19
2.1.8. A influência das decisões de projecto para o processo construtivo .....	20
2.2. Qualidade na empresa de construção de edifícios.....	22
2.2.1. Qualidade.....	22
2.2.2. Controle de qualidade .....	23
2.2.3. Garantia da qualidade .....	24
2.2.4. Gestão da qualidade .....	24
2.2.5. Componentes da qualidade do projecto .....	25

2.2.6. Aspectos do processo de projecto que influenciam na qualidade .....	26
2.2.7. Aspectos do empreendimento que afectam a qualidade do projecto .....	28
2.2.8. Diretrizes para melhoria da qualidade do processo de projecto.....	28
2.3. O PROJECTO ESTRUTURAL.....	30
2.3.1. Aspectos de qualidade relativo ao projecto estrutural.....	30
2.3.2. Garantia de qualidade .....	31
2.3.3. Exigência da qualidade para a estrutura.....	34
2.3.4. Deterioração do betão .....	35
2.3.5. Critério de projecto para durabilidade .....	38
2.3.6. Outros aspectos que influenciam na qualidade do projecto estrutural .....	41
3. ESTUDO DE CASO.....	43
3.1. Objecto do estudo - Hospital Geral de Mavalane (HGM) .....	43
3.1.1. As Edificações -Situação Actual.....	44
3.1.2. Serviços actuais disponíveis -HGM.....	45
3.1.3. Propósitos da ampliação – HGM .....	46
3.1.3. O plano director -HGM.....	47
3.2. Motivos da pesquisa -HGM.....	48
3.3. Aspectos do projecto arquitectónico – HGM -Bloco N e O .....	51
3.3.1. Descrição do bloco N e O .....	51
3.3.2. Descrição dos aspectos fundamentais que levam o melhoramento do projecto – HGM.....	53
3.3.2.1. Cota de soleira.....	53
3.3.2.2. Sala de consulta de tuberculose .....	54
3.3.2.2.1. Constatações: .....	55
3.3.2.2.2. Proposta de solução da sala de consulta de tuberculose: .....	55
3.3.2.2.3. Aspectos arquitectónicos a evitar e a ponderar .....	57
3.3.2.3. Maternidade .....	58
3.3.2.3.1. Conceito -Maternidade Humanizada .....	59
3.3.2.3.2. Diferença existente: Sala do bloco operatório e salas comuns” .....	62
3.4. Aspectos do projecto estrutural - HGM- Bloco N e O.....	62
3.4.1. Documentos de referência.....	63
3.4.2. Resultados dos ensaios geotécnicos.....	65
3.4.3. Materiais e sistema construtivo.....	65
3.4.4. Aspectos de incompatibilização do projecto.....	66
3.5. Execução dos trabalhos e controle de qualidade.....	67
3.5.1.Preliminares.....	67
3.5.2. Compactação de solos.....	69

3.5.3. Betão de limpeza.....	69
3.5.4. Sapatas e arranque de pilares .....	71
3.5.5. Cofragens.....	71
3.5.6. Aço.....	72
3.5.7. Betão.....	73
3.5.8. Ensaios.....	73
3.5.9. Aspectos de estrutura a evitar .....	75
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	77
4.1. Conclusão.....	77
4.2. Recomendações.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

## ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Designação</b>
Anexo I	Relatório de ensaios laboratoriais e de campo.
Anexo II	Resultados dos ensaios de cubos de betão a compressão -sapatas e pilares bloco N.
Anexo III	Roteiro de entrevista direccionado aos beneficiários do Hospital Geral de Mavalane.
Anexo IV	Roteiro de entrevista direccionado aos consultores de arquitectura ou architectos.
Anexo V	Roteiro de entrevista direccionado aos consultores de estrutura ou engenheiros.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Designação</b>	<b>Pg</b>
Figura 1	Os agentes participantes de um empreendimento de construção de edifícios	10
Figura 2	Planta de localização do HGM	44
Figura 3	Situação actual das edífiques no HGM	45
Figura 4	Plano director do HGM	47
Figura 5	Atendimentos externos -r/c e 1º andar & Maternidade -r/c “projecto modelo em arco”	50
Figura 6	Projecto melhorado, modelo regular” R/c	50
Figura 7	Soterração da laje de pavimento térreo	53
Figura 8	Proposta de localização da sala de consulta de tuberculose	56
Figura 9	Aspectos de Arquitectura a evitar	57
Figura 10	Aspectos de Arquitectura a ponderar	57
Figura 11	Outros aspectos-Bloco “O” Maternidade	58
Figura 12	Bloco O “Maternidade” -Projectado por consultor “A”	61
Figura 13	Bloco O “Maternidade” - Projecto melhorado	61
Figura 14	Ensaio in situ (PDL9)	64
Figura 15	Colecta de solos	64
Figura 16	Colecta de solos para laboratório	64
Figura 17	Aspectos de incompatibilização e proposta de melhoramento-1	66
Figura 18	Aspectos de incompatibilização e proposta de melhoramento-2	66
Figura 19	Demolição do alpendre do banco de socorro	68
Figura 20	Remoção de plantas	68
Figura 21	Remoção de camada vegetal	68
Figura 22	Escavação de 50cm da área a implantar	68
Figura 23	Marcação da obra	68
Figura 24	Marcação de cangalhos	68
Figura 25	Compactação tentativa	70
Figura 26	Saturação dos solos	70
Figura 27	Compactação de solos	70

Figura 28	Ensaio de compactação “troxler”	70
Figura 29	Aplicação de anti-térmita (sapatas)	70
Figura 30	Colocação de betão de limpeza	70
Figura 31	Sapatas e arranque de pilar (sapata centrada)	71
Figura 32	Bloquetes em sapatas (sapata excêntrica)	71
Figura 33	Arranque de pilares, cofragem de madeira e respectiva betonagem	71
Figura 34	Cofragens metálicas em vigas, pilares e parte da viga betonada	72
Figura 35	Cofragens em lajes	72
Figura 36	Descofragem parcial em laje	72
Figura 37	Betonagem e vibração em sapatas	74
Figura 38	Betonagem em laje	74
Figura 39	Abaixamento de cone slump test	74
Figura 40	Colecta de provetes cúbicos	74
Figura 41	Abaixamento de cone slump test	74
Figura 42	Compactação de caixas de pavimento	74
Figura 43	Armadura em sapatas	75
Figura 44	Segregação do betão e armadura a vista	75
Figura 45	Concentração excessiva de armadura em arranque de pilar	76
Figura 46	Interrompimento da betonagem e concentração de empalmos de armaduras em pilares	76
Figura 47	Projecto de estrutura semi-terminado	76

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabelas</b>	<b>Designação</b>	<b>Pg</b>
Tabela 1	As fase do projecto que compõem o planeamento da construção	12
Tabela 2	Potencial de cada etapa que influenciam os custos de falhas observadas durante o processo construtivo	21
Tabela 3	Principais mecanismos de deterioração das estruturas de betão armado	37
Tabela 4	Condições ambientais e recobrimento mínimos das armaduras	40
Tabela 5	Distribuídos de serviços por blocos	50
Tabela 6	Os motivos que levaram a abordar a qualidade do projecto	50
Tabela 7	Serviços do bloco N e O do projecto melhorado -consultor B	52
Tabela 8	Tabela comparativa dos serviços oferecidos pelos consultores “Maternidade”	60
Tabela 9	Valor de ensaios de abaixamento de slump test	73

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadros</b>	<b>Designação</b>	<b>Pg</b>
Quadro 1	Erros mais frequentes na construção	27
Quadro 2	Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento	42
Quadro 3	Serviços e n <sup>os</sup> de camas oferecidos actualmente no HGM	45
Quadro 4	Capacidade de internamento HGM	46

## ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Abreviaturas</b>	<b>Designação</b>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	Instituto de betão americano
APO	Avaliação Pois Ocupacional
Arqt <sup>o</sup> /Dr <sup>a</sup> / Eng <sup>o</sup>	Arquitecto/ Doutora e Engenheiro
A500NR	Designação dos tipos Correntes de Armaduras ordinárias
B15, B30,B35 e B40	Designação das Classes de Betões
CEB	Comité Euro-Internacional du Béton
CEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
CPT	Cone Penetration Test
FIP	Federation Internationale de la Précontrainte
Fig.	Figura
ISO	Organização internacional de Normalização
Jr	Júnior
LEM	Laboratório de Engenharia de Moçambique
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MISAU	Ministério da Saúde
mm,cm,m	Unidades de Medição
NBR	Norma Brasileira
NR	Não Rugoso
PDL	Ensaio de penetração dinâmica com penetrómetro ligeiro
RBLH	Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos
RGEU	Regulamento Geral das Edificacoes Urbanas
R/c	Reis do Chão
REBAP	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
RX	Raio X
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
WC	Casa de Banho

## **RESUMO**

<b>Autor:</b>	Josualdo Orlando Assane
<b>Grau Académico:</b>	Licenciatura em Engenharia Civil
<b>Título:</b>	O projecto de arquitectura e estrutura como ferramenta para o controle da qualidade das obras de edifícios: Caso - Hospital Geral de Mavalane, bloco N e O
<b>Universidade:</b>	A Politécnica
<b>Escola Superior de:</b>	Gestão, Ciência e Tecnologias
<b>Supervisor da monografia:</b>	Arqt <sup>o</sup> . Zacarias G. Bucuane
<b>Data:</b>	Maior de 2014
<b>Palavras-chave:</b>	Qualidade, Qualidade do Projecto, Processos de Projecto, Qualidade do Projecto Estrutural.

O projecto assume enorme responsabilidade sobre a qualidade do produto final e satisfação dos clientes externos e internos, pois, é o elemento que vai orientar a maior das soluções futuras. O projecto é o gerador e o responsável pelo bom andamento de todas as actividades posteriores ao seu desenvolvimento, formando a “espinha dorsal” do empreendimento. A deficiente elaboração do projecto, proporciona para possíveis problemas relacionados com custos, prazos entre outros.

O presente trabalho, pretende realçar a relevância do projecto de arquitectura e estrutura correctamente elaborado na optimização da qualidade e seus impactos positivos na realização da obra, contribuindo dessa forma, a competitividade e permanência das empresas de consultoria e construção civil no mercado, bem como, a satisfação do cliente. Neste sentido, a investigação basear-se-á na metodologia qualitativa, e consiste essencialmente em pesquisa bibliográfica e tendo como método de abordagem hipotético -dedutivo. E apoiar-se num estudo de caso de carácter exploratório e descritivo, com finalidades de obter opiniões sobre o

assunto e enquadramento teórico de acordo com os referenciais bibliográficos. Conclui-se que, a fraca qualidade na elaboração e execução de projectos, é resultado de sucessivas modificações no transcorrer do processo construtivo, a falta de consulta ou de cumprimento das especificações, pormenorização insuficiente dos projectos, bem como a descoordenação de diferentes projectos de especialidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Actualmente, em Moçambique, não constitui notícia empresas de construção civil enfrentarem problemas em obra. Os motivos evocados para tal procedimento, prende-se com o facto de algumas empresas de consultoria de engenharia civil, não terem quadro técnico: (Arquitectos ou Arquitectos Hospitalares, como Engenheiros), o que se constata, é que na fase de concurso as empresas contratam técnicos periodicamente para responder o objectivo do concurso/projecto. Por outro lado, a contratação de profissionais ou empresas projectistas conduzidas com base em concorrência de preços, como erros na contratação de empresas construtoras, contribui significativamente para os problemas de obra.

É importante referir que grande parte dos defeitos verificados nas construções de edifícios é decorrente de erros de projecto. Foi com este propósito, que o autor desta monografia resolveu abordar o assunto, com tema: O projecto de arquitectura e estrutura como ferramenta para o controle da qualidade das obras de edifícios, com caso de estudo, Hospital Geral de Mavalane, blocos N e O.

O HGM é uma unidade sanitária construída em 1969 como Hospital Dermatológico com 48 camas, ao longo dos vários anos foi objecto de novas construções e modificações, conservando sempre o núcleo administrativo e de serviços intocáveis. Os problemas de projecto apontados nesta unidade sanitária, blocos N e O foram: a inexistência da cota de soleira (cota altimétrica e planimétrica), irregularidades no projecto arquitectónico (má localização da sala de consulta de tuberculose, o bloco “O” que constitui maternidade apresentava deficiência de certos serviços que o complementam, entre outros).

Portanto, é essencial que se criem mecanismos no sentido de melhorar a qualidade do projecto, em especial, o projecto de Arquitectura, o maior vilão da qualidade do empreendimento.

Segundo Nóbrega (2009: 34) (citando Oliveira, 2005), o projecto viabiliza a introdução de inovações tecnológicas no processo produtivo e possui papel fundamental na produção de construção de qualidade, possibilitando, com isso,

significativo aumento na satisfação do usuário com o produto adquirido, condição fundamental para sobrevivência organizacional no actual contexto.

As empresas que contratam projectos, muitas vezes, partem do enfoque custo (preço), deixando a qualidade em segundo plano. Outras vezes, o factor condicionante é o prazo, que acaba sendo o objectivo primordial, resultando em sérios prejuízos para a eficiência da solução proposta, pois impossibilitando aos projectistas na busca de melhor solução.

A presente monografia científica prende-se na abordagem dos pontos de maior relevância para a elaboração de projectos de edifícios, fundamentalmente em “arquitectura e estrutura” e seus aspectos construtivos, para a obtenção da qualidade das obras. Para o efeito, o trabalho serviu de fundamentos e de base a leitura bibliográfica.

## **1.1. Processo de investigação**

O projecto acarreta elevado impacto sobre os custos directo decorrente da aquisição de todos os insumos e do prazo de execução da obra, determinados pelas características de concepção. No entanto, quanto maior a redução dos gastos e o aumento da produtividade, maior a competitividade da empresa e a satisfação dos usuários.

O processo de investigação conduzido nesta monografia científica, de metodologia qualitativa com recurso a estudo de caso de carácter exploratório e descritivo, permitindo maior percepção sobre o assunto, obedeceu a seguinte estrutura:

- Identificação do tópico a investigar;
- Definição do problema a ser investigado;
- Definição da pergunta a investigar;
- Definição das hipóteses a considerar;
- Determinação de como conduzir a investigação;
- Definição dos objectivos gerais e específicos a atingir com a monografia;
- Recolha dos dados e informações resultantes da investigação;
- Análise e interpretação dos dados obtidos na investigação;
- Conclusões e recomendações.

## **1.2. O problema**

Com a inovação tecnológica e a globalização da economia no ramo da engenharia civil, têm provocado significativas turbulências nos ambientes organizacionais. Como consequência, as empresas confrontam-se com a prática de os concorrentes apresentarem projectos mais próximos do real para obterem vantagem no concurso, ignorando os aspectos de qualidade do projecto executivo. Condicionando a realização das obras.

Neste contexto, o problema investigado foi formulado da seguinte forma:

*“Um projecto deficiente para a construção de edifícios terá impacto sobre a qualidade das obras?”*

### **1.3. Pergunta e hipóteses**

Tendo observado que um projecto deficiente poderá comprometer o sucesso de uma obra, a credibilidade das empresas envolvidas, atrasos e consequentemente a qualidade do empreendimento, neste contexto, a pergunta investigativa que inquietou para a realização do presente trabalho, foi formulada da seguinte forma:

*“Que medidas, um projecto de edifícios, devidamente elabora, poderá minimizar e contribuir positivamente para a qualidade das obras?”*

As hipóteses de acordo com Marconi e Lakatos (2002:26), são suposições lógicas que se fazem na tentativa de se verificar a variabilidade da resposta para um problema existente, neste sentido, o problema foi testada a partir das seguintes suposições lógicas:

*(H0)* “A fraca qualidade das obras em edifícios não é resultado de projectos elaborados incorrectamente”

*(H1)* “A fraca qualidade das obras em edifícios é resultado de projectos elaborados incorrectamente”

### **1.4. Perguntas investigativas de apoio**

De acordo com o problema, a pergunta principal e as hipóteses colocadas, foram formuladas as seguintes perguntas secundarias de apoio para orientar o desenvolvimento do trabalho:

- Quais são os principais agentes num empreendimento de edifício?
- Quais são as etapas/fases para a elaboração de projecto de arquitectura?
- Qual é a influência da decisão de projecto para o processo construtivo?
- Que medidas devem ser tomadas para o controle da qualidade dos projectos na construção civil?
- Quais são os aspectos do processo de projecto que influenciam na qualidade?
- Quais são as directrizes para melhoria da qualidade do processo de projecto?
- Quais são as exigências da qualidade para o projecto de estrutura?
- Quais são os mecanismos de deterioração do betão e das armaduras?

## **1.5. Metodologia**

A realização desta monografia científica, conduziu-se uma investigação de metodologia qualitativa, visto que, se pretende verificar e obter opiniões sobre o impacto que os projectos de edifícios exercem sobre a qualidade das obras e satisfação dos clientes. E como método de abordagem usou-se o Hipotético - dedutivo, que de acordo com Marconi e Lakatos (2009:91), se inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual se formulam hipóteses e pelo processo de interferência dedutiva, se testa a perdição da ocorrência de fenómenos abrangidos pela hipótese.

Como técnica de investigação usada nesta monografia, baseou-se em investigação bibliográfica, de modo a trazer conceitos e teorias relacionadas com o assunto. E foi sustentada com base a livros e publicações na internet.

Por outro lado, desenvolveu-se um estudo de caso, de carácter exploratório, visando obter opiniões dos projectistas, arquitectura e estrutura sobre o problema em questão. O estudo foi conduzido através de um estágio com a condução de entrevistas, do tipo padronizadas ou estruturadas de acordo o sector de elaboração de projectos de edifícios. O roteiro da entrevista consta nos anexos III, IV e V. Também, o estudo de caso teve como objectivo fazer um enquadramento prático das teorias apuradas na revisão bibliográfica.

Por questões sigilosas e confidenciais das informações, não serão divulgados os nomes das empresas consultoras do anterior projecto, como do projecto melhorado, os nomes dos entrevistados. Somente será possível divulgar o nome do dono da obra e do empreiteiro, excepto o gestor do projecto.

## **1.6. Constrangimentos da investigação**

### **1.6.1. Limitações**

O trabalho teve como limitações, pelo facto de os dados obtidos não serem estendidos para todas empresas de consultoria e de construção civil, devido ao tamanho reduzido das empresas investigadas. Tal facto deveu-se pela dificuldade de obtenção de informação das empresas sido seleccionadas para obter opiniões sobre o impacto dos projectos de edifícios para a qualidade das obras. Alegando falta de tempo.

