

PATORREB 2018

6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA
E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

6º CONGRESO DE PATOLOGÍA
Y REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS

6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA
E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

6º CONGRESO DE PATOLOGÍA
Y REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS



“QUANTIFICAÇÃO DA DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL DOS ELEMENTOS DO EDIFÍCIO - APLICAÇÃO AO CASO DAS FACHADAS”

Prof. Elton Bauer
Universidade de Brasília

Estrutura da Apresentação

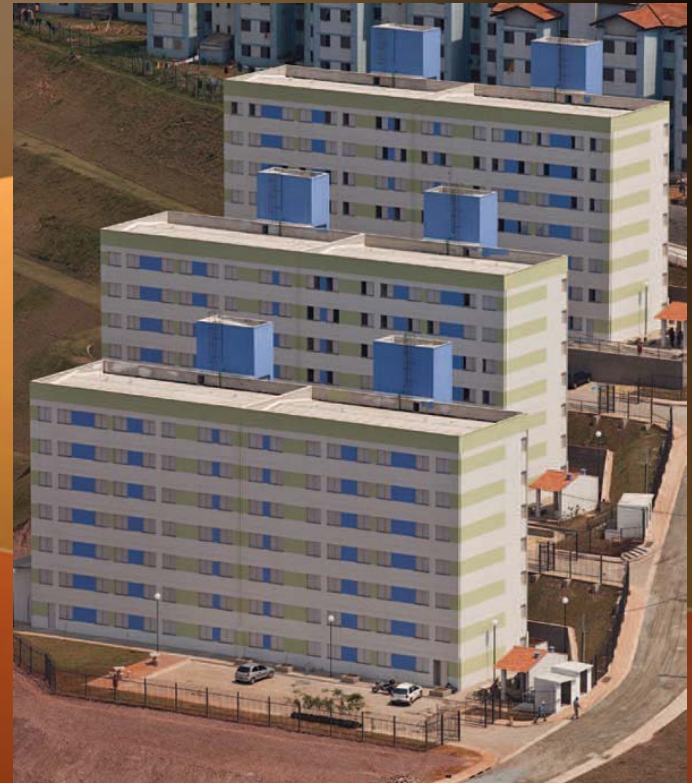
1. Patologia x degradação x reabilitação
2. Mensuração da degradação
3. Estudo das regiões das fachadas
4. Simulação higrotérmica – dose resposta
5. Nota técnica



Considerações sobre o estudo da Patologia

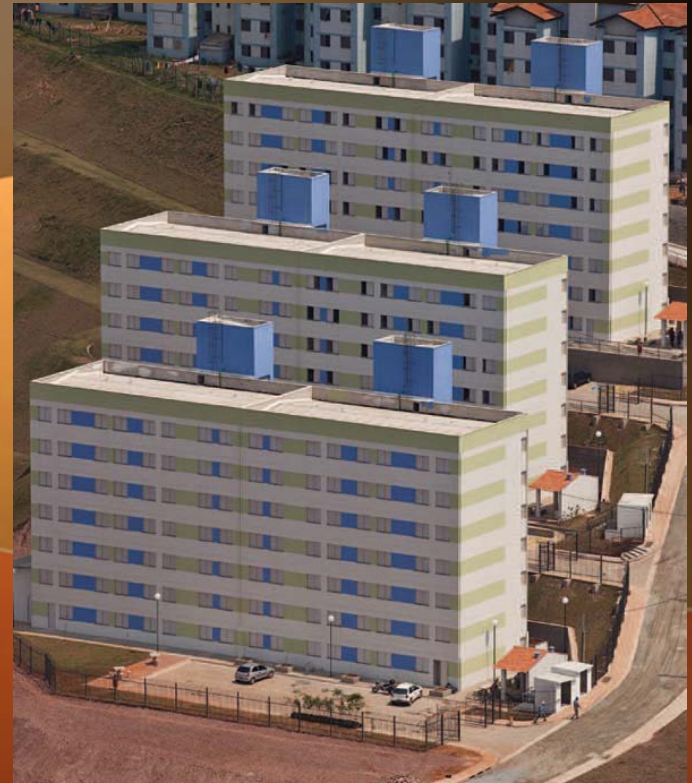
- Cada edifício é um protótipo (não existem edifícios iguais)

- **Microclima diferenciado;**



Considerações sobre o estudo da Patologia

- Cada edifício é um protótipo (não existem edifícios iguais)
- **Microclima diferenciado;**
- **Substituição de materiais, fornecedores, elementos no decorrer da obra;**



Considerações sobre o estudo da Patologia

- Cada edifício é um protótipo (não existem edifícios iguais)
 - **Microclima diferenciado;**
 - **Substituição de materiais, fornecedores, elementos no decorrer da obra;**
 - **Muitos processos dependem intensamente da mão-de-obra;**



Considerações sobre o estudo da Patologia

- Cada edifício é um protótipo (não existem edifícios iguais)