### **1.6.2. Delimitações**

Diante o problema identificado e tratado nesta investigação, a grande fonte de informação será bibliográfica com recurso a um estudo de caso, que possibilitou descrever, analisar e comparar os procedimentos óptimos de elaboração de projectos de arquitectura e estrutura, bem como os aspectos construtivos, que conduzam a resultados satisfatórios para a qualidade das obras e satisfação dos clientes. Dai que todo o resto, está fora do âmbito deste trabalho de investigação.

### **1.7. Estrutura do trabalho**

A presente monografia foi desenvolvida em quatro (4) capítulos, a destacar:

- **Capítulo I -O método de investigação:** Este capítulo, providencia uma análise de forma como a investigação foi conduzida. Se fará a apresentação dos principais problemas que conduziram a formulação do problema a ser investigado, da pergunta investigativa e as respectivas hipóteses, bem como, as perguntas investigativas de apoio a investigação que servirão de apoio ao problema a investigar, a metodologia de investigação, objectivos a alcançar, relevância do tema e os constrangimentos ocorridos.
- **Capítulo II - Revisão bibliográfica:** A revisão bibliográfica contemplou o levantamento da literatura pertinente ao tema, como teses, monografias, etc. Para o engrandecimento teórico da investigação.
- **Capítulo III - Estudo de caso:** A pesquisa de campo foi realizada em duas fases: na primeira fase foram feitas entrevistas abertas as empresas, particularmente aquelas envolvidas directamente no processo de empreendimento, empresas de consultorias e construção civil; na segunda fase, foi direccionada aos empreendedores (clientes).
- **Capítulo V - Conclusões e recomendações:** Aborda as considerações finais do trabalho, em que são discutidos os resultados obtidos e feitas as recomendações para futuras pesquisas.

### **1.8. Os objectivos da investigação**

Este como qualquer trabalho de investigação é indispensável abordar seus objectivos. Portanto, os objectivos a atingir com a presente monografia são:

### **1.8.1. Objectivo geral:**

Com este trabalho, se pretende contribuir para o estabelecimento de uma base teórica para a elaboração de projectos de edifícios “arquitectura e estrutura”, que garantam o controle da qualidade das obras e a satisfação do cliente.

### **1.8.2. Objectivos específicos:**

- Analisar os processos e requisitos utilizados para a elaboração dos projectos de arquitectura e estrutura;
- Acompanhar aspectos construtivos e materiais aplicados;
- Aplicar os conhecimentos teóricos a processos práticos e propor soluções para o problema em questão;

### **1.9. Justificativa e relevância do tema**

Pela dificuldade de abordar todo o processo do projecto para a execução da obra, a presente monografia prende-se, nas etapas de maior relevância para o sucesso do empreendimento, caso específico, projecto, desde do processo de elaboração do projecto arquitectónico e estrutural, como forma a garantir o controle da qualidade da obra. Pois o mesmo apresenta um papel decisivo e participativo na implantação de tecnologias construtivas e racionalização, visando analisar a presença da coordenação dentro do processo construtivo, servindo como “ponte” entre projecto e a execução, com benefícios na qualidade e produtividade na indústria da construção.

Desta forma, o presente trabalho poderá ser útil na indústria de construção, servindo de apoio aos consultores e construtores, bem como aos leigos no que diz respeito a concepção de projecto, visando mitigar aspectos negativos que este exerce sobre a qualidade das obras em Moçambique.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O projecto arquitectónico - processo de projecto arquitectónico

#### 2.1.1. Processo de projecto

Processo é um conjunto de actividades previamente determinadas para gerar produtos e/ou serviços que atendam as necessidades dos usuários/clientes. Esse conjunto de actividades é determinado por um objectivo onde se deseja chegar com produtos bem definidos (SILVA & SOUSA, 2003) citado por (Campos, 2011:13).

Conforme Campos (2011:13) (citando Melhado et al, 2005), o conceito de processo remete a noção de uma metodologia para alcançar objectivos, “perpassando por etapas progressivas e geradoras de produtos cada vez mais pormenorizados, que lhe imprimem características e complexidade ímpares”.

Serão apresentados aqui alguns conceitos para que se possa ter noção geral do que seria um “**projecto**” na construção de edifícios.

Segundo Vanni, (1999:41) (citando STUKHART 1987), o termo projecto pode ser definido como “*a criação de desenhos e especificações que resultam na alocação de recursos para realizar um empreendimento*”.

De acordo com o decreto de lei nº 54/2005, projecto é o “conjunto de peças escritas e desenhadas a constituir juntamente com o programa de concurso e o caderno de encargos, o processo a apresentar a concurso, para adjudicação de empreitada, ou de fornecimento e a facultar todos os elementos necessários a boa execução dos trabalhos”.

Para Salgado (2007:16) (citando Fabrício 2002) uma análise mais ampla do processo de projecto dos edifícios permite identificar uma série de objectivos particulares que estão encaixados nos problemas de projecto. O projecto pode ser percebido como:

- A concepção de um “objecto” arquitectónico de carácter artístico com determinados pressupostos estéticos, culturais e históricos;

- A concepção de espaços funcionais e adequados (envolvendo questões como higiene, ergonomia, habitabilidade, etc.) a determinadas actividades humanas, como moradia, trabalho, lazer, etc.;
- A concepção de um espaço social inserido em determinada malha urbana que dá suporte ao edifício e sofre seus impactos socioeconómicos (demandas por serviços de transporte, saúde, comércio, educação, segurança, etc., valorização/desvalorização do entorno) e físicos (produção de resíduos, fluxos de veículos e pessoas, consumo de água, energia, telefonia, etc.);
- A concepção de um “objecto” material de grande importância que exige uma série de matérias-primas, infra-estrutura sanitária e energia que causam importantes impactos ecológicos e ambientais;
- A concepção de um produto de elevada vida útil com custos significativos e prolongados de operação e manutenção;
- A especificação de características tecnológicas e construtivas envolvidas na produção do edifício;
- Muitas vezes, a concepção de um negócio, um produto para ser vendido ou explorado que deve propiciar uma rentabilidade ao capital investido.

### **2.1.2. O início do processo: A idealização da edificação**

Conforme Campos (2011:15) (citando Gonzalez, 1998), o papel dos promotores é articular os agentes e os recursos necessários para desenvolver o empreendimento. Nesse sentido, cabe ao promotor envidar esforços de vários interessados, tais como proprietários de terrenos, construtores e compradores, os quais, isoladamente, não conseguirão atingir o objectivo por falta de recurso ou experiência.

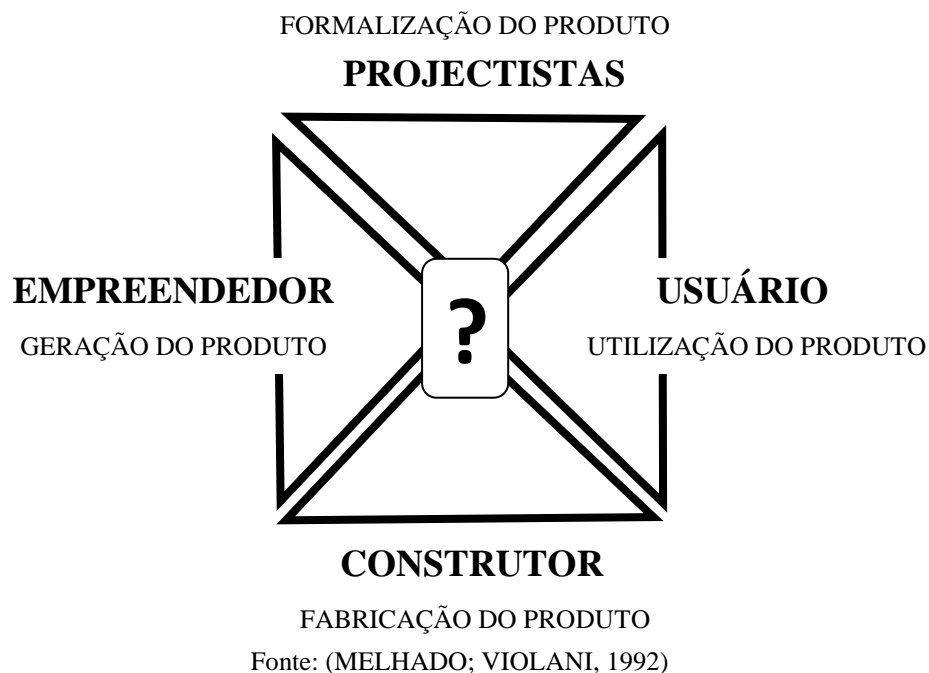
Portanto, o desenvolvimento de um projecto de edifício tem início a partir do desejo do promotor - o empreendedor de realizar o empreendimento. O empreendedor é a peça chave do início do processo do empreendimento.

Assim, conforme Campos (2011:16) (citando Salgado, 2004), nesta etapa do processo de projecto, deverão ser definidos:

- Qual será o empreendimento;
- Onde será construído;
- Como (tecnologias construtivas, mão de obra requerida, etc);
- Em qual prazo;
- Para atender a que pessoas (público alvo);
- Com quais tecnologias incorporadas (automação predial, etc).

Os principais agentes de um empreendimento de edifício, de acordo com Campos (2011:16-17) (citando Fabrício 2002), são: O empreendedor (responsável pela geração do produto); os projectistas (que actuam na concepção e formalização do produto); o construtor (responsável pela fabricação do produto) e o usuário (que assume a utilização e manutenção do produto). Na figura-1, são apresentados os participantes envolvidos no empreendimento e o seu relacionamento.

Figura 1- Os agentes participantes de um empreendimento de construção de edifícios



A partir do desejo de se estabelecer um novo empreendimento, a sua execução passa necessariamente por quatro etapas que podem ser definidas como “fases evolutivas do empreendimento” Campos (2011: 17) (citando Salgado, 1996). Essas fases ou etapas, são as decisões - tomadas em serie ou em paralelo - que pouco a pouco vão tomando a ideia da nova edificação em uma nova realidade.

As fases evolutivas do empreendimento, conforme o autor são:

- O planeamento da edificação;
- O planeamento da construção;
- A construção;
- A entrega da edificação.

#### **2.1.2.1. O planeamento da edificação**

Nesta fase, o empreendedor precisa levantar todos os factores que podem interferir na realização do empreendimento que se deseja instalar. Segundo Campos (2011:17) (citando Salgado, 2004), entre as medidas necessárias, destacam-se:

- I. Levantamento das oportunidades de negócio:** o empreendedor procura identificar os “vazios urbanos” na cidade, e sua vocação.
- II. Levantamento das condições técnicas do terreno:** por meio do levantamento planialtimétrico e sondagens que vão caracterizar o terreno fornecendo indicadores quanto ao tipo de tecnologia que deverá ser adoptada dependendo do tipo e porte da edificação a ser construída naquele local;
- III. Levantamento da legislação, que incide:**
  - **Sobre o negócio** – dependendo do tipo do empreendimento, existem órgão específicos que definem uma série de características a serem incorporadas.
  - **Sobre o terreno** – além do Regulamento Geral das Edificações Urbanas “RGEU”, dependendo da localização do terreno e outras normas incidirão.
- IV. Levantamento das condições das edificações vizinhas:** identificar condição especial ou alguma edificação que possa sofrer danos com vibração (caso da cravação das estacas de betão), entre outras situações;
- V. Levantamento da opinião pública em relação ao novo empreendimento:** alguns empreendedores vêm-se às voltas com manifestações contrárias ao estabelecimento de algum tipo de empreendimento. Dessa forma, é necessário garantir o aceite da população em relação ao novo empreendimento, ou a realização de acções de convencimento;
- VI. Levantamento da taxa de retorno do empreendimento:** antes mesmo de se partir para o programa de necessidades que vai dar origem ao projecto

arquitectónico, o empreendedor busca saber a quem interessa o novo empreendimento, e quanto ele poderá lucrar com isso.

**VII. Levantamento dos meios de financiamento:** o empreendedor precisa financiar sua obra. Daí levantar junto aos bancos e financiadoras as formas de realizar o empreendimento e comercializar junto aos interessados.

A estimativa inicial e o estudo de viabilidade ocorrem antes que os projectos estejam maduros e, portanto, são baseados em dados de mercado de construção e nas experiências com empreendimentos anteriores. (Fabrício, 2002) citado por (Campos, 2011: 19).

**VIII. Levantamento de aspectos específicos:** alguns pormenores específicos precisam de ser levantados para que a forma de um empreendimento influencie o sucesso do mesmo.

#### 2.1.2.2. O planeamento da construção

Ultrapassada a fase da idealização do empreendimento como um todo, o mesmo necessita de ganhar uma FORMA. O projecto arquitectónico dá forma aos empreendimentos. Nesta fase evolutiva serão realizados todos os projectos necessários à realização do edifício que vai abrigar o empreendimento idealizado. Também devem ser elaborados nesta fase o orçamento e plano de operação.

Tabela 1-Entre os projectos que compõem esta fase destacam-se:

Projecto estrutural	Infra-estrutura (fundações) Super-estrutura Projecto de formas (para estruturas de betão)
Instalações prediais	Eléctricas de baixa tensão Hidráulicas (água fria e quente) Esgoto sanitário e águas pluviais Gás Telefone Especiais
Projectos de tratamento	Térmico Acústico Lumínico Paisagístico Impermeabilização Comunicação visual Outros (dependendo do empreendimento)

### **2.1.2.3. A construção**

A partir da compatibilização das decisões relacionadas com o estudo preliminar de arquitectura com aquelas definidas nos projectos de estrutura e instalações, o projecto vai se transformando no projecto executivo de arquitectura, aquele que apresenta todas as informações necessárias à realização da obra.

Nesta fase, a edificação começa a ser construída e o empreendimento começa a ganhar forma. E é marcada pelas actividades relacionadas com a fiscalização, as consultorias e a inspecção.

### **2.1.2.4. A entrega da edificação**

A fase final da realização do empreendimento é aquela em que as verificações finais já foram feitas e a edificação já está pronta para ser colocada em uso.

Entre outras, as tarefas relacionadas com esta fase destacam-se:

- Verificação do cumprimento ao projecto;
- Verificação do funcionamento das instalações e aparelhos do edifício;
- Correção das falhas;
- Exame, aceitação e habite-se;
- Entrega formal.

### **2.1.3. Projecto como produto e como serviço**

Para Nóbrega (2009:14-15) (citando Tavares Júnior 2001), há duas maneiras distintas de se olhar o projecto: como produto e como serviço. E sugere a seguinte distinção entre os conceitos:

- **Projecto como produto:** fica concluído com a entrega do conjunto de plantas, memoriais, especificações, dentre outros;
- **Projecto como serviço:** é mais abrangente e deve acompanhar todo o processo de produção até a entrega ao usuário final, buscando dessa forma melhoria do processo como um todo.

#### **2.1.4. Etapas do processo de projecto**

De acordo com Vanni, (1999:44), a elaboração de projecto de um empreendimento de construção de edifícios é uma actividade complexa. Esta actividade deve ser desenvolvida por equipas multidisciplinares e inter-funcionais, e deverá seguir uma série de etapas. O resultado final desse processo é a criação de um produto que atenda aos requisitos pré-estabelecidos.

Segundo SOUZA et al (1995), “as etapas de projecto de uma edificação são partes sucessivas em que podem ser divididas no processo de desenvolvimento das actividades técnicas de projecto”. Esta divisão em etapas tem como objectivos:

- Definir o propósito e conteúdo de cada projecto;
- Normalizar os procedimentos para a elaboração e coordenação dos projectos;
- Proporcionar o controle da qualidade dos projectos como um todo;
- Visualizar a complexidade e a necessidade de interacção entre os diversos projectos;
- Optimizar a definição de um cronograma e o pormenor da estimativa de custos das obras;
- Uniformizar e padronizar os procedimentos e critérios de contratação e remuneração dos serviços.

Para Nóbrega (2009:17) (citando Bertezini 2006), o processo de projecto deve ser entendido de forma mais ampla e abordado além das questões específicas de seu processo, relacionadas com a sua gestão e demais processos do empreendimento.

A mesma autora destaca algumas características do processo de projecto:

- Desenvolvimento do projecto entendido como processo;
- Processo de projecto entendido de maneira sistémica;
- Interfaces com as demais fases do empreendimento;
- Clientes internos e externos;
- Avaliação ao final de cada etapa;
- Avaliação -fases do empreendimento (montagem, execução e uso)
- Avaliação -demais agentes (empreendedor, construtor, usuários finais).

Bertezini (2006) afirma ainda que a subdivisão do processo de projecto em etapas é importante por permitir:

- Identificar as actividades a serem realizadas durante o processo de desenvolvimento de projecto, tornando-as mais claras no contexto do empreendimento;
- Estabelecer o conteúdo e as informações necessárias para o desenvolvimento das actividades e os seus produtos finais;
- Atribuir responsabilidades específicas para cada actividade, contribuindo para a transparência do processo e para o fluxo de informação;
- Disponibilizar os recursos necessários para a execução de cada actividade, obtendo vantagens quanto a custos e prazos.

**As etapas do processo de projecto de edifícios** de acordo com Nóbrega (2009:18) (citando ABNT, NR-12722,1992) são:

#### **2.1.4.1. Levantamento das informações e dos dados**

O início do processo de elaboração de projectos constitui-se, bem como as condições pré-existentes e as restrições, com a finalidade de caracterizar o produto. Esta análise permite avaliar o potencial construtivo e atender aos anseios dos clientes.

**Responsabilidades:** documentação providenciada pelo cliente ou pelo escritório responsável pelo projecto de arquitectura.

#### **2.1.4.2. Programa de necessidades**

Determinação das necessidades e expectativas dos usuários a serem desempenhadas pela edificação, nos aspectos qualitativos e quantitativos.

**Responsabilidades:** nesta etapa, as definições são sugeridas pelos clientes e complementadas pelo arquitecto.

#### **2.1.4.3. Estudo de viabilidade**

Análise do ponto de vista técnico, legal e económico para a concepção de projectos, com a finalidade de verificar se o programa, terreno, legislação, custos e investimentos são compatíveis com os objectivos dos clientes.

**Responsabilidades:** esta etapa conta com a participação de um grupo interdisciplinar composto por cliente, incorporadores, construtores e projectistas das diversas áreas.

#### **2.1.4.4. Estudo preliminar**

Configuração da apresentação inicial do empreendimento de acordo com os dados iniciais, caracterizando a obra sob a forma de modelos volumétricos (pavimentos, número de edificações, etc.) sem uma caracterização definitiva, apenas com a finalidade de aprovação do que havia sido proposto inicialmente. Nesta etapa poderão ser analisadas várias alternativas para que se eleja aquela que dará origem ao anteprojecto.

**Responsabilidades:** apresentado pelo arquitecto, podendo sofrer alterações pelos clientes.

#### **2.1.4.5. Anteprojecto/ ou projecto pré-execução**

Deve ser desenvolvido a partir do estudo preliminar aprovado pelo cliente e empreendedor. Trata-se da representação preliminar da solução adoptada para o projecto, em forma gráfica, e das especificações técnicas. Este estudo é apresentado em desenhos sumários, em número e escala suficientes para perfeita compreensão, por parte do responsável pelo empreendimento. Nesta etapa devem ser considerados aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação e concepção dos sistemas de instalações prediais, sobretudo as instalações especiais. Deve conter informações técnicas que permitam a avaliação da qualidade do projecto e uma primeira avaliação de custo da obra.

**Responsabilidades:** apresentado pelo arquitecto, podendo sofrer alterações pelos clientes e projectistas das diversas áreas, inclusive projectistas específicos apoiados pelo grupo de projecto para produção.

#### **2.1.4.6. Projecto legal**

Informação para análise e aprovação do projecto pelas autoridades competentes dos órgãos públicos, de acordo com as exigências legais (municipais e estaduais), com a finalidade de obter as licenças e os alvarás para comercialização e execução das obras.

**Responsabilidade:** elaborado pelo escritório de arquitectura e pelos projectistas complementares, principalmente o projecto de combate a incêndio, no caso de aprovação de projectos. Seu encaminhamento às vezes se dá pela construtora.

#### **2.1.4.7. Projecto executivo**

Etapa destinada à concepção e à representação final do conjunto de informações técnicas da edificação, completas, definitivas e suficientes à licitação, execução e orçamento das actividades de construção correspondentes. Os desenhos são apresentados em escala conveniente, contendo todas as informações necessárias para sua execução.

**Responsabilidades:** elaborado pelo escritório de arquitectura e pelos projectistas complementares e específicos com responsabilidade de actividades técnicas a serem executadas na obra.

#### **2.1.4.8. Pormenores construtivos**

São desenhos de todos os pormenores, em escalas maiores do que as apresentadas no projecto executivo para melhor interpretação dos detalhes a serem construídos.

**Responsabilidades:** Elaborado pelos profissionais responsáveis pelo desenvolvimento dos projectos a serem executados em obra.

#### **2.1.4.9. Projecto para produção**

Projecto para produção, esta voltado para o apoio das actividades de planeamento e execução da obra, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar (MELHADO, 1998) citado por (Vanni, 1999:48).

**Responsabilidades:** Apresentado pelo arquitecto, representante do empreendedor, coordenador de projecto, pelos projectistas de todas as áreas e grupo de projecto para produção.

#### **2.1.4.10. Caderno de especificações / memorial descritivo**

Documento contendo todas as informações dos materiais a serem aplicados na execução do projecto, bem como: sua aplicação e local, dimensões e cores, fabricantes, modelos, padrão de acabamento, etc.

**Responsabilidades:** Desenvolvido por profissionais responsáveis qualificados para a função.

#### **2.1.4.11. Projecto as built**

É o conjunto de desenhos do projecto executivo revisados ou modificados em obra para actualização e posterior manutenção.

**Responsabilidades:** Profissionais responsáveis pelos projectos executados em obra.

#### **2.1.4.12. Uso e ocupação**

Consiste em obter directamente do usuário avaliação do desempenho do produto entregue e da qualidade do atendimento prestado pela empresa, segundo o nível de satisfação de suas necessidades (OLIVEIRA, 2005) citado por (Nóbrega, 2009:23).

Essa fase possibilita a avaliação do desempenho da edificação quanto a:

- Facilidade de venda;
- Satisfação do usuário;
- Durabilidade dos materiais especificados;
- Facilidade e custos de manutenção;
- Avaliação pós-ocupação: flexibilidade das plantas, soluções de ventilação de banheiro e acústica, custos de uso e manutenção, vida útil dos materiais especificados;
- Sustentabilidade da edificação;
- Retroalimentação;
- Avaliação pós-ocupacional (APO);

#### **2.1.5. Processo de projecto do empreendimento**

De acordo com Campos (2011:63) (citando Romano 2003), divide as fases do processo de projecto em três macros fases, assim sendo:

- **Pré-projecto** - É a fase de planeamento do empreendimento. Envolve a elaboração do plano do projecto, principal resultado da fase;
- **Projecto** -É a preparação para execução. Envolve a elaboração dos projectos (arquitectónicos, estruturais, instalações) e os projectos para

produção (formas, lajes, alvenarias, impermeabilizações, revestimentos, e outros). Decompõem-se em cinco fases a saber: Projecto informacional; Projecto conceitual; Projecto preliminar; Projecto legal ou projecto básico; Projecto pormenorizado e projecto para produção.

- **Pós-projecto** -É a fase de execução. Envolve o acompanhamento da construção e do uso.

#### **2.1.6. A compatibilização de projectos**

De acordo com Campos, (2011:59) (citando SEBRAE, 1995), a compatibilização de projectos é “actividade de gerir e integrar projectos correctos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção de padrões para controle de qualidade total de determinada obra”. Os objectivos principais são eliminar ou minimizar conflitos entre as disciplinas de projectos, simplificando a execução e optimizando a utilização de materiais e de mão-de-obra, bem como a subsequente manutenção.

#### **2.1.7. Interfaces do processo de projecto**

“A participação de muitos intervenientes gera um número elevado de interfaces”. (Meseguer, 1991; apud Oliveira, 1999) citado por (Campos, 2011:63), considera essas interfaces como “zonas vulneráveis”

De acordo com Campos (2011:65) (citando Fontenelle 2002), relaciona as interfaces de projecto com as dimensões como processo estratégico e operacional, identificou que “esses dois vectores delineiam duas interfaces presentes no processo de projecto”. Assim:

- I. Interface “PRODUTO-PROJECTO”** - relaciona com o atendimento dos aspectos **mercadológicos** do projecto (interface mais “estratégica”): “conceituação” do empreendimento; tipologias do edifício/unidades e definição dos equipamentos/serviços dos ambientes comuns e privativos; grau de flexibilidade (opções de variação de plantas e/ou acabamentos); especificação de materiais e componentes dos equipamentos dos sistemas prediais; exigências de desempenho; etc.
- II. Interface “PROJECTO-PRODUÇÃO”** – relaciona com a solução dos aspectos **técnicos -construtivos** do projecto, tais como: normas técnicas aplicáveis (segundo as disciplinas de projecto); selecção tecnológica dos

subsistemas construtivos; resolução das interfaces entre subsistemas construtivos, entre as diversas disciplinas de projecto ou entre os agentes envolvidos; consideração, no desenvolvimento dos projectos, das tecnologias construtivas dominadas pelo construtor; etc.

#### **2.1.8. A influência das decisões de projecto para o processo construtivo**

Para Nóbrega (2009: 29) (citando Oliveira e Melhado 2005b), dentre a etapa do processo construtivo, a fase do projecto é apontada como aquela que apresenta mais oportunidades de intervenção e agregação de valor ao empreendimento. Dessa forma, os processos de concepção e projecto devem ser vistos como estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

São apresentados aqui, os pontos de maior importância para o processo construtivo, os quais o projecto de arquitectura pode influenciar e para os quais pode trazer benéficos.

##### **2.1.8.1. Método construtivo**

Na fase de projecto, são definidas as características tecnológicas adoptadas no empreendimento. Elas envolvem, dentre outras decisões a serem determinadas com base na estratégia da empresa, a escolha do método construtivo, a definição de critérios para modulação, o grau de flexibilidade e a padronização do produto (FORMOSO 2001) citado por (Nóbrega (2009: 30).

##### **2.1.8.2. Custo de produção**

Nóbrega (2009: 30) (citando Picchi, 1993), afirma que o projecto exerce considerável influência sobre os custos de construção. A selecção de tecnologia, materiais, componentes e sistemas desenvolvidos em projecto envolve decisões económicas que requerem muitas vezes a escolha entre custo alto e custo de operação/manutenção mais baixos ao longo da vida útil.

##### **2.1.8.3. Qualidade**

Nóbrega (2009: 32) (citando Franco e Agopyan 1994), afirmam que dentre as etapas de desenvolvimento de um empreendimento, a fase de projecto exerce papel determinante na qualidade, tanto do produto acabado como do processo construtivo. Assim, grande avanço na obtenção de melhor qualidade da construção pode ser alcançado a partir da melhoria da qualidade dos projectos.

Na tabela 2- é exposto o potencial de cada etapa que influenciam os custos de falhas observadas durante o processo construtivo.

Projecto	35%
Material	17%
Gestão	21%
Execução	23%
Uso	4%

Fonte: Hammarlund; Josephson (1991)

Para Nóbrega (2009: 33) (citando Tavares Júnior 2001), afirma que, projectar com qualidade significa solucionar vários problemas que ocorrem na construção, dentre os quais falhas internas (repetição de trabalhos) e externas (patologias diversas, infiltrações, fissuras), origens de desperdícios.

#### **2.1.8.4. Racionalização e Construtibilidade da Obra**

A padronização de componentes e a simplificação das operações representam decisões tomadas em projecto que visam à racionalização construtiva e consequente ganho de qualidade do empreendimento (Nóbrega, 2009: 34).

Construtibilidade (*constructability*) é o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiencia nas áreas de planeamento, projecto, contratação e operação, para se atingirem os objectivos globais do empreendimento. Alguns dos benefícios gerados pela implantação da construtibilidade são a diminuição das tarefas e das dificuldades na fase de construção (TATUM, 1987; apud FRANCO, 1996) citado por (Nóbrega, 2009: 34).

#### **2.1.8.5. Produtividade e Prazo**

Dependendo do processo construtivo adoptado e a definição do projecto e seus modelos, pode-se diminuir ou alongar o prazo da obra.

Segundo Silva & Sousa (2003), as decisões do projecto que determinam os factores essenciais da produtividade são:

- Tipos, números e relações de dependência entre as operações;
- Quantidades e habilidades requeridas da força de trabalho (determinadas por características tecnológicas, dimensões dos elementos de projecto);

- Complexidade de execução: combinações de materiais, formas geométricas, modulações;
- Continuidade entre operações: modulação de paredes, repetição de vãos, dimensionamento de peças estruturais, dimensionamento de componentes de vedação, repetição de operações;
- Deve-se quanto antes definir todos os elementos e formas do produto (projecto) para evitar que durante a obra decorram modificações que possam interferir na estrutura do projecto e influenciar os prazos e custos;
- Para tal, o usuário do projecto (cliente) deve perceber antes e com profundidade, a essência conceptual do seu projecto.

#### **2.1.8.6. Manutenção e Durabilidade**

Segundo Nóbrega (2009: 34) (citando Bertezini, 2006), as especificações feitas pelos projectistas determinam a necessidade de manutenção e a durabilidade ao longo da vida útil do edifício. Esses são os custos de operação e manutenção. A definição de materiais que dependem de operações de ajustes e de acabamentos *in loco* também influencia a produtividade.

Neste contexto, o projecto deve facultar ou disponibilizar um manual de manutenção.

## **2.2. Qualidade na empresa de construção de edifícios**

### **2.2.1. Qualidade**

Segundo Melhado. S. B, (1994:15-16) (citando PICCHI, 1992), reportando-se ao sistema da qualidade de uma grande empresa de incorporação e construção, o modelo apresentado pela ISO 9004 pode ser adaptado à Construção Civil, abrangendo seis itens de exigência:

- a. Projecto - (Específico: definição clara do objecto; Mensurável: define os limites do projecto; Atingível: alcançar a meta (conclusão); Realístico: dimensão real das capacidades de execução do projecto/implementação; Prazos: respeitar prazos de execução para evitar custos adicionais.
- b. Suprimento de Materiais;
- c. Execução;
- d. Uso e Manutenção;
- e. Recursos Humano;

f. Organização.

Como exposto pelo mesmo autor, a preocupação com a qualidade a partir do projecto é grande e justificável, pois o mesmo "é indicado em todas as pesquisas como o grande vilão da qualidade na construção".

Para Melhado. S. B, (1994:15-16) (citando JURAN & GRYNA, 1991), qualidade "tem múltiplos significados", com base no autor, são dois os significados principais que podem ser-lhe atribuídos:

- "A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto."
- "A qualidade é a ausência de falhas/defeitos."

O conceito de qualidade evolui continuamente acompanhando o ritmo das mudanças, e as ideias que ontem pareciam certas, hoje já estão ultrapassadas. Segundo (SOUZA et al, 1995) citado por (Vanni, 1999:30), o que se aplica à qualidade na construção civil é:

- Obras de qualidade atendem as expectativas do cliente e necessidades do usuário;
- Qualidade consiste no cumprimento dos requisitos e especificações do cliente;
- Qualidade é prevenir ocorrência de erros ou desvios em relação às especificações nas várias etapas do processo de produção;
- A responsabilidade da qualidade é compartilhada por todos e exige total envolvimento dos funcionários, esta responsabilidade inclui também o cliente, porque pode exigir alterações que afectem o projecto;
- Indicadores da qualidade medem a satisfação do cliente; indicadores da produtividade medem a eficiência no uso de recursos;
- Não se conformar com perdas e erros; promover melhorias contínuas, visando minimizar os desperdícios.

### **2.2.2. Controle de qualidade**

Por ser fundamental para a sobrevivência da empresa no mercado, a qualidade precisa de ser controlada. Alguns factores relevantes para que uma empresa

exerça o controle da qualidade são que a mão-de-obra é instável e sofre alterações em seus padrões de desempenho (atenção, comprometimento); os requisitos de projecto são heterogéneos; os programas de computadores são frequentemente alterados e o ambiente de trabalho pode afectar o desempenho do funcionário (PALADINI, 1990) citado por (Nóbrega, 2009: 45).

Para o Autor, o Controlo de Qualidade é um conjunto de medidas para a prevenção de erros e apresenta, dentre seus benefícios,

- Melhoria da qualidade do produto;
- Melhoria no projecto do produto;
- Redução nos custos de produção;
- Redução de perdas;
- Aumento do prestígio da empresa;
- Maior previsibilidade do processo produtivo;
- Aumento das taxas de produtividade.

### **2.2.3. Garantia da qualidade**

É entendida como um conjunto de medidas orientadas para seguir a qualidade e evitar ou detectar erros em todas as fases do processo de projecto. Ela se refere a demonstração documentada de que foram efectuados os controles da qualidade pertinentes. Enquanto o Controle da Qualidade se volta para o processo de produção e para o produto, a Garantia de Qualidade volta-se para o mercado e para o uso (MESEGUER, 1991) citado por (Nóbrega, 2009: 46).

### **2.2.4. Gestão da qualidade**

De acordo com Nóbrega (2009: 48) (citando Amorim, 1997) considera que, devido a actual concorrência do mercado, a implementação do SGQ ocorre cada vez mais como alternativa concreta para “[...] atender a essa demanda por mais eficiência, satisfazendo as necessidades de projectos mais precisos e obras mais adequadas as condições dos clientes, com custos e prazos de projectos menores”.

Silva & Sousa (2003) afirmam que o SGQ no projecto pressupõe as seguintes premissas básicas:

- Atingir parâmetros, directrizes e requisitos, todos os intervenientes, a partir das necessidades de clientes externos e internos;

- Basear-se no facto de que os operadores do processo (projectistas, consultores e construtores) dominam o conhecimento técnico necessário para implantar os mecanismos de desenvolvimento do projecto que possibilitam atender aos requisitos dos clientes;
- Formalizar procedimentos para assegurar que as responsabilidades pelo processo estejam perfeitamente definidas;
- Garantir a qualidade de modo que cada agente interveniente, com base nos procedimentos estabelecidos, assegure a qualidade dos seus processos;
- Aplicar mecanismos de controlo da qualidade a aspectos gerais, eliminando a verificação pormenorizada dos produtos gerados por todos os agentes;
- Identificar claramente as relações de interface entre vários processos -a gestão dessas interfaces é parte integrante do sistema;
- Gerir a comunicação entre os vários agentes e retroalimentar o processo.

### 2.2.5. Componentes da qualidade do projecto

De acordo com Nóbrega (2009: 48) (citando Oliveira, 2005; Silva & Sousa, 2003; Fabrício, 2002; Picchi, 1993), de um modo geral, a qualidade do projecto depende da qualidade das seguintes etapas intermediárias da sua execução:

- **Qualidade na concepção do produto:** identificação das necessidades do cliente para elaboração do programa do empreendimento, antecipação das tendências, enquadramentos financeiros -económicos e comerciais;
- **Qualidade da apresentação do produto:** informações claras, completas e fáceis de consultar;
- **Qualidade do processo de elaboração do projecto:** controle e gestão do processo de projecto, considerando prazos, custos, integração e comunicação entre os profissionais envolvidos;
- **Qualidade da solução do projecto:** capacidade do projecto proporcionar inovações tecnológicas, construtibilidade, racionalização, padronização, integração, coerência entre projectos, atendimento a exigências de desempenho (conforto acústico e térmico, iluminação, durabilidade e desempenho ao longo do tempo), sustentabilidade (matérias primas especificadas, baixo consumo de energia na utilização, aquecimento de

água, reaproveitamento de água, aproveitamento de iluminação natural, aproveitamento de ventilação natural);

- **Atendimento as exigências económicas:** custo de execução, operação e manutenção;
- **Qualidade dos serviços associados ao projecto:** agilidade e cumprimento dos prazos de projecto, custos de elaboração de projectos, comunicação e envolvimento dos projectistas, compatibilização entre as disciplinas de projecto, acompanhamento do projecto durante a obra, assistência técnica dos projectistas durante a utilização do empreendimento, a avaliação pós-ocupação.
- **Previsão do valor de contingências:** Estimativa para suprimir qualquer eventualidade sobre o projecto, comum usar 10% do valor global da estimativa do custo do projecto.

#### **2.2.6. Aspectos do processo de projecto que influenciam na qualidade**

A pressão para entrega de projectos com prazos reduzidos interfere na qualidade do produto final. Birnberg (1998) citando (Nóbrega, 2009:57) apontam que projectistas raramente estabelecem mecanismos formais de garantia da qualidade e tendem a minimizar ou ignorar procedimentos devido as pressões das entregas e dos orçamentos.

Segundo Nóbrega (2009:57) (citando Baia, 1998), os factores responsáveis pela baixa qualidade do projecto são:

- Ausência de mecanismos para captura das necessidades dos clientes;
- Excesso de repetição de trabalhos resultante de alterações de projecto;
- Falta de coordenação entre projectistas;
- Menosprezo na contratação dos projectos de estrutura e sistemas prediais;
- Carência de procedimentos de controle de qualidade;
- Ausência de representante da produção durante o processo de projecto.