- **Microclima diferenciado;**
- **Substituição de materiais, fornecedores, elementos no decorrer da obra;**
- **Muitos processos dependem intensamente da mão-de-obra;**
- **Dificuldade de controle de qualidade;**



Enfoque da Patologia

- Descobrir o que ocorreu de errado para a ocorrência da falha
 - **Aporte metodológico – diagnóstico;**
 - **Aporte técnico científico – propor mecanismo;**
 - **Quantificação da gravidade e frequência da anomalia.**



Enfoque da Patologia

- Sistematizar padrões de degradação e falha
 - **Situações comuns em elementos e edifícios que apresentam falhas;**
 - **Catologação de falhas;**



- Sistematizar padrões de degradação e falha

PATORREB GRUPO DE ESTUDOS DA PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO FEUP

CATALOGUE Pathologies in ... SEARCH

INTRODUCTION
PATHOLOGIES
BIBLIOGRAPHY
NEWS
REGISTRATION
FAQ
CONTACTS

LOGIN
USERNAME
PASSWORD
ENTER
RECOVER LOGIN

CREDITS online users 2 | last updated 30 april 09

F3TO

IMAGEM:



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Orientação:

- Horizontal Vertical
 Inclínada Mista

Configuração:

- Linear Malha
 Curva Composta

Agrupamento:

- Repetitivo/Padrão Aleatório
 Fissura Isolada

Largura:

- Constante Variável

Propagação:

- Intergranular Transgranular
 Transgranular e Intergranular

Evolução no tempo:

- Ativa Inativa
 Viva Morta

SISTEMA DE REVESTIMENTO:

- Em argamassa
 Cerâmico

ORIGEM:

- Alvenaria
 Sistema de revestimento

CAUSAS PRIMÁRIAS/ SECUNDÁRIAS

Pesos atribuídos:

- 0 – Não há relação entre causa e patologia
 1 – Causa Secundária
 2 – Causa Primária

Estruturais:

1. (1) Deformação
2. (0) Variação das condições de apoio

Ações Naturais

1. (2) Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)
2. (0) Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)
3. (0) Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)

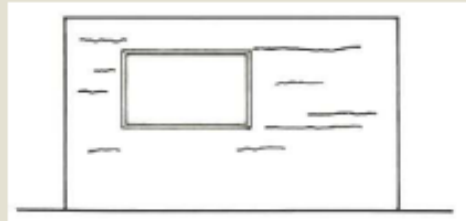
Processo (projeto e execução)

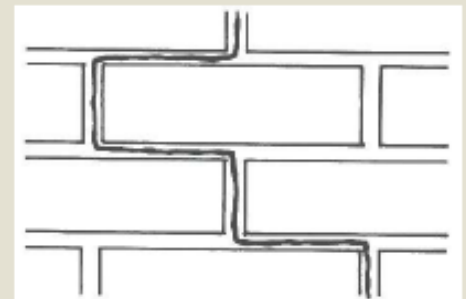
1. (0) Ausência ou subdimensionamento de vergas e contravergas
2. (0) Desrespeito entre os tempos de espera entre as camadas do sistema de revestimento
3. (0) Dosagem ou preparo inadequado da argamassa
4. (0) Não detalhamento construtivo
5. (0) Concepção/posicionamento/preenchimento deficiente de juntas
6. (1) Espessura da camada de revestimento
7. (0) Retração
8. (0) Excesso de desempenho da argamassa
9. (1) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada
10. (0) Falhas de aderência entre o revestimento e o substrato
11. (0) Absorção excessiva do suporte

Mecanismo: A alvenaria não acompanha a deformação oriunda da deformação da laje no plano horizontal e ao tentar resistir a essa movimentação, surgem tensões de tração nas paredes de alvenaria, ocasionando o aparecimento de fissura. Dessa forma, na quina (encontro de planos perpendiculares, onde se encontra a amarração das alvenarias), há maior restrição de movimentação, imposta também pelos elementos estruturais, fazendo com que a fissura se dê, também, de forma inclinada, a partir do vértice da laje.



| Fissuras em parede contínua | Prováveis causas |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none">- Movimentações diferenciais por razões estruturais ou térmicas- Retração por secagem da argamassa |
| Manifestação | |
| <ul style="list-style-type: none">- Aberturas lineares mapeadas, forma variada e distribuídas por toda a superfície | |

| Fissuras horizontais | Prováveis causas |
|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none">- Expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal, por ataque de sulfatos ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado- Sarrafeamento e desempenho precoce- Ascensão de umidade do solo |
| Manifestação | |
| <ul style="list-style-type: none">- Fissuras horizontais nos panos de fachada ou na base da alvenaria | |

| Fissuras verticais ou inclinadas | Prováveis causas |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none">- Enfraquecimento do revestimento pela presença de tubos e eletrodutos- Movimentações térmicas |
| Manifestação | |
| <ul style="list-style-type: none">- Aberturas lineares verticais nas paredes- Aberturas acompanhando as juntas verticais de assentamento ou os componentes de alvenaria | |