Os principais problemas na avaliação da qualidade de acordo com Bertezini, (2006) citado por (Nóbrega, 2009:57), são:

- É realizada de maneira equívoca e, desse modo, não detectados os verdadeiros problemas;

- É realizado com o objectivo de correcção e não de prevenção;
- É feita apenas para cumprir requisitos do SGQ;
- Não existem indicadores de desempenho para comparar o resultado das avaliações.

Para o mesmo autor, os problemas da qualidade relacionados com a falha do sistema de comunicação são:

- Os resultados das avaliações não retroalimentam os processos;
- Os projectistas, normalmente, desconhecem o que acontece na fase de construção e as necessidades de outros agentes.

Quadro 1- Os erros mais frequentes na construção são:

Tipos de erros		Exemplos
Técnicos		Erros durante o planeamento; Erros de projecto; Erros na fabricação de materiais; Erros durante a execução; Erros de uso ou manutenção;
Humanos	De organização ou gestão pessoal	Erros na definição de responsabilidade; Erros de informação; Erros de comunicação entre participantes; Erros na contratação;
	Pessoal	Erros por falta de formação; Erros por falta de motivação; Erros por negligência; Erros por excesso de confiança; Erros intencionais.

Fonte: MESECHER (1991)

### Fluxo de informação

Segundo Tzortzopoulos (1999), as falhas nas comunicações constituem uma das maiores causas de insatisfação com relação aos projectos, gerando repetição de trabalhos e consequentemente desperdício de tempo. Essas falhas advêm de:

- Falta de padronização de procedimentos e de rotinas de desenho;
- Erros recorrentes nas fases de levantamento;

- Atrasos nas entregas das etapas;
- Necessidades excessivas de revisões nos produtos apresentados;
- Problemas na interrupção e continuidade de fluxos de informação;
- Falta de formalidade na transmissão de informações;
- E dificuldade de atender aos objectos do cliente.

### **2.2.7. Aspectos do empreendimento que afectam a qualidade do projecto**

Para Nóbrega (2009:67), a entrada dos projectistas de estrutura e instalações em fases tardias dificulta o andamento do processo. Normalmente o projecto de arquitectura é concebido separadamente e as intervenções posteriores, causadas pelos demais projectos, acarretam incompatibilidade e aumento de repetição de trabalhos.

Para Nóbrega (2009:67) (citando Melhado, 1994), os principais problemas apontados são:

- Pressão de prazos, pelo interesse na aprovação do projecto pelos órgãos competentes, ou na obtenção de fontes de financiamento;
- Preocupação com os aspectos comerciais, predominando os interesses de *marketing* em relação aos de qualidade;
- Pormenorização do projecto exageradamente postergando, seja por esperar viabilizações de fontes de recursos para o empreendimento, seja por não se considerar necessária tal pormenorização, excepto quando da execução;
- Acabamento das unidades personalizado, segundo o interesse do comprador, limitando as possibilidades de intervenção do projecto;
- Contratação de profissionais ou empresas projectistas conduzidas com base em concorrência de preços.

### **2.2.8. Diretrizes para melhoria da qualidade do processo de projecto**

De acordo com Nóbrega (2009:71-73) (citando Koshela, 1992; apud Tzortzopoulos, 1999), os princípios para análise e melhoria do processo de projecto são:

- Reduções de actividades que não agregam valor ao produto (perdas);
- Aumento do valor do produto pela consideração sistemática dos requisitos dos clientes;
- Redução da variabilidade;

- Simplificação pela redução do número de partes e passos;
- Aumento da flexibilidade do produto;
- Foco no controle ao longo de todo o processo;
- Melhoria contínua;
- Equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões;
- Criação de indicadores de desempenho.

## **2.3. O PROJECTO ESTRUTURAL**

### **2.3.1. Aspectos de qualidade relativo ao projecto estrutural**

“O projecto estrutural consiste, principalmente, de cálculos e de preparação de desenhos, especificações, memórias de cálculo e documentos similares. Desenhos e especificações fazem parte do produto final do projecto; cálculos são apenas auxiliares. Entretanto, todos os elementos são importantes para a qualidade ” (Caderno de Engenharia de Estruturas, São Carlos, nº 8,1999) citado por (Macaringue, 2008:25-26).

Para Macaringue (2008), o projecto estrutural deve-se optar por medidas estratégicas que inibam os processos de deterioração, por meio da adopção de medidas apropriadas de protecção, principalmente contra a corrosão das armaduras, que representa o mais frequente, o mais importante e o mais conhecido mecanismo de deterioração. Esta estratégia deve considerar possíveis medidas para proteger a estrutura contra a deterioração prematura, as quais vão depender da vida útil especificada para a estrutura e das condições ambientais.

#### **2.3.1.1. Qualidade de uma construção**

De acordo com Brandão e Pinheiro (1999:4), é a capacidade de atender às necessidades dos usuários nas condições de uso para as quais foi projectada. Pode-se considerar as necessidades atendidas, de modo geral, se forem satisfeitos os requisitos relativos à segurança, ao bom desempenho em serviço, à durabilidade, ao conforto visual, acústico, táctil e térmico, à higiene e à economia, dentre outros.

#### **2.3.1.2. Qualidade do projecto estrutural**

É percebida como: capacidade de traduzir as exigências dos usuários e os requisitos impostos pelas normas técnicas, conseqüentemente, permitindo que as estruturas preencham satisfatoriamente suas finalidades (Brandão e Pinheiro, 1999:4).

#### **2.3.1.3. Não-conformidade**

É definida como qualquer falha detectada referente à não satisfação de uma dada característica específica, dimensão, atributo ou exigência de desempenho. Podemos definir como o não-atendimento de um requisito específico (ABNT

NBR ISO 8402, 1994) citado por (Brandão e Pinheiro,1999:4). As condições de não-conformidade, segundo o ACI 121R (1985) citado por (Brandão e Pinheiro, 1999:4), são aquelas que podem afectar, desfavoravelmente, o desempenho satisfatório ou a aparência da estrutura, se permanecerem sem correcção.

#### **2.3.1.4. Controle de conformidade**

É relacionado ao resultado de um processo produto, com o propósito de assegurar que o produto atenda às especificações dadas, ou seja processo de análise do cumprimento dos requisitos estabelecidos na garantia da qualidade.

#### **2.3.1.5. Documentos de referência**

Servem como referencial na análise comparativa das informações do projecto. São eles: projecto arquitectónico; projectos dos outros sistemas (eléctrico, hidráulico etc.); relatórios e perfis de sondagem; normas técnicas oficiais aplicáveis; informações do mesmo projecto, constantes de desenhos já examinados e em vigor; registos de práticas consagradas, recomendações e prescrições constantes da literatura técnica, mas não incorporadas, explicitamente, nas normas técnicas oficiais e outros (Brandão e Pinheiro,1999:5).

### **2.3.2. Garantia de qualidade**

De acordo com o Artigo 171º. REBAP, a garantia de qualidade encarada no presente Regulamento, é referente a segurança e durabilidade das estruturas. Com este objectivo apresentam-se critérios gerais relativos aos controles preliminares, aos controles de produção e de conformidade da obra, à recepção desta e à sua manutenção.

Um sistema de garantia de qualidade envolve, em princípio, todos os participantes no processo construtivo (dono da obra, projectista construtor, utilizador, autoridades, etc) e estende-se a todas as suas fases (concepção, projecto, construção e utilização).

#### **2.3.2.1. Controles preliminares (Artigo 172º, REBAP)**

São controles efectuados antes do inicio da execução, destina-se a assegurar que é possível realizar satisfatoriamente a obra previstas com os técnicos, os materiais e os métodos de execução disponíveis.

Estes controles devem incidir, nomeadamente, sobre a qualidade e a adequabilidade do projecto, dos materiais e dos meios de execução que vão ser utilizados.

#### **2.3.2.2. Controle de produção (Artigo 173º, REBAP)**

- Consiste num conjunto de acções exercidas durante a execução da obra com vista a obter um grau razoável de garantia de que as condições que lhe são exigidas serão satisfatórias. Este controle deve incidir, fundamentalmente, sobre os materiais e sobre o modo como é executada a obra;
- As características dos materiais a utilizar devem ser verificadas a chegada ao estaleiro. Referente ao controle do betão quando recebido de uma central industrial, devem ser tidas em consideração as condições especificadas no RBLH;
- A execução da obra deve ser acompanhada das verificações necessárias para assegurar o cumprimento das condições estipuladas no projecto e ter em consideração as regras de execução;
- No livro de registo da obra devem ser indicadas, cronologicamente, todas as ocorrências verificadas no decurso da obra e que interessam à realização desta.

#### **2.3.2.3. Controlo de conformidade (Artigo 174º, REBAP)**

- Consiste num conjunto de acções e de decisões efectuadas com base em regras pré-estabelecidas (regras de conformidade de aceitação e rejeição) e destinadas a verificar se a obra cumpre as exigências que lhe são atribuídas, permitindo, em consequência, efectuar um julgamento de «conformidade» ou de «não conformidade». Estas acções devem incidir sobre os materiais, sobre a execução dos trabalhos e sobre a obra terminada;
- *Controle de conformidade dos materiais e componentes* poderá basear-se em resultados de ensaios e verificações do controle da sua produção. Caso tal controle não oferece as necessárias garantias -ou mesmo se não tiver sido efectuando -há que proceder às verificações e ensaios necessários para habilitar ao julgamento de conformidade;

- *Controle de conformidade da execução dos trabalhos* deve basear-se nos controles de produção e ter em conta os elementos que constam do livro de registo da obra;
- *Controle de conformidade final da obra* deve exercer-se, em regra, através de verificações de formas e dimensões, dando atenção particular à eventual existência de deformações excessivas, fendas, defeitos de betonagem, insuficiência de recobrimentos de armaduras, etc.

#### **2.3.2.4. Recepção (Artigo 175º, REBAP)**

- A recepção é o acto de decisão final que, em face dos resultados do controle de conformidade, consiste em aceitar ou rejeitar a obra. No caso de «conformidade», a obra deve ser aceite; no caso de «não conformidade», a obra será, em princípio, rejeitada, podendo no entanto vir ainda a ser aceite nas condições a seguir indicadas;
- No caso de os resultados do controle de conformidade não serem satisfatórias, a obra poderá ainda ser aceite, desde que se faça um julgamento do problema, tendo em atenção as suas condições específicas, e seja feita prova de que as condições regulamentares de segurança são satisfatórias.

Esta verificação de segurança pode ser realizada com base nos próprios resultados dos ensaios efectuados durante o controle, ou com base em resultados de ensaios suficientemente representativos e devidamente interpretados, realizados sobre provetes extraídos expressamente para este efeito.

#### **2.3.2.5. Manutenção (Artigo 176º, REBAP)**

- As estruturas devem ser mantidas em condições que preservem a sua aptidão para o desempenho das fundações para que foram concebidas. Com esta finalidade, deverão ser objecto de inspecções regulares e, se necessário, de reparações adequadas.
- Durante a vida da estrutura, se recomendam inspecções regulares, a fim de detectar possíveis danos e permitir a sua reparação em tempo útil. O período destas inspecções depende de vários factores, entre os quais: tipo da obra, importância desta e as condições de agressividade do ambiente.

Principal atenção nas inspecções quanto ao revestimento, mudança da cor e seu descasque, aparecimento de ferrugem, fendilhações. Factores que podem ser sinais de anomalias das estruturas que sejam necessário corrigir.

- Quanto a periodicidade das inspecções, para estruturas correntes sujeitas a ambientes particularmente agressivos, podem ser recomendadas as seguintes:

Habitações .....	10 anos
Construções industriais .....	5 a 10 anos
Pontes rodoviárias .....	1 a 5 anos
Pontes ferroviárias .....	1 a 2 anos

### 2.3.3. Exigência da qualidade para a estrutura

Para os autores, Brandão e Pinheiro, (1999:5), as exigências da qualidade para uma estrutura de betão armado podem ser classificadas em três grupos distintos, referentes, respectivamente, *à segurança, ao bom desempenho em serviço* e *à durabilidade*. Os requisitos relativos à segurança e ao bom desempenho em serviço devem ser observados durante toda a vida útil prevista para as estruturas, o que significa que elas devem ser projectadas e mantidas de modo que apresentem durabilidade adequada. As medidas a serem tomadas para garantir a segurança, o bom desempenho em serviço e a durabilidade de uma estrutura são baseadas nas condições de utilização e ambientais.

Para que as *exigências da qualidade para as estruturas* sejam devidamente satisfeitas, torna-se fundamental que *algumas exigências da qualidade para os respectivos projectos estruturais* também sejam atendidas (CEB Bulletin d'Information n.184,1988) citado por (Brandão e Pinheiro, 1999:4), dois aspectos distintos devem ser claramente observados:

- Qualidade da solução adoptada e;
- Qualidade da descrição desta solução.

As exigências da qualidade para a solução estrutural adoptada são aquelas impostas por condições arquitectónicas, funcionais, construtivas, estruturais, de integração com os demais projectos (eléctrico, hidráulico, ar condicionado etc.) e

económicas, além daquelas impostas por normas técnicas de projecto, referentes à segurança e à durabilidade. “A solução estrutural adoptada deve estar descrita nos Desenhos e nas Especificações, de modo a permitir a completa e perfeita execução da estrutura. Isto implica exigir que os Desenhos e Especificações contenham informações completas, claras, correctas, consistentes entre si e consistentes com as exigências já identificadas” anteriormente (LARANJEIRAS, 1993) citado por (Brandão e Pinheiro, 1999:5).

#### **2.3.4. Deterioração do betão**

Para Brandão e Pinheiro (1999:8), O termo *deterioração* é aqui empregado como antónimo de *durabilidade*, definida como a capacidade de um material suportar as condições para as quais foi concebido, sem sofrer danos significativos ao longo de um determinado período. A durabilidade do betão depende muito mais da sua permeabilidade e capacidade de absorção, propriedades condicionadas pela porosidade, do que das propriedades universalmente aceites, tais como: resistência, módulo de elasticidade, slump test, massa específica, etc.

As medidas de durabilidade descritas em cada norma objectivam uma maior vida útil da estrutura. De acordo com Rangel e Melo, (2010) (citando HELENE, 1993), medidas correctivas na estrutura tem valor monetário com curva exponencial à medida que o tempo passa, ou seja, quanto mais velha for a estrutura, maior custo terá na intervenção. A durabilidade da estrutura vai depender da maneira a qual foi elaborada, desde a fase de projecto até a final, prosseguindo as fases de inspecções e manutenções ao longo da vida útil.

##### **2.3.4.1. Mecanismos de deterioração de betão, armadura e estrutura**

Quanto aos mecanismos de deterioração das estruturas de betão, Rangel e Melo, (2010:13-14) (citando ABNT NBR 6118, 2003) expõe como principais:

**Para o betão**, de acordo com Rangel e Melo (2010:13-14) (citando HELENE, 2003):

- Lixiviação por acção de água pura, carbónicas agressivas ou ácidas que dissolvem os compostos hidratados da pasta de cimento. Um dos sintomas é o aparecimento de uma superfície arenosa ou com agregados expostos

sem a pasta superficial, com eflorescências de carbonato, com elevada retenção de fuligem e com risco de desenvolvimento de fungos e bactérias;

- Expansão por acção de águas e solos que contenham ou estejam contaminados com sulfatos, dando origem a reacções expansivas e destruidoras com a pasta de cimento hidratado. Sintoma, o aparecimento de uma superfície com fissuras aleatórias, esfoliação e redução significativa da dureza e resistência superficial do betão, com consequente redução do pH, colocando em risco a passivação das armaduras;
- Expansão por acção das reacções entre os álcalis do cimento e certos agregados reactivos. Pode ocorrer uma expansão geral da massa de betão com fissuras superficiais, profundas e aleatórias ou ordenadas;
- Reacções prejudiciais superficiais de certos agregados decorrentes de transformações de produtos ferruginosos presentes na sua constituição mineralógica.

**Para a armadura**, de acordo com Rangel e Melo (2010:13-14) (citando HELENE, 2003):

- Despassivação por carbonatação em virtude da acção do gás carbónico ( $\text{CO}_2$ ) da atmosfera que reage com os hidróxidos alcalinos dos poros do betão reduzindo o pH. A carbonatação propriamente dita, não é perceptível a olho nu, não reduz a resistência do betão e até aumenta sua dureza superficial;
- Despassivação por elevado teor de ião cloro ( $\text{Cl}^-$ ). A penetração do cloreto através de processos de difusão, de impregnação ou de absorção capilar de águas contendo teores de cloreto, despassivando a superfície do aço e instalando a corrosão. Ao atingir a armadura pode promover séria corrosão com aparecimento de manchas, fissuras, destacamentos de pedaços de betão e até perda da secção resistente e da aderência, promovendo o colapso da estrutura ou de suas partes.

**Para a estrutura**, de acordo com Rangel e Melo (2010:13-14) (citando HELENE, 2003):

Acções mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, acções cíclicas, retracção, fluência e relaxação.

De acordo com Brandão e Pinheiro (1999:12), tabela 3 -ilustra principais mecanismos de deterioração das estruturas de betão armado.

Classificação	Acção
Processos químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ataque por sulfatos</li> <li>➤ Ataque por água do mar</li> <li>➤ Ataque por ácidos</li> <li>➤ Ataque por águas puras</li> <li>➤ Ataque por gás carbónico agressivo</li> <li>➤ Reacções com agregados</li> </ul>
Processos físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ciclo gelo-degelo</li> <li>➤ Cristalização de sais</li> </ul>
Processos mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cargas excessivas não previstas</li> <li>➤ Vibrações (equipamentos ou detonações)</li> <li>➤ Erosão (abrasão ou cavitação)</li> </ul>
Processos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acção do ácido sulfúrico produzido por bactérias nos esgotos</li> <li>➤ Proliferação de parasitas de origem animal ou vegetal nas superfícies de concreto</li> </ul>
Processo electroquímico	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Corrosão das armaduras</li> </ul>
Situações de incêndio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acção de altas temperaturas</li> </ul>

#### 2.3.4.2. Permeabilidade e capacidade de absorção

São propriedades do betão directamente relacionadas com a sua resistência ao ataque químico ou ao congelamento da pasta de cimento.

Todos os factores que afectam a porosidade do betão interferem também na sua permeabilidade e capacidade de absorção e, portanto, na sua resistência ao ataque químico. Dentre estes factores, destacam-se:

- Relação água/cimento;
- Quantidade, composição e finura do cimento;
- Quantidade, forma e dimensões dos agregados;
- Grau de hidratação do cimento;
- Aderência entre a pasta e o agregado;
- Presença e quantidade de adições e de aditivos;
- Qualidade da execução etc.

### **2.3.4.3. Fissuração**

A fissuração, assim como a porosidade, também proporciona facilidades para que os agentes agressivos penetrem no betão e iniciem sua acção destruidora na estrutura. As fissuras vão ocorrer sempre que a tensão de tracção no betão for maior do que a sua resistência à tracção.

Diversas são as circunstâncias que podem provocar fissuração do betão. As fissuras podem surgir mesmo antes da aplicação do carregamento e, inclusive, antes do endurecimento da massa. Elas podem ser causadas por movimentos gerados dentro do próprio betão, por expansão de materiais colocados no betão ou ainda por condições externas impostas, dentre outras causas.

As fissuras que ocorrem antes do endurecimento da massa, geralmente, resultam de assentamento plástico diferencial ou de retracção plástica superficial. A formação dessas fissuras está relacionada directamente com a transpiração, fenómeno caracterizado pelo deslocamento da água da mistura em direcção à superfície, e com a velocidade de evaporação desta água.

As fissuras que ocorrem após o endurecimento da massa, porém antes de serem aplicadas as cargas, podem resultar de retracção por secagem, movimentações de origem térmica ou de outras causas, tais como: reacções álcali -agregado, corrosão das armaduras, ciclo gelo/degelo, ciclo alternado de molhagem e secagem, assentamentos diferenciais do solo de fundação etc.

As fissuras excessivas que ocorrem após a aplicação do carregamento são devido as falhas estruturais causadas por cargas excessivas ou vibrações não previstas no projecto, armaduras mal posicionadas ou insuficientes etc. Tais fissuras podem ser controladas mediante projecto bem elaborado.

### **2.3.5. Critério de projecto para durabilidade**

Brandão e Pinheiro (1999:13), quando se objectiva a qualidade da estrutura, é imprescindível a adoção de medidas apropriadas que garantam a sua durabilidade. Muitas destas medidas constituem critérios a serem observados ainda na fase de projecto, alguns dos quais serão aqui abordados.

### **2.3.5.1. Princípios e estratégias do projecto**

Estruturas de betão devem ser projectadas, construídas e utilizadas de modo que, sob as influências ambientais previstas, elas mantenham segurança, bom desempenho em serviço e aparência aceitável durante um determinado período de tempo, sem exigir altos custos imprevistos para manutenção e reparo.

Importante referir que, para evitar que ocorram problemas relativos à durabilidade das estruturas, são necessários esforços coordenados de todos os envolvidos nas diversas fases do processo construtivo, desde o planeamento da construção até a sua utilização e manutenção. Assim, (NB 1, 1994) citado por (Brandão e Pinheiro, 1999:13), deve haver uma cooperação entre as seguintes partes:

- Proprietários;
- Projectistas (arquitectos e engenheiros);
- Construtores e usuários.

O projecto deve adoptar uma estratégia que iniba os processos de deterioração, por meio da adoção de medidas apropriadas de protecção, principalmente contra a corrosão das armaduras, que representa o mais frequente, o mais importante e o mais conhecido mecanismo de deterioração. Esta estratégia deve considerar possíveis medidas para proteger a estrutura contra a deterioração prematura, as quais vão depender da vida útil especificada para a estrutura e das condições ambientais.

### **2.3.5.2. Vida útil**

Vida útil é definida como o período de tempo durante o qual as estruturas de betão, não só, mantêm condições satisfatórias de uso, preenchendo as finalidades para as quais foi projectada, sem a necessidade de manutenção dispendiosa (Brandão e Pinheiro, 1999:13).

A extensão da vida útil varia com o tipo e a importância da estrutura. Estruturas de carácter permanente devem ter, em geral, vida útil mais longa do que as de carácter provisório. A revisão da NB 1 (1994) citado por (Brandão e Pinheiro, 1999:13), por exemplo, recomenda vida útil de projecto de, pelo menos, 1 ano para estruturas de carácter provisório e de 50, 75 ou até mais de 100 anos para pontes e outras obras de carácter permanente.

Na verdade, as normas de projecto já prevêem, implicitamente, uma determinada vida útil para as estruturas por meio de suas prescrições. Brandão e Pinheiro (1999:13) (citando CEB-FIP Model Code 1990, 1993), afirma que as estruturas projectadas conforme suas recomendações têm grande probabilidade de apresentar vida útil de, pelo menos, 50 anos.

### **2.3.5.3. Condições ambientais**

As condições ambientais correspondem às acções químicas e físicas às quais a estrutura é exposta e que resultam em efeitos não incluídos entre os efeitos de cargas ou acções previstas no projecto estrutural. Condições ambientais muito severas podem deteriorar as estruturas expostas, conduzindo ao colapso total ou parcial.

De acordo com o Artigo 78º.REBAP, na tabela 4 -classifica as condições ambientais e recobrimento mínimos das armaduras como:

<b>Ambientes</b>	<b>Recobrimento mínimos das armaduras [cm]</b>
Pouco agressivo	2,00
Moderadamente agressivo	3,00
Muito agressivo	4,00

Fonte: REBAP, Pagina 88

Havendo que aumentar em 1,00cm estes valores no caso de armaduras de pré-esforço.

Os valores referidos podem, no entanto, ser diminuídos: de 0.50cm, no caso de elementos laminares; de 0.50cm, para betões das classes B30, B35 e B40, e de 1,00cm, para betões de classes superiores a B40. Estas diminuições são cumulativas, não se devendo, porém, em caso algum, adoptar recobrimento inferior a 1.50cm.

### **2.3.5.4. Critérios de projecto**

Usualmente, são empregues várias medidas de protecção, convenientemente escolhidas com a devida consideração das condições ambientais, visando assegurar que a vida útil especificada seja atingida. De acordo com Brandão e Pinheiro (1999:14-15), tais medidas podem ser estabelecidas, por exemplo, através de:

- Escolha apropriada da forma estrutural dos elementos;
- Determinação da composição do betão;
- Definição da qualidade do betão e da espessura do recobrimento;
- Pormenor adequado das armaduras;
- Limitação da abertura nominal das fissuras;
- Medidas especiais de protecção para ambientes especialmente agressivos;
- Procedimentos especificados de inspecção e manutenção durante o uso da estrutura;
- Consideração de aspectos relativos à qualidade da execução.

Portanto, o projecto para durabilidade deve definir formas estruturais, dimensões e arranjos de armadura apropriadas, apresentar especificações adequadas para os materiais, propor recomendações para a execução, com vista à garantir a qualidade do betão produzido e, finalmente, fornecer aos usuários planos de inspecção e de manutenção preventiva (Brandão e Pinheiro, 1999:14-14).

### **2.3.6. Outros aspectos que influenciam na qualidade do projecto estrutural**

#### **2.3.6.1. Moldes e cimbres**

De acordo com o Artigo 152º. REBAP, os moldes e cimbres devem ser concedidos e construídos de modo a satisfazer as seguintes condições:

- Suportarem com segurança satisfatória as acções a que vão estar sujeitas, em particular as resultantes do impulso do betão fresco durante a sua colocação e compactação;
- Terem rigidez suficiente para não sofrerem deformações excessivas, de modo que a forma da estrutura executada corresponda, dentro das tolerâncias previstas, à estrutura projectada;
- Serem suficientes estanques para não permitir a fuga da pasta ligante;
- Permitirem fácil desmoldagem, que não provoquem danos no betão e tenha em conta o plano de desmoldagem previsto, podendo ser necessário a utilização de dispositivos especiais (cunhas, caixas de areia, parafusos, macacos, etc.);
- Permitirem a aplicação correcta dos pré-esforços, sem contrariar os deslocamentos ou as deformações correspondentes;

- Disporem, se necessário, de aberturas que permitam a sua conveniente limpeza e inspeção antes da betonagem e facilitem a colocação e compactação do betão;
- Terem superfície de moldagem com características adequadas ao aspecto pretendido para a peça desmoldada.

### 2.3.6.2. Desmoldagem e descimbramento

De acordo com o Artigo 153º. REBAP, recomenda a operação de desmoldagem e de descimbramento a serem realizadas quando a estrutura tiver adquirido a resistência suficiente, não só para que seja satisfeita a segurança em relação aos estados limite últimos mas também para que não se verifique deformação e fendilhação inconvenientes. Tais operações devem ser conduzidas com os necessários cuidados, de modo a não provocar esforços prejudiciais, choques ou fortes vibrações.

Quadro 2- ilustra prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento

Moldes e escoramentos	Tipo de elemento		Prazo (dia)
Moldes de faces laterais	Vigas, pilares, paredes		3 <sup>(1)</sup>
Moldes de faces inferiores	Lajes <sup>(3)</sup>	L ≤ 6m	7 <sup>(1)</sup>
		L > 6m	14
	Vigas	14	
Escoramentos	Lajes <sup>(3)</sup>	L ≤ 6m	14 <sup>(2)</sup>
		L > 6m	21
	Vigas	21 <sup>(2)</sup>	

<sup>(1)</sup> Este prazo pode ser reduzido para 12h se forem tomadas precauções especiais para evitar danificações das superfícies.

<sup>(2)</sup> Este prazo deve ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, correspondem a sua capacidade resistente.

<sup>(3)</sup> No caso de lajes em consola, deve tomar-se como vão, 1, o dobro do balanço teórico.

### 3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso que se pretende abordar na presente monografia, é resultado do estágio profissional realizado num período de nove (9) meses na empresa “**Dora Consultores**” que consistiu na fiscalização da “**Reabilitação e Expansão do Hospital Geral de Mavalane–Fase II**”. Reabilitação referente ao bloco H (enfermaria de 50 camas) e construções referente aos blocos N e O, P e Q.

Pela dificuldade de abordar todas as actividades decorrentes nesta fase, o presente trabalho se prenderá na construção do bloco N e O sob forma a delimitar o estudo.

O estudo de caso, teve como objectivo, obter opinião dos consultores em particular aos arquitectos hospitalares, nos aspectos referentes ao projecto de arquitectura e estrutura como ferramenta para o controle da qualidade das obras de edifícios. Para o efeito, o resultado da pesquisa, foram feitas entrevistas abertas aos projectistas: arquitectos e engenheiros, como também, empreendedores (beneficiários do hospital) de forma a apurar os mecanismos de ocorrência e precaução da qualidade na elaboração de projectos de arquitectura e estrutura.

#### 3.1. Objecto do estudo - Hospital Geral de Mavalane (HGM)

De acordo com a memória descritiva e justificativa de (2005), O Hospital Geral de Mavalane é uma unidade sanitária construída em 1969 como Hospital Dermatológico<sup>4</sup> com capacidades de 48 camas. Ao longo dos vários anos foi objecto de novas construções e modificações, conservando sempre o núcleo administrativo e de serviços intocável.

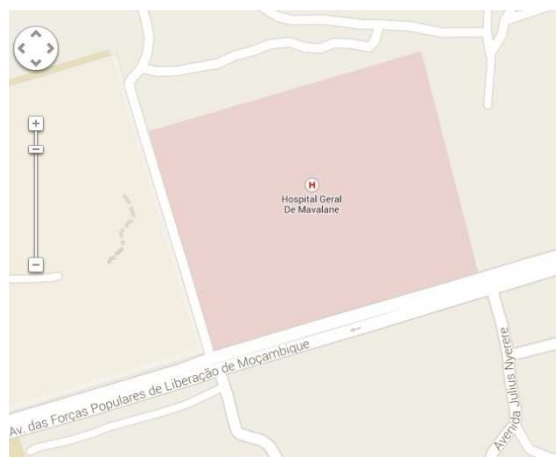
---

<sup>4</sup> De acordo com o roteiro de entrevista, a dermatologia é a especialidade médico-cirúrgica dedicada ao estudo, diagnóstico e tratamento das doenças de pele, cabelo, unhas e mucosas, bem como das doenças de transmissão sexual e à correcção dos distúrbios da aparência.

O hospital localiza-se na Avenida Das Forças Populares de Libertação de Moçambique, Província de Maputo, Bairro de Mavalane. O terreno onde está localizado ocupa uma área de **6 hectares** que corresponde a **60.000 m<sup>2</sup>** sendo **4.000 m<sup>2</sup>** ocupados por três (3) residências, **5.500 m<sup>2</sup>** ocupados pelo cercado reservado a epidemias de cólera deixando uma faixa de **3.000 m<sup>2</sup>**. O Hospital ocupa os restantes **48.325 m<sup>2</sup>**.

Da área ocupada pelo Hospital apenas **15%** estão edificados (áreas cobertas encerradas e abertas), ou seja, 7.400 m<sup>2</sup> de edificações diversas e cerca de **5.5%** correspondem a arruamentos pavimentados com **2.600 m<sup>2</sup>** e outros **5%** correspondem a espaços de estacionamento dos quais metade é pavimentada. Embora a taxa de ocupação do terreno seja baixa a implantação de edifícios existente de forma dispersa com pátios generosos entre os edifícios não facilita o desenvolvimento de um layout lógico sem que se proceda as significativas demolições.

A figura 2- ilustra a planta de localização do HGM



Fonte: Google, acedido no dia 07/11/2013

### 3.1.1. As Edificações -Situação Actual

Os edifícios mais antigos do original Hospital Dermatológico, são edifícios inicialmente cobertos apenas por uma laje horizontal de betão armado, com passar de tempo, foram todos posteriormente cobertos de fibrocimento assente sobre estrutura de madeira. Actualmente, com os programas de reabilitações e construções de raiz, o MISAU têm vindo a empregar esforços no melhoramento dos materiais de cobertura dos edifícios hospedares, passando de fibrocimento

para chapas de zinco (IBR). A figura 3 -ilustra situação das edificações “meados - Fevereiro de 2013”.

Figura 3- situação actual das edificações no HGM



Fonte: Google, acessado no dia 15/02/2013

### 3.1.2. Serviços actuais disponíveis -HGM

Dado que o Hospital foi sendo estendido progressivamente, as circulações de ligação entre serviços não favorecem uma optimização de distâncias entre enfermarias e serviços de apoio e entre enfermarias e meios de diagnóstico.

De acordo com a memória descritiva -Consultor “A”, funcionam no Hospital Geral de Mavalane três enfermarias, nomeadamente, enfermaria de Pediatria (56 Camas), de Ginecologia e Obstetrícia (50 Camas), de Medicina (55 Camas) e Cirurgia (15 Camas) para além do Banco de Socorros (32 Camas). Total oficial de número de camas é 176, verificando-se uma taxa de ocupação -2005 de 154% ou seja houve doentes para além do número de camas.

Quadro 3- ilustra serviços e números de camas oferecidos actualmente no HGM

Serviços/enfermarias	Números de camas
Pediatria	56
Ginecologia e Obstetrícia	50
Medicina	55
Cirurgia	15
<b>Total oficial cama</b>	<b>176</b>

Fonte: MISAU- Memória descritiva.

### 3.1.3. Propósitos da ampliação – HGM

De acordo com a memória descritiva do anterior projecto (consultor A), o propósito evocado para a construção de novos edifícios hospitalares, foi pela capacidade insuficiente para albergar a demanda actual. Neste sentido, a proposta possível de intervenção procurava no máximo possível o aproveitamento de edifícios existentes, criando no entanto novos espaços especialmente para construção de novos blocos:

- a. Bloco operatório e central de esterilização;
- b. Sala de partos;
- c. Consulta externa e duas enfermarias adicionais, passando de 4 para 6 (das quais, 2 de Cirurgia, 1 de Ginecologia e Obstetrícia, 1 de Pediatria e 2 de Medicina).

Das várias hipóteses durante as apresentações e debates, se direccionou o plano geral para uma hipótese que só considera ir até 400 camas. Assim se considerava hipótese única:

#### Plano de refuncionalização -HGM

Quadro 4- ilustra a capacidade de internamento de 400 camas:

<b>Serviço</b>	<b>Nº de camas Existentes actualmente</b>	<b>Nº camas propostas no projecto</b>
Pediatria	55	150
Ginecologia e Obstetrícia	50	100
Medicina	56	100
Cirurgia	15	35
<b>Nº total de camas em enfermarias</b>	<b>176</b>	<b>385</b>
Banco de Socorros	32	15
Total de nº de camas, incluindo observação SUR	208	400

Fonte: Memória descritiva de Arquitectura

### 3.1.3. O plano director -HGM

A figura 4 -Ilustra o plano director do HGM (fonte: Projecto de Arquitectura)



O plano director (tabela-5 abaixo e figura 4) indica que o hospital deverá ser reabilitado e estendido de modo a comportar os seguintes serviços, distribuídos em blocos:

Blocos	Designação de serviços
A	Direcção e formação;
A1	Serviços de urgência;
A2	Enfermaria de 35 camas;
B	Ginecologia e obstetrícia;
F	Enfermaria e pediatria;
F1	Formação e pátio de actividades;
H	Enfermaria de 50 camas;
I	Cozinha e armazém;
J	Lavandaria e armazém;
L1	Portarias e quiosques;
N	Atendimento externo r/c;
Na	Atendimento externo, 1º andar;
O	Maternidade e sala de partos;
P	Bloco operatório;
Q	Enfermaria de 50 camas r/c;
Qa	Enfermaria de 50 camas 1º andar;
R	Futura enfermaria;
S	Serviços funerários;
T	Posto de transformação e gerador.

Tabela-5. Plano directório do HGM por serviços

### 3.2. Motivos da pesquisa -HGM

A reabilitação e expansão do Hospital Geral de Mavalane -fase II teve início no ano 2005, entretanto, por motivos alheios, as obras foram interrompidas, e prosseguidas passados sete (7) anos, meados “Fevereiro de 2013”. Projecto projectado pelo consultor “A” e melhorado por consultor “B”, que por razões sigilosas não serão apresentados neste trabalho, nomes dos consultores.

Os agentes participantes do empreendimento são:

- **O empreendedor** (responsáveis pela geração do produto): MISAU
- **Os projectistas** (responsáveis pela formalização do produto):  
{ *Projectista (formalizador): Consultor "A"*  
*Projectista responsavel pelo melhoramento: Consultor "B"*
- **O construtor** (responsável pela fabricação do produto): EMOCIL/ ou MOTAENGIL;
- **A fiscalização** (responsável pelo controle de produção: DORA CONSULTORES;
- **O usuário** (responsável pela utilização do produto): HGM.

Os motivos que levaram a abordar a qualidade do projecto de arquitectura e estrutura do “Hospital Geral de Mavalane”, bloco N e O serão apresentados a seguir:

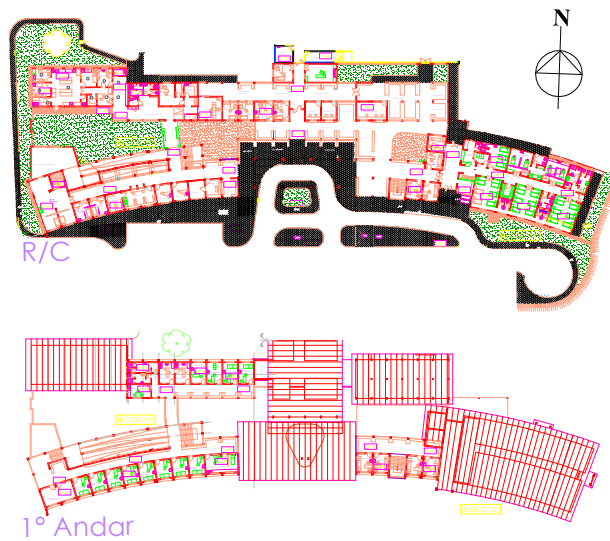
Tabela-6. Os motivos que levaram a abordar a qualidade do projecto bloco N e O

Entidade	Problemas apresentados
<i>Empreiteiro (EMOCIL)</i>	O empreiteiro se queixava da inexistência da cota de soleira (cota altimétrica e planimétrica), condicionando a execução de bloco N e O.
<i>MISAU e Direcção do HGM</i>	<p>No decorrer das obras, a direcção do HGM junto ao MISAU, constataram irregularidades no projecto arquitectónico, tais como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Má localização de certos serviços, tais como: <i>(sala de consulta de tuberculose, localizada aos fundos do 1º andar do bloco “N”, permitindo fácil contaminação dos pisos, R/c e 1º andar);</i></li> <li>2. O bloco “O” que constituí a maternidade desta unidade sanitária, de acordo com os especialistas hospitalares, a maternidade projectada por consultor “A” apresentava deficiências, não constituindo maternidade modelo. Neste sentido, o MISAU solicitou consultor “B” a melhorar o projecto no seu todo, com foco bloco “O” maternidade. Para a maternidade, solicitou-se que fosse “<b>Maternidade Humanizada</b>”<sup>5</sup>.</li> </ol>
<i>Empreiteiro (EMOCIL)</i>	Neste sentido, o empreiteiro sugeriu ao MISAU que o consultor “B” revisasse a forma do projecto em arco para forma regular, devido a dificuldade de execução das peças estruturais como dos elementos de cobertura.

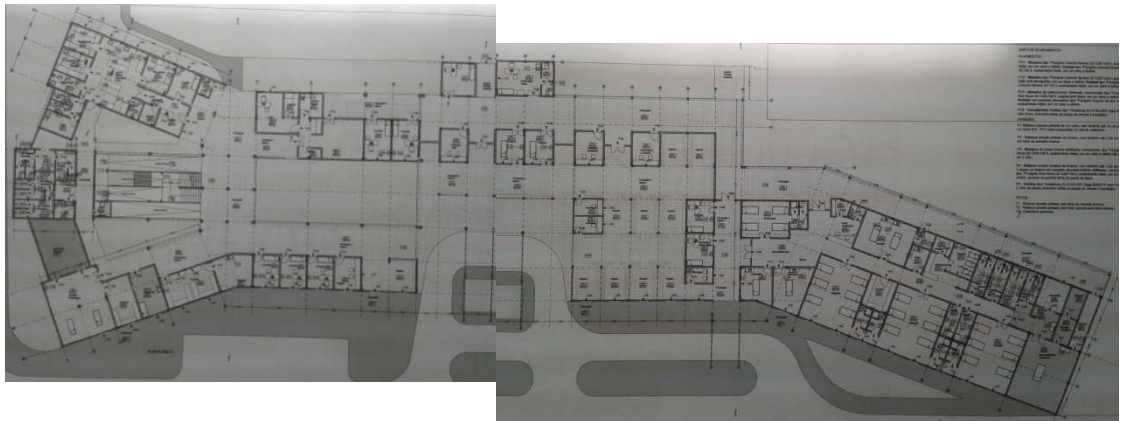
<sup>5</sup> De acordo com o roteiro de entrevista efectuada pela direcção do HGM, Maternidade humanizada é aquela que dispensa sala de parto, quer dizer, a parturiente não precisa de ser deslocada para sala de parto, o parto acontece onde a parturiente se encontra (sala de dilatação). Um dos benefícios que a maternidade humanizada apresenta é a afinidade que o funcionário cria com a parturiente, segurança, movimentos desnecessários, menor probabilidade do bebé cair da cama de parto devido ao tipo de cama, entre outros. Enquanto a maternidade normal, a parturiente é deslocada da sala de dilatação para sala de parto, o risco do bebé cair da cama (marquesas) é maior.

Conforme Diniz & Camargo, Liliane Paula (2010), cada sala de parto é projectada como se fosse a própria casa da parturiente. As cores utilizadas são cores quentes (mas não vibrantes) nos tons de laranja. De acordo com Diniz & Camargo, Liliane (2010) (citando Ronald Goés), os tons alaranjados facilitam a amamentação. Sendo a amamentação e o parto estimulados pelo mesmo hormónio, conclui-se que tons alaranjados podem facilitar o trabalho de parto.

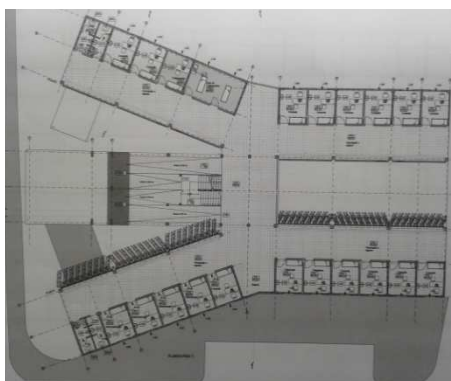
A sugestão da troca do modelo do projecto em arco fig.5 para modelo regular fig.6, mostrou a experiência das equipas envolvidas no processo de elaboração do projecto. Porque de acordo a LNEC (2013), “projectos em forma de arco”, são modelos propensos a fragilidade nos elementos de ligação, trabalhabilidade no processo construtivo, encarece o custo de construção e manutenção.



**Fig.5- Atendimentos externos, r/c e 1º andar & Maternidade r/c “projecto modelo em arco”**



**Fig.6-“projecto melhorado, modelo regular” R/c**



**1º Andar**

### **3.3. Aspectos do projecto arquitectónico – HGM -Bloco N e O**

#### **3.3.1. Descrição do bloco N e O**

Os blocos N e O, estão situados no limite sul da implantação do Hospital Geral de Mavalane, com uma implantação que funciona como a nova fachada do conjunto voltado para a Av. Das Forças Populares de Libertação de Moçambique, sendo a nova porta do HGM. Os blocos foram anteriormente projectados em forma de arco e, actualmente melhorado em forma regular como mostra a figura 5 e 6 acima.

Relativo ao projecto existente, foi mantido a fachada geral de implantação do bloco N e O, que é a nova frente do hospital. Com a presente organização espacial, a entrada central do hospital possibilitará a entrada de doentes e transportes próprios, funcionando como centro de distribuição em lados opostos, para o lado nascente corresponde a Maternidade, e para poente, programas de consultas nos dois pisos, laboratório e RX (Raio Xexé).

Foram mantidos os princípios de arruamentos de acessos aos novos edifícios, bem como as circulações interiores pedonais de ligação aos outros edifícios existentes, tentando manter os espaços verdes e áreas arbóreas existentes.

O melhoramento destes blocos, foram mantidos integralmente os compartimentos previstos para cada departamento. Para o lado nascente com apenas um piso – Maternidade -com acesso pela zona central ou por dois acessos independente. Estão localizados no inicio do espaço as salas de observação, seguindo-se a zona de dilatação e rematada a maternidade com o bloco operatório. Este programa e completado por sanitários independentes para pessoais, médicos e pacientes.

Para a zona poente estão concertados os programas das consultas no piso r/c e 1º andar, no corpo que faz a frente do edifício ligados por um espaço de rampa e escada que articula os dois pisos bem como a transição para o corpo traseiro deste bloco, onde estão o laboratório e o RX.

No espaço que remata o corpo da escada, e na continuidade da cobertura estão localizados os sanitários públicos e do pessoal.

A tabela 7. Ilustra serviços do bloco N e O do projecto melhorado -consultor B.

<b>Blocos:</b>	<b>Serviços:</b>
N (1º piso)	<p><b>Atendimentos externos:</b> Circulações e esperas/ Registo/ Três salas de consulta/ Farmácia e depósito/ Sala de tratamento e arrumo/ Ginásio fisioterapia/ Exercícios externos/ WC público deficientes/ WC público (Homens e Mulheres) / WC pessoal (Homens e Mulheres) / Rampa de acesso i=8.78% (r/c ao 1º andar) e Escada de acesso (r/c ao 1º andar).</p> <p><b>Laboratório:</b> Laboratório geral/ Expurgos/ Bioquímica/ Circulação/ Arrumos/ Registo/ Colheita/ Esterilização/ Parasitologia/ Microbiologia/ WC- colheita/ Copa e WC (Homens e Mulheres).</p> <p><b>Raio X</b> Vestiário/ câmara escura/ arrumos e sala técnica.</p>
N (2º piso)	<p><b>Consultas:</b> Circulação e espera/ treze (13) salas de consultas/ duas salas de oftalmologias/ duas salas de estomatologias/ duas salas de psicologia/ tratamento/ sala de tratamento e dois WC masculinos e femininos.</p>
N-O	<p><b>O bloco intermédio ao N e O, tem como serviços:</b> Circulações e esperas/ Recepção/ Duas salas de triagem/ Admissão hospitalar/ Informações e controlo/ Dois quiosques/ Sala de consulta/ Consulta e observação.</p>
O	<p><b>Este bloco é referente a “Maternidade”, e os serviços oferecidos são:</b> Áreas para macas/ duas corretagens/ observação/ posto enfermeira/ dilatação (arrumos e WC) / recobro (expurgos) / copa/ enfermeira (arrumos e berçário) / dois WC pessoal/ dois vestiários (pessoal) / lavagem clínica/ anestesista/ bloco operatório cesariano/ material cirúrgico/ auto clave e expurgos.</p>
<p><i>Não foi possível apresenta as áreas correspondentes a cada compartimento, devido a inexistência de áreas nas plantas de piso, nas memórias descritivas como a inexistência de plantas cotadas entre os vãos das paredes que possibilitariam fazer o levantamento das áreas.</i></p>	

Fonte: Memória descritiva de arquitectura

### 3.3.2. Descrição dos aspectos fundamentais que levam o melhoramento do projecto - HGM

#### 3.3.2.1. Cota de soleira

A cota de soleira referida aqui, é cota de pavimento térreo, um dos problema que elevou o melhoramento do projecto, bloco N e O, uma vez o terreno a implantar os edifícios ser ligeiramente acentuado, com uma pendente aproximadamente a dois porcentos ( $i_{\text{(terreno)}}=2\%$ ), montante: leste e jusante: noroeste.

Com isso, no decorrer das construções, o projecto melhorado bloco N e O se encontra a mesma cota dos edifícios existentes, bloco A1 e bloco B, de acordo com o recomendado pelo empreendedor, permitindo dessa forma, a comunicação entre edifícios actuais e edifícios existentes, sendo desnecessário o uso de rampas ou então escadas. Portanto, o que se verifica em obra, é o facto de se constatar irregularidade na cota de soleira do bloco “O” -Maternidade, localizada a profundidade negativa de [-58cm] de altura a contar da cota de referência do pavimento do passeio da estrada da Av. Das Forças Populares de Libertação de Moçambique, ver figura 7 abaixo.



Seta A, ilustra o topo por onde correrá a viga de fundação/ viga que receberá a laje de pavimento térreo. Enquanto para a seta B, ilustra a cota de pavimento do passeio da estrada

Que de acordo com Regulamento Geral das Edificações Urbanas de Moçambique Artigo 47º. Alínea “e” recomenda: A alvenaria das fundações elevar-se-á, pelo menos, 0.20m acima do nível final do terreno.

#### **Solução adoptada:**

De acordo com o projecto de arquitectura – planta geral, o projecto prevê a seguinte solução para o problema:

- A efectuação de corte e contenção dos solos de acordo com a figura 4 acima;
- A criação de penderes no sentido da inclinação do relevo do terreno, de modo a expulsar as águas pluviais. E a montante, efectuar-se-á contenção dos solos por meio de paredes armadas entre outros mecanismos.

Referente a cota de soleira, bloco O -Maternidade, não foi possível efectuar o estudo, por sigilo não serão apresentadas as razões. Para o autor, a solução encontrada pelo projectista e pelas partes envolvidas no processo de projecto, duvida-se que venha funcionar, recomendava-se que se efectua-se um levantamento de todas as cotas necessárias para um estudo profundo, daí que, qualquer irregularidade encarecerá o custo do empreendimento, e dificuldade de escoamento das águas pluviais, entre outras, dando espaço as futuras patologias do edifício.

O autor é de opinião que o bloco O “Maternidade” e bloco N fosse comunicado por rampas, de forma a ganhar cotas altimétricas e evitar o soterramento da laje de pavimento do bloco O “Maternidade”.

#### **3.3.2.2. Sala de consulta de tuberculose**

Este caso, trata-se da má localização da sala de consulta de tuberculose, que no anterior projecto (consultor A), localizava-se nos fundos do 1º andar, caso a construção decorresse, permitiria a fácil contaminação dos pisos inferiores e superiores. Feitas várias coordenações entre o MISAU, a Direcção Hospitalar, o Consultor “B” e a Fiscalização no sentido de apurar melhor alternativa para o caso em questão, concluiu-se que:

A sala de consulta de tuberculose fosse localizada no r/c, e de preferência em zona de fácil circulação de ar, permitindo que o “**bacilo de cocus**” não se desenvolva com facilidades. Dai, a probabilidade de contaminação dos restantes serviços quase nula.

#### **3.3.2.2.1. Constatações:**

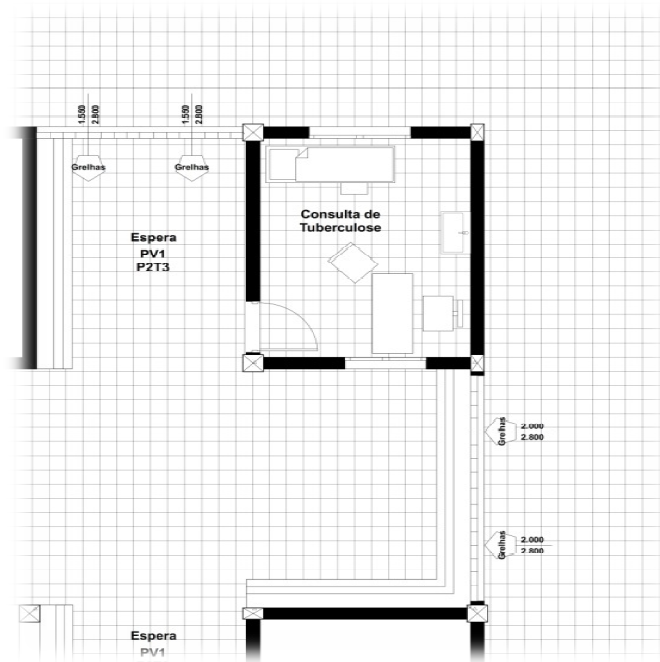
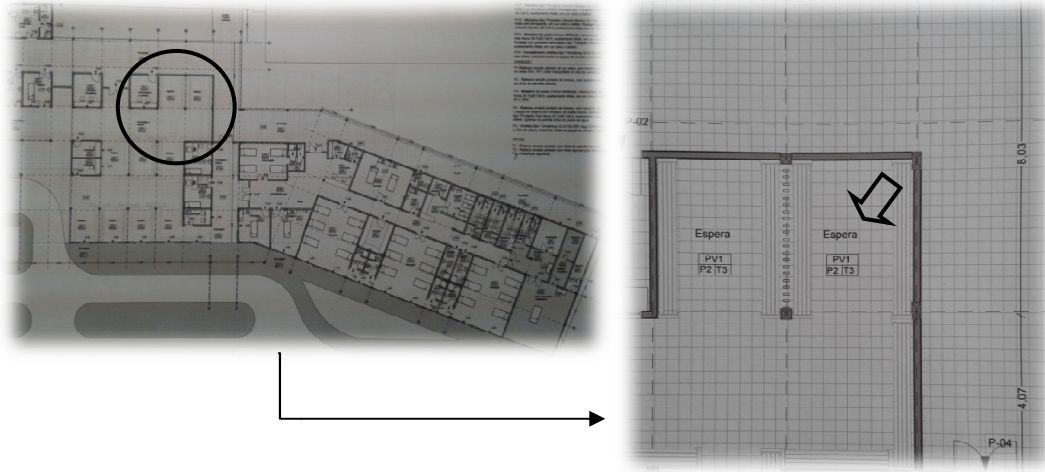
Referente ao caso, constatou-se que o projecto executivo fornecido pelo consultor “B”, de acordo com a tabela 12, não constava o serviço da sala de consulta de tuberculose como previsto. Dai que para Nóbrega (2009:29) (citando Oliveira e Melhado 2005b), a fase do projecto é apontada como aquela que apresenta maior oportunidade de intervenção e agregação de valor ao empreendimento. Dessa forma, os processos de concepção e projecto devem ser vistos como estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

Neste contexto, o autor desta monografia apresenta abaixo proposta de localização da sala de consulta de tuberculose, pelo facto de ser de vital importância a melhor localização desta.

#### **3.3.2.2.2. Proposta de solução da sala de consulta de tuberculose:**

O autor recomenda que a sala de consulta de tuberculose fosse localizada no r/c, conforme acordado entre os intervenientes, entretanto, não havendo espaços ou serviços que pudesse efectuar permutas/troca de um serviço do outro. Recomendava-se que a instalação desta sala no r/c fosse localizada num dos locais de espera (ver seta abaixo a direita), não porque o hospital tivesse muita área de espera, mas por se tratar de um serviço de benefícios comuns.

A **figura 8**. Ilustra a proposta de localização da planta da sala de consulta de tuberculose, que para o autor, recomenda sua localização numa das áreas/salas de espera. Com esta proposta, o autor julga estar devidamente localizada, com possibilidade de bom fluxo de ar, abertura das paredes a norte e leste em substituição de grelhas quadradas de material “cimento e areia”.



**Fig.8- Proposta de localização da sala de consulta de tuberculose, r/c.**

### 3.3.2.2.3. Aspectos arquitectónicos a evitar e a ponderar

De acordo com LNEC (2013), recomenda-se que se evite o máximo possível que os encontros das paredes efectuem ângulos inferiores a 90°, figura 9. Devido ao baixo aproveitamento da área útil e retenção de bactérias, como, pontos propícios a fragilidade de elementos estruturais, entre outros aspectos.

Esta recomendação não consiste somente para edifícios hospitalares, serve também para todo tipo de empreendimento, sejam eles habitacionais, comerciais entre outros. Para encontros de paredes ou elementos estruturais efectuando ângulos maiores que 90° fig. 10. Ainda de acordo com a LNEC são ponderáveis.

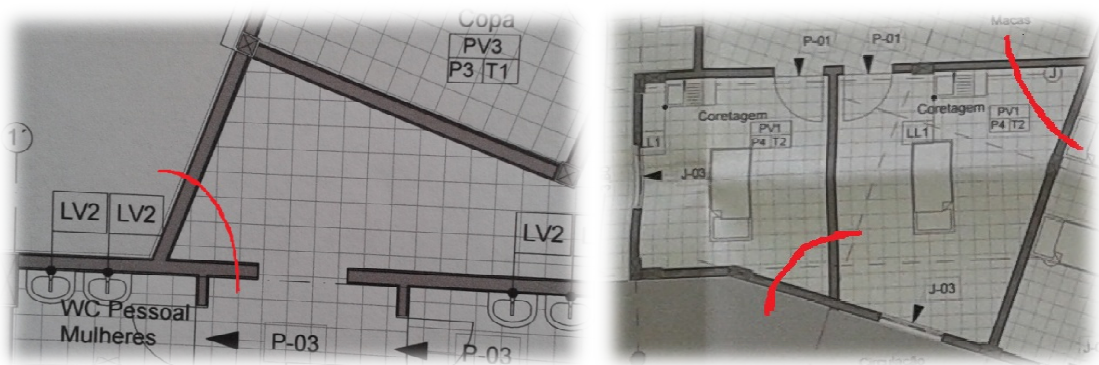


Fig. 9- Aspectos de Arquitectura a evitar

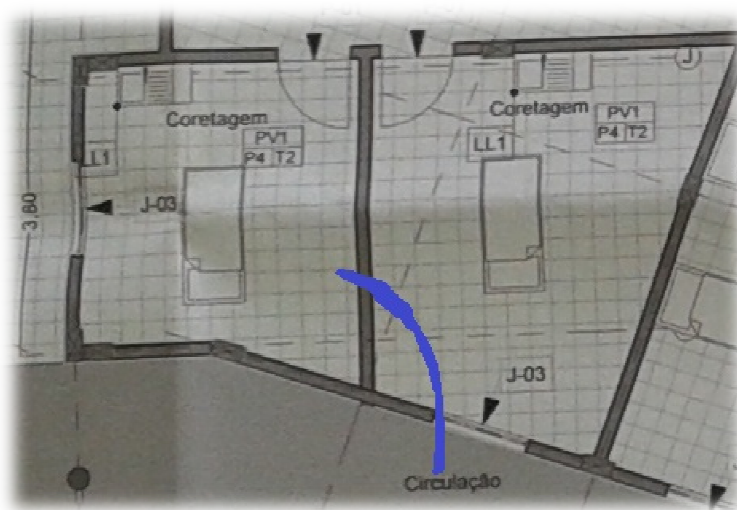


Fig. 10- Aspectos de Arquitectura a ponderar

## Outros aspectos - Bloco “O” Maternidade



Na **fig. 11**. De acordo com RGEU- Artigo 31º, 1º: Recomenda-se que se evite no máximo corredores extensos e zonas húmidas “casas de banho” que não possam receber luz natural e ventilação directa, deverão receber luz e ventilação indirecta por meio de vãos abertos nas paredes de compartimentos confinantes que recebam luz directa abundante. Para o autor, recomenda o uso de extractores para as casas de banho acima ilustradas, e para o corredor, com o uso ar - condicionado nas salas de dilatação entre outras, criarão um equilíbrio do clima exceptuando-se da iluminação natural.

### 3.3.2.3. Maternidade

O caso maternidade, foi considerado o factor que relevou para o melhoramento do bloco (N e O), pelo facto do projecto arquitectónico elaborado por consultor “A”, de acordo com a direcção hospitalar, o anterior projecto estava desenquadrado a nova realidade, o que tinha sido projectado, eram simples salas que não adequavam a conjuntura actual, não só, como pela inexistência de um bloco operatório cesariana e seus serviços de apoio, ver figura10.

Uma vez nos dias de hoje se falar de maternidade modelo, partos humanizados. Foi com este propósito que a direcção do hospital em coordenação com o MISAU -Departamento de infra-estrutura, solicitou o melhoramento do projecto, de modo a responder as exigências dos usuários e satisfação dos beneficiários.

Dai a responsabilidade do consultor “B” em apresentar um projecto que responda as reais necessidades do empreendedor e as exigências actuais. Neste contexto, o modelo em discussão passaria de maternidade comum para “*maternidade humanizada*”.

### **3.3.2.3.1. Conceito -Maternidade Humanizada**

Maternidade humanizada de acordo com a entrevista efectuada pela direcção do HGM, é aquela que dispensa sala de parto, quer dizer, a parturiente não precisa de ser deslocada para sala de parto, o parto acontece onde a parturiente se encontra (sala de dilatação). Um dos benefícios que a maternidade humanizada apresenta é a afinidade que o funcionário cria com a parturiente, segurança, movimentos desnecessários, menor probabilidade do bebé cair da cama de parto devido ao tipo de cama, entre outros. Enquanto a maternidade normal, a parturiente é deslocada da sala de dilatação para sala de parto, o risco do bebé cair da cama (marquesas) é maior.

Conforme Diniz & Camargo, Liliane Paula (2010), cada sala de parto é projectada como se fosse a própria casa da parturiente. As cores utilizadas são cores quentes (mas não vibrantes) nos tons de laranja. De acordo com Diniz & Camargo, Liliane Paula (2010) (citando Ronald Goés), os tons alaranjados facilitam a amamentação. Sendo a amamentação e o parto estimulados pelo mesmo hormônio, conclui-se também que tons alaranjados podem facilitar o trabalho de parto.

### **Constituição -Maternidade Humanizada**

Para direcção do hospital, a maternidade humanizada deve ser constituída por seguintes requisitos básicos: salas em mono blocos, salas amplas que permitam a mobilidade das equipas, devem conter uma central de esterilização, e no mínimo uma sala de operações para cesariana, uma sala de recobro e um berçário.

Para Diniz & Camargo, Liliane Paula (2010), uma maternidade deve permitir:

- Boa iluminação e ventilação;
- Visualização do exterior, de preferência ajardinado (cuidando sempre para que a mulher não se sinta observada);
- Locais para se apoiar ou sentar durante as contracções;
- Visuais diversas, que podem ser criadas com o uso de curvas ou reentrâncias que criem complexidade espacial;
- Equilíbrio de cores quentes e frias predominando as quentes por serem mais favoráveis às actividades físicas, como uso de vegetação compondo espaços que incentivem o passeio.

Tabela comparativa dos serviços oferecidos pelos consultores “*Maternidade*”.

Consultor “A”-Anterior projecto		
	Esquerdo	Direito
<b>Serviços</b>	2 Salas Pré-natal; Espera; Dilatação (arrumo e 2Wc); Dilatação (arrumo e 2Wc); Sala de parto; Dilatação.	2 Salas de Consulta e observação; Estacionamento da enfermeira; Recepção; Observação; Sala de partos (despejos e roupa suja); Sanita pessoal (masculino e feminino).
Consultor “B”-Projecto em construção		
	Esquerdo	Direito
<b>Serviços</b>	2 Salas de corretagem; Dilatação (arrumos e 2Wc); Dilatação (arrumos e 2Wc); Dilatação.	Observação; Posto enfermeira (2 WC); Recobro <sup>6</sup> (expurgo); Copa; Sala de enfermeira, berçário e arrumos; 2 WC de pessoal (homem e mulher);
	<b>Bloco operatório cesariano</b> 2 Vestiário pessoal; Lavagem clínica; Anestesista; Sala de operação; Material cirúrgico -auto clave <sup>7</sup> ; Expurgos <sup>8</sup> .	

**Tabela 8.** Comparação dos serviços disponíveis por consultores

De acordo com a entrevista efectuada a direcção do hospital, define recobro, auto clave e Expurgo como sendo:

<sup>6</sup> Recobro – Sala localizada próximo ao bloco operatório, e serve para estadia do paciente pós - operação.

<sup>7</sup>Auto clave - Aparelho de pressão de vapor empregue na esterilização de instrumentos cirúrgicos.

<sup>8</sup> Expurgo – Sanitário de material inox, com a função de retirar os dejectos hospitalares, sujeitos provenientes de operações.



### **3.3.2.3.2. Diferença existente: Sala do bloco operatório e salas comuns”**

A sala do bloco operatório de acordo com a tabela 9, é constituído por serviços de apoio, cujo princípio conceptual não difere de outros serviços. A diferença existente entre um bloco operatório e, por exemplo sala de observação ou sala de consulta, reside nos seguintes aspectos fundamentais:

- O bloco operatório por regra, as ortogonais ou encontros das paredes não devem ser perpendiculares, quer dizer, as ortogonais das paredes devem fazer chanfro nas extremidades;
- O material de revestimento (vertical e horizontal) do bloco operatório recomenda-se no máximo a evitar juntas de ligação entre os revestimentos;
- Recomenda-se ainda também que haja muita luz artificial, e as torneiras aplicadas devem ter mecanismos que permitam o uso simplificado aos médicos;
- Enquanto para uma sala de observação ou sala comum, todos os aspectos referidos acima não são tão exigidos, excepto para casos especiais, tais como, salas ou então casa de banho para deficientes.

Todo o pressuposto referidos acima para o bloco operatório foram cumprido, excepto aspectos do projecto eléctrico. Consta nos desenhos e nas especificações técnicas os matérias a usar, tais como:

- Revestimentos em pavimentos verticais e horizontais vinilicos tipo “Armstrong DLW SILVER Vagg 5095014” com 2mm de espessura, incluindo todas as peças de remate e transição;
- Torneiras do tipo: Cobra Watertech-Medical Taps 500-21 ½” Elbow Action Bibtap-chrome plated.

### **3.4. Aspectos do projecto estrutural - HGM- Bloco N e O**

De acordo com Macaringue (2008:25-26) (citando Caderno de Engenharia de Estrutura, São Carlos, nº8, 1999), O projecto estrutural consiste, principalmente, de cálculos e de preparação de desenhos, especificações, memórias de cálculo e documentos similares. Desenhos e especificações fazem parte do produto final do projecto; cálculos são apenas auxiliares. Entretanto, todos os elementos são

importantes para a qualidade. Neste contexto, o projecto estrutural bloco N e O fornecido pelo consultor “A” influenciou também significativamente para o melhoramento do projecto arquitectónico, devido a insuficiência de peças existentes para a execução, o motivo evocado foi, má conservação dos documentos do projecto pelo MISAU- departamento de infra-estrutura.

Com isso, o gestor do projecto responsabilizou o consultor “B”, responsável pelo melhoramento do projecto arquitectónico, a elaborar o projecto estrutural, capaz de responder as exigências da qualidade para estrutura. Para Brandão e Pinheiro, (1999:5), as exigências da qualidade para uma estrutura de betão armado podem ser classificadas em três grupos distintos, respectivamente, *à segurança, ao bom desempenho em serviço e a durabilidade.*

#### **3.4.1. Documentos de referência**

O consultor “B”, solicitou ao empreendedor (cliente) dados referente ao estudo geotécnico da área reservada para a construção, o empreendedor disse não ter informações referentes ao estudo dos solos. Desta forma, constituindo dúvida, de com que dados geotécnicos o consultor “A” teria usado para o cálculo das fundações.

Nesse contesto, o consultor informou ao empreendedor que faria ensaios geotécnicos da área reservada para a construção dos blocos N e O, de forma a fornecer dados concretos sobre o comportamento dos solos, para permitir que o projectista defina o tipo de fundações para os edifícios. Evitando riscos futuros, que possam ameaçar a segurança dos edifícios. As figuras 14,15 e 16 ilustram a colecta de solos para ensaios laboratoriais bem como ensaios in situ.



**Fig.14- Ensaio *in situ* de (PDL)<sup>9</sup>**



**Fig.15- colecta de solos**



**Fig. 16- Colecta de solos para laboratório**

---

<sup>9</sup> **PDL-** Ensaio de penetração dinâmica com penetrómetro ligeiro.

O ensaio de PDL de acordo com Amaral, Pedro (2004:10), aplica-se para profundidades até 8m; Ensaio económico; Semelhante ao CPT, mas com a cravação de varas feita à custo de queda de uma massa de 10kg a uma altura de 0,50m. A área da ponta é 10cm, conta-se o nº de golpes para que a ponta penetre 10cm (N10) e realiza-se normalmente em intervalos de 10cm.

### **3.4.2. Resultados dos ensaios geotécnicos**

No que se refere aos resultados do ensaio geotécnico efectuado na área reservada para as construções, não serão apresentados no presente trabalho, porque não foram divulgados oficialmente. O único resultado fornecido foi oral, dizendo: *“Ensaio não satisfatório, solos arenosos colapsíveis”*.

Devido a resultados insatisfatórios apurados nos ensaios geotécnicos, o consultor efectuou uma visita a obra acompanhado do Geotécnico, Professor Altamira Vaz, com o objectivo de efectuar uma análise visual dos solos da área reservada para as construções e propor a melhor solução para o tipo de fundações. Com a visita ao local de obra e os resultados dos solos, o geotécnico recomendou que as fundações se localizassem na profundidade 1.50m de altura negativa, a contar da cota mais baixa do terreno, também recomendou a saturar os solos de fundação 24 horas e efectuar a devida compactação.

### **3.4.3. Materiais e sistema construtivo**

De acordo com a memória descritiva, o sistema construtivo previsto mantém as características do projecto anterior, simplificando o sistema de cobertura em chapas curvas sobre lajes maciças de betão. E os materiais a aplicar são:

- Aço de classe A500NR;
- Betão da classe B30
- Fundações tipo - sapatas isoladas, a uma profundidade de 1.50m;
- Laje de cobertura, fungiforme maciça com viga periférica.

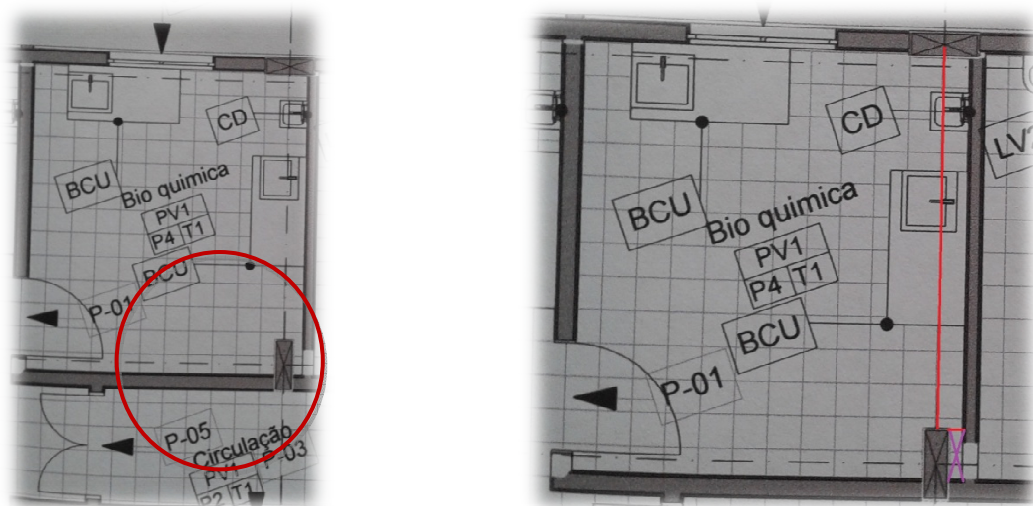
#### **Recobrimento recomendado pelo projectista:**

- Lajes e pares: 25mm;
- Vigas: 30mm;
- Pilares: 30mm;
- Elementos enterrados: 40mm.

De acordo com o Artigo 78º, REBAP- os recobrimentos mínimos das armaduras recomendadas pelo projectista, satisfazem o estabelecido no regulamento.

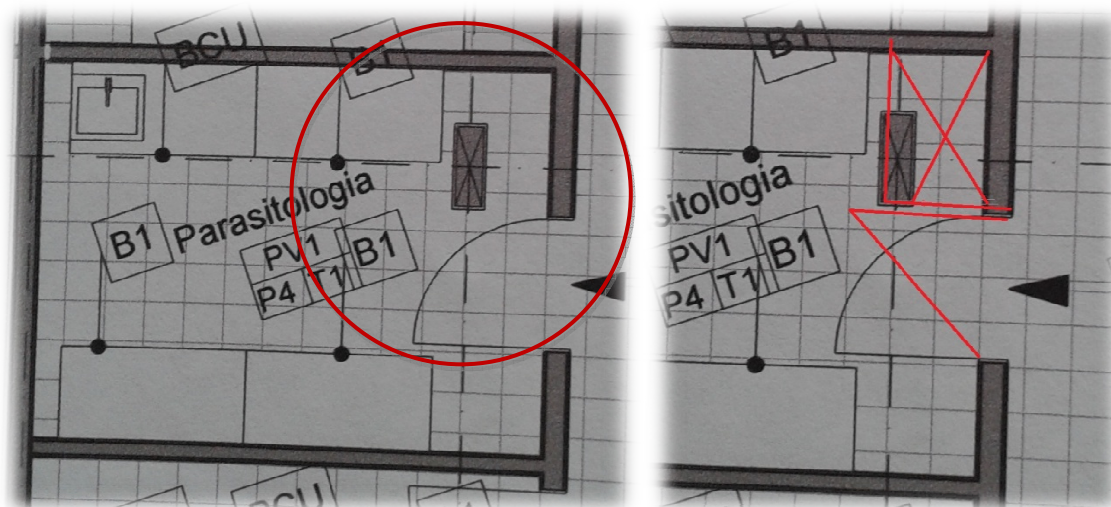
### 3.4.4. Aspectos de incompatibilização do projecto

Os aspectos de incompatibilização do projecto de arquitectura e estrutura foram verificados no bloco N, nos serviços de laboratório geral, especialmente nas salas de Bio química e sala de Parasitologia. A **figura 17 e 18** abaixo, ilustra pilares não ajustados ao projecto arquitectónico, colocando em risco a saúde pública e baixo aproveitamento da área útil dos compartimentos.



**Fig.17 - Ilustra aspectos de incompatibilização e proposta de melhoramento**

O autor desta monografia, propõe o seguinte melhoramento, para a sala de Bio Química, movimento da parede para a linha de eixo entre os pilares, por outro lado, enchimento do espaço existente entre o pilar e a parede com argamassa. Enquanto para a figura 18, propõe um arrumo e alteração da porta de acesso.



**Fig.18-Ilustra aspectos de incompatibilização e proposta de melhoramento**

### **3.5. Execução dos trabalhos e controle de qualidade**

Com este capítulo, pretende-se abordar aspectos construtivos, com o objectivo de complementar a qualidade do produto “edifício” visto que qualidade não é determinada pelas especificações, memórias, desenhos em escalas apropriadas, pormenorizações etc. A sua produção em obra deve ser controlada.

#### **3.5.1. Preliminares**

Referente a preliminares do bloco N e O do HGM, foi registada pela vedação da área de construção, seguido da demolição do alpendre do banco de socorro. A demolição do alpendre consistiu por um processo mecânico, pelo uso da máquina “bulldozer”, ver figura 19. Terminada a actividade -demolição, seguiu-se da limpeza da área reservada para as construções, que consistiu pela remoção de plantas e camada vegetal sólida, figura 20,21 e 22.

A implantação da obra foi por uma equipa de topógrafos, seguido da marcação de cangalhos, figura 23 a 24. Referente a escavação das fundações consistiu em duas fases, das quais, a primeira escavação a profundidade de cinquenta centímetros “50cm” escavados a “ Bulldozer” a contar da cota mais baixa, e a segunda escavação, a profundidade de um metro “100cm” a meios manuais.

## Preliminares -aspectos construtivos



**Fig. 19- Demolição do alpendre/banco de socorro**



**Fig. 20-Remoção de plantas**



**Fig.21-Remoção da camada vegetal**



**Fig.22-Escavação a 50cm da área a implantar**



**Fig.23-Marcação da obra -topógrafos**



**Fig.24- Construção de cangalhos**

### 3.5.2. Compactação de solos

A compactação dos solos procedeu-se de duas tentativas, das quais:

#### a. Tentativa 1:

A compactação dos solos, tentativa um “1” consistiu pela rega e compactação a meio mecânica, **fig. 25**. Os resultados dos ensaios *in situ* de compactação, foram efectuados pelo LEM -Laboratório de Engenharia de Moçambique. Os resultados não foram satisfatório, o grau de compactação aferido variava entre 90 a 93% abaixo do recomendado 95% mínimos.

Equipamento utilizados: Compactação – compactador a precursão “saltitão”, obtenção dos resultados *in situ* – “*troxler*”.

#### b. Tentativa 2:

Para a compactação dos solos segunda tentativa foi recorrida as recomendações do geotécnico, Professor Altamira Vaz. De acordo com o geotécnico, os solos deviam ser saturados 24horas, como ilustra **fig.26**, como também recomendou que se efectuasse devida compactação. As recomendações do geotécnico foram efectuadas, os resultados dos ensaios *in situ* de compactação dos solos efectuados pelo LEM foram satisfatórios, obtendo-se um grau de compactação máximo de 95% com “Baridade Maxima Seca (Kg/m<sup>3</sup>) de 1898 e Teor Óptimo de Humidade (%) de 8,70. Os resultados dos ensaios de compactação -anexo I.

Equipamento utilizados: Compactação – **Placa Vibratória**, **fig. 27**, e obtenção dos resultados *in situ* – “*troxler*, **fig.28**”.

### 3.5.3. Betão de limpeza

A actividade referente a betão de limpeza -consistiu pela aplicação de “**Anti-térmita**”/colocação de bitolas de aço de 10cm de espessura/ seguido da colocação do betão de limpeza de classe B15, **figura 29-30**. Que de acordo com o Artigo 13.3º REBAP, betões da classe B15 podem ser dispensados da realização de estudo prévio de composição e ensaios de recepção, desde que sejam satisfeita a condição estipulada em 14.2.



**Fig.25-Compactação tentativa 1**



**Fig.26-Ilustra a saturação dos solos**



**Fig.27-Compactação "Placa vibradora"**



**Fig.28-Ensaio de compactação "troxler"**



**Fig.29-Aplicação de anti-térmita (sapatas)**



**Fig.30-Ilustra a colocação de betão de limpeza**

### 3.5.4. Sapatas e arranque de pilares

Sapatas de dimensões variadas, armadas em duas faces (inferior e superior) assentes sobre a base de betão de limpeza marcadas pelo topógrafo, seguido da marcação dos arranques de pilares, fig.31-32. A protecção das armaduras das sapatas e dos pilares, eram garantidas pelo uso de bloquetes/espessadores.



Fig.31- Sapatas e arranque de pilar (sap. centrada) Fig. 32-Bloquetes em sapatas (sap. excêntrica)

### 3.5.5. Cofragens

Referir que pouco se aplicou cofragens em sapatas, o que mais se uso com frequência, foi o aproveitamento das superfícies de escavação em substituição de cofragem, fig.31-32 acima. E para os arranques de pilares, as cofragens usadas foram de madeira e descofradas passados 24horas pois betonagem, fig. 33. Enquanto para as vigas e pires, as cofragens usadas foram metálicas, figura 34.



Fig. 33-Ilustra arranque de pilares cofrados em madeira e respectiva betonagem



**Fig. 34-Ilustra cofragem metálicas em vigas, pilares e parte da viga betonada**

Para as lajes, houve uma homogeneidade de cofragens, a destacar: viga de madeira e metálicas, chapas de cofragem, travessas, prumos, etc, fig.34-35. A descofragem em lajes cumpriu o tempo recomendado pelo REBAP.



**Fig. 35-cofragens em lajes**



**Fig.36-Descofragem parcial em laje**

### **3.5.6. Aço**

O aço usado em toda obra, bloco N e O, foi aço de classe A500NR. De acordo com as peças desenhadas de estrutura, não consta o uso de aço de diâmetro  $\text{Ø}6\text{mm}$  em obra, o maior diâmetro ( $\text{Ø}$ ) usado foi  $\text{Ø}25\text{mm}$ .

### 3.5.7. Betão

O betão usado em toda obra foi de classe B30, fornecido pela CimPor -Empresa responsável pela produção e venda de cimento como produção e venda de betões, excepto o betão de limpeza, da classe B15 produzido em obra. A aplicação do betão em todos os elementos estruturais consistiu pela colocação das armaduras/limpeza da área a betonar/ colocação de cofragens/ seguido da betonagem. Referir que antes da aplicação do betão eram efectuados ensaio de recepção.

### 3.5.8. Ensaio

Os ensaios de recepção do betão feitos em obra foram, “*slump test*<sup>10</sup>” e “*colecta de provetes cúbicos*<sup>11</sup>” para betonagens em sapatas, pilares e vigas do bloco N, fig. 39-40. Os ensaios de provetes cúbicos eram ensaiados pelo LEM para diferentes idades, nomeadamente 7, 8, 14 e 28 dias, os resultados se encontram no anexo II.

Para betonagem em lajes, os ensaios de *slump test* e *colecta de provetes cúbicos* foram feitos, fig. 41, os resultados de provetes cúbicos da betonagem em laje não serão apresentados no trabalho, não foram fornecidos os resultados em obra.

Tabela 9 -Valor de ensaios de abaixamento de slump test

Elementos estruturais	Abaixamento (mm)	
	Pouco armada	Muito armada
Abaixamento		
Lajes	$\leq 60 \pm 10$	$\leq 70 \pm 10$
Vigas e paredes	$\leq 60 \pm 10$	$\leq 80 \pm 10$
Pilares	$\leq 60 \pm 10$	$\leq 80 \pm 10$
Paredes de fundação	$\leq 60 \pm 10$	$\leq 70 \pm 10$

Fonte: Freitas Jr, José de Almeida (versão 2013:20)

<sup>10</sup> *Slump Test* ou ensaio do abaixamento do cone de Abrams, é realizado para verificar a trabalhabilidade do betão em seu estado plástico, buscando medir a sua consistência e avaliar a adequabilidade para o uso que foi destina. Para betonagem a bomba, o abaixamento deve estar entre 70 e 100mm (Freitas Jr, 2013).

<sup>11</sup> *Proвете cúbico* – Para REBAP, consiste em obter a tensão de ruptura a compressão e tracção, a tensão de roptura a compressão deve ser determinada por ensaio de cubos de 20cm de aresta ou por ensaios de cilindros de 15cm de diâmetro e 30cm de altura.



**Fig. 37 -**Betonagem e vibração em sapatas



**Fig. 38 -**Betonagem em laje



**Fig.39 –**Abaixamento de cone *slump test*  
Resultado obtido (150mm)



**Fig.40 –** Colecta de provetes cúbicos



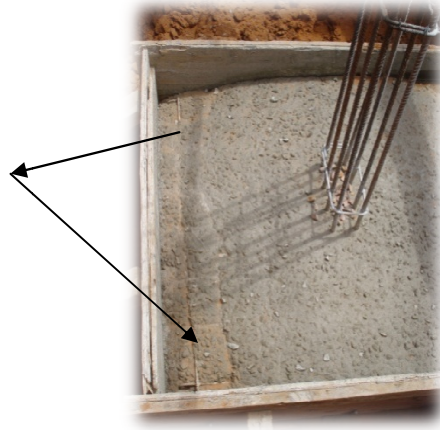
**Fig.41 –**Abaixamento de cone *slump test*  
Resultado obtido (100mm)



**Fig.42 -** Compactação de caixas de pavimento

### 3.5.9. Aspectos de estrutura a evitar

Os aspectos de estrutura a evitar que serão apresentados adiante, são referentes a armaduras a vista pós betonagem em sapatas e pilares, num percentual de 100%, armadura avista em sapatas estão 0.05% e pilares 0.1%. e que foram melhorados na medida da sua descoberta pela equipe da fiscalização.



**Fig. 43 -Armadura em sapatas a vista, resultado de betonagens nocturnas. Patologias do género não corrigidas, servirão de ponte a mecanismos de deterioração das armaduras.**



**Fig. 44 -Segregação do betão e armadura a vista, resultado de abertura nas peças de cofragem e ignorância no uso de bloquetes/espessadores.**



**Fig.45 -Concentração excessiva de armadura em arranque de pilar**



**Figura. 46 -A esquerda ilustra o inter rompimento da betonagem – pratica não recomendada devido ao esforço de corte. Para a figura a direita, ilustra a viga betonada com inter rompimento de 45°, pratica correcta. Ilustra também, a concentração dos empalmos das armaduras em pilares, por regra devia ser alternado.**



**Fig.47 -Ilustra o projecto de estrutura semi-terminado do HGM**

## 4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

### 4.1. Conclusão

Conclui-se que a elaboração do projecto de arquitectura e estrutura como ferramenta para garantia da qualidade das obras em edifícios envolve em princípio, todos os participantes no processo construtivo (o empreendedor, projectistas, construtor, o usuário e a autoridade, etc.) e estende-se a todas as suas fases (concepção, projecto, construção e utilização) que, conjuntamente contribuirão para a qualidade do produto final.

O projecto é a peça fundamental, se não a mais importante, na busca pela racionalização do processo construtivo, exercendo influência decisiva na qualidade do produto final. O controlo da qualidade é, portanto, essencial para evitar ocorrência de erros e, conseqüentemente, afastar riscos de mau comportamento das estruturas em serviço.

Conclui-se também, através do exposto nesta monografia e de opiniões colectadas por meio de entrevistas que, a fraca qualidade do projecto é resultado de sucessivas alterações e deficiente coordenação nas diferentes especialidades do projecto. No entanto, tendo-se observado que as empresas que elaboram projectos muitas das vezes desconhecem o produto, raramente efectuam visitas ao local de obra e solicitam estudos geotécnicos, erro na contratação de empresas, bem como baixo envolvimento dos clientes no processo de projecto, confirmando-se a hipótese *H (1): “A fraca qualidade das obras em edifícios é resultado de projectos elaborados incorrectamente”*.

Por fim, pensa-se ter terminado com sucesso a parte teórica e prática do tema que se decidiu debater. Acreditando que a presente monografia poderá servir para resolver maioria das situações referentes a elaboração de projectos de arquitectura e estrutura em edifícios a nível nacional.

## **4.2. Recomendações**

- Para a obtenção da qualidade do projecto em edifícios, o autor recomenda que haja um trabalho integrado e associado de todos que nele estão envolvidos, pessoal de projectos e de controle da qualidade, todos profissionais competentes. Portanto, a responsabilidade para se atingir a qualidade deve ser assumida por todos e por cada um.
- Aos construtores, recomenda-se atenção aos processos construtivos, relativos a actividade de betonagem (vibração, cura controlada, ensaios de recepção, descofragem, etc.). Recomenda-se também, o controle do uso da armadura (espaçamento entre armaduras, uso de bloquetes/espessadores, o cumprimento no uso de empalmos, entre outros).
- Aos consultores ou projectistas, recomenda-se que os projectos sejam elaborados de forma mais cuidadosa e pormenorizada, contendo especificações apropriadas e completas, principalmente referente aos materiais a serem empregues, tendo em vista a durabilidade da estrutura nas condições de exposição exposta. O autor recomenda também, o envolvimento do empreendedor (cliente) no processo de elaboração do projecto para tomada de decisão.
- No geral, recomenda-se aos empreendedores (clientes) a definir e conhecer claramente o seu produto, porque as alterações exigidas no projecto construtivo, podem interferir as diversas especialidades/frentes e contribuir para o insucesso da obra, entre outros.
- Ao MISAU -Departamento de Infra-Estrutura, na integração de arquitectos, particularmente arquitectos hospitalares no processo de projecto, como também, a definição de padrões dos materiais admissíveis para seu uso e aplicação em edifícios hospitalares, tais como (revestimentos em paredes e pavimentos, altura ideal dos lambris, cores aceitáveis a aplicação em hospitais, tipo de sanitários e torneiras, etc). Contribuindo para a obtenção da qualidade do produto (edifício), bem como, custo e prazos de execução prevista.
- Por último, recomendar ao Ministério das Obras Publicas e Habitação (M.O.P.H.) que seja revisto o Art.16º-RGEU.  
“As Obras do Estado não carecem de licença, mas os respectivos projectos deverão ser submetidos à prévia apreciação dos respectivos corpos

administrativos ou administradores de circunscrição, a fim de se verificar a sua conformidade com o plano geral ou parcial de urbanização aprovado, com o código de posturas local e demais prescrições regulamentares aplicáveis”.

Único. Os referidos projectos poderão ser executados na forma que foram elaborados, se o corpo administrativo não se pronunciar no prazo de vinte dias imediato a recepção dos pedidos formulados pelos respectivos serviços.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, Pedro (2004), formação prospecção geotécnica. [online]. Disponível no site: <http://www.estig.ipbeja.pt> [acedido em 20/11/2013].
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: **Projecto de estruturas de betão** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- Brandão, A. M. da S e Pinheiro L. M (1999). Qualidade e Durabilidade das Estruturas de Betão Armado: Aspectos Relativos ao Projecto. *Cadernos de engenharia de estruturas* -Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos -Departamento de Engenharia de Estruturas.
- Campos, Sérgio Emídio de Azevedo (2011). Gestão de Processo de Projecto de Edificações em instituição Federal de Ensino Superior: Estudo de Caso no CEPLAN/UnB.
- DINIZ & Camargos, Liliane (2010), **Maternidade: um projecto arquitectónico desenvolvido sob a óptica da humanização de partos e nascimentos**. Palmas, UFT.
- Fabrício, Márcio Minto *Projecto Simultâneo na Construção de Edifícios* Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica/USP, 2002.
- Freitas Jr, José de Almeida (2013). Matérias de construção II -Dosagem de Betões. Universidade Federal do Paraná, Sector de Tecnologia e Departamento de Construção Civil.
- HELENE, Paulo R. L. **Vida útil das estruturas de betão**. Universidade de São Paulo, 1993.
- LARANJEIRAS, A.C.R. (1993). Garantia de qualidade dos projectos. In: simpósio epusp sobre estruturas de concreto, 3., São Paulo, 1993. Anais. São Paulo, EPUSP/PEF. P.49-61.
- Macaringue, F. M (2008). Importância da qualidade na elaboração do projecto e na execução de estruturas de edifícios. Monografia -Escola de Engenharia da Universidade Politécnica -Moçambique.
- Manso, Armando & Coelho, António Baptista (2013), Curso realizado no âmbito do Convénio de Cooperação LEM e LNEC, Maputo – 14 a 18 de Outubro: “Habilitação a Custo Controlado”
- Marconi, M.A. & Lakatos, E, M. (2009). *Fundamento de metodologia científica*. 6ª Edição: Atlas. São Paulo.

- Marconi, M.A. & Lakatos, E, M. (2002). Técnicas de pesquisa: planeamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5ª Edição: Atlas. São Paulo.
- Melhado, S. B (1994). **Qualidade do projecto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.
- Nóbrega, C. P (2009). Qualidade do processo de projecto em empresas de arquitectura no df com foco em retroalimentação.
- Oliveira, L.A (2005-2005a). Análise da qualidade do processo de projecto em função da ocorrência de problema na etapa de execução da obra: Estudo de Caso: In: Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção 4. Porto alegre.
- Rangel, G.W.A e Melo, P.R (2010). Durabilidade de Estruturas de Betão itens Normativos -Universidade Federal de Uberlândia -Faculdade de Engenharia Civil Programa de pós-graduação em engenharia civil.
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado -Porto Editora, Rua da resistência, 365 4099-023Porto-Portugal.
- RGEU, REGULAMENTO GERAL DAS EDIFICAÇÕES URBANAS - Diploma Legislativo N°. 1976 De 10 de Maio de 1960.
- Stukhart, G. Construction management responsibilities during desing. Journal of Construction Engineering and Management. ASCE. v.113, n.1, Texas University, March, 1987.
- Salgado, Mónica Santos (2007). Gestão do Processo de Projecto na Construção do Edifício -revisão 1 – Agosto/07.
- Sousa, R. et al (1995). Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras. São Paulo: Editora Pini.
- Vanni, Cláudia Maria Kattah (1999). Análise de Falhas Aplicada à Compatibilidade de Projectos na Construção de Edifícios. [online]. Disponível no site: <http://www.pos.dep.ufmg.br> [acedido em 04/09/2013].