Enfoque da Patologia

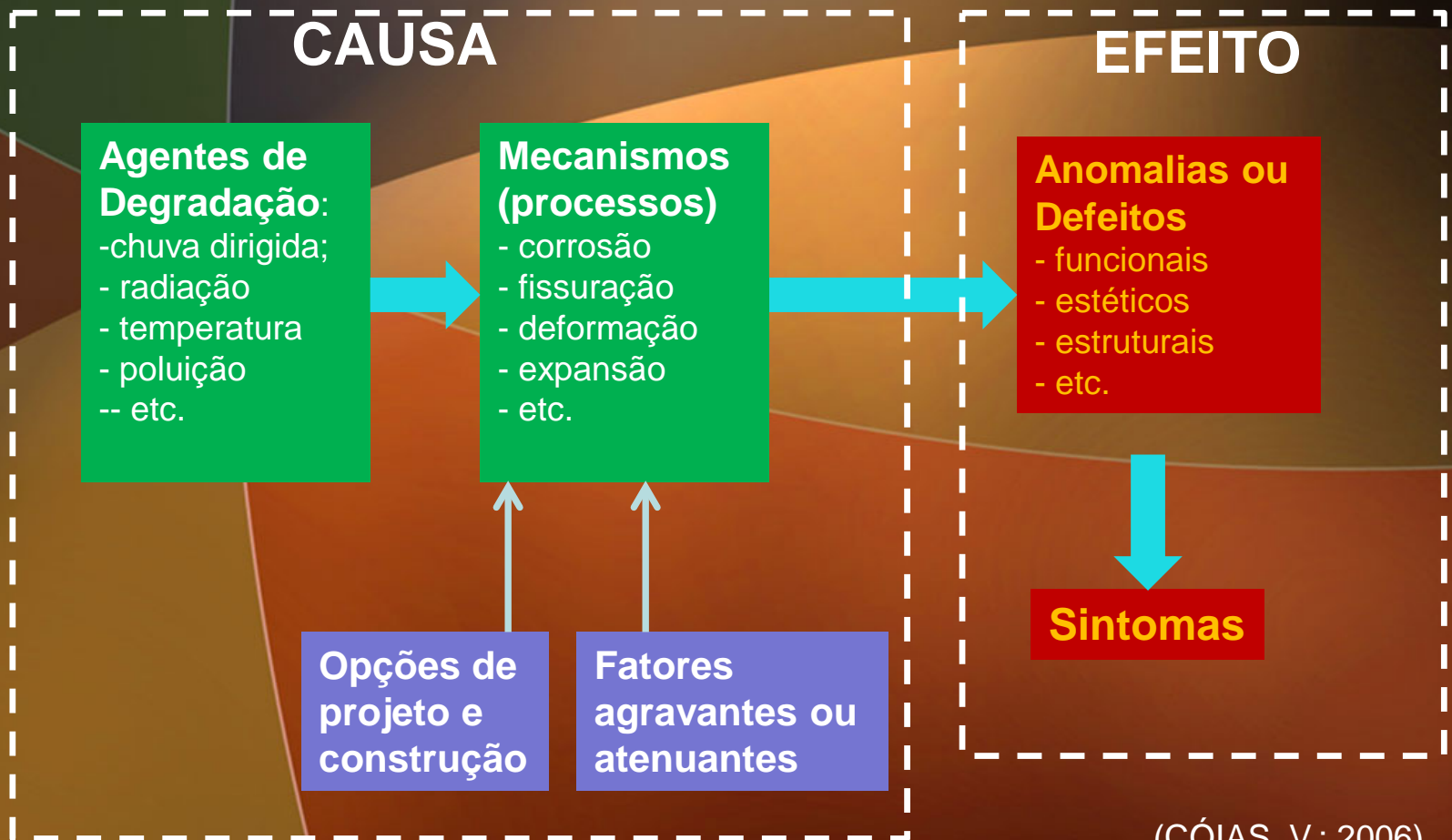
- Evidências : ETAPA DE USO X PATOLOGIA

- **O edifício ou seus elementos estão numa condição de uso, ou seja a ação dos agentes de degradação é a real (não simulada ou simplificada);**
- **Quanto da ocorrência de falhas os mecanismos são reais e pertinentes àquela situação;**
- **Quantificar ambos: condições de ação da degradação, intensidade e frequência das anomalias (mecanismo).**



Causa/efeito

- Causas, fatores, efeitos e sintomas



DEGRADAÇÃO

Ação

→ Natureza dos agentes

Duração da ação

→ Tempos, ciclos, etc.

**Sensibilidade à ação de
degradação**

→ Características dos
elementos, material
sujeito à degradação

**Estimativa de
vida útil**

**Mecanismos de
degradação**

→ Evolução das
anomalias e da
degradação



Estudo da Degradação

UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PECC / CONSTRUÇÃO CIVIL

PATOLOGIA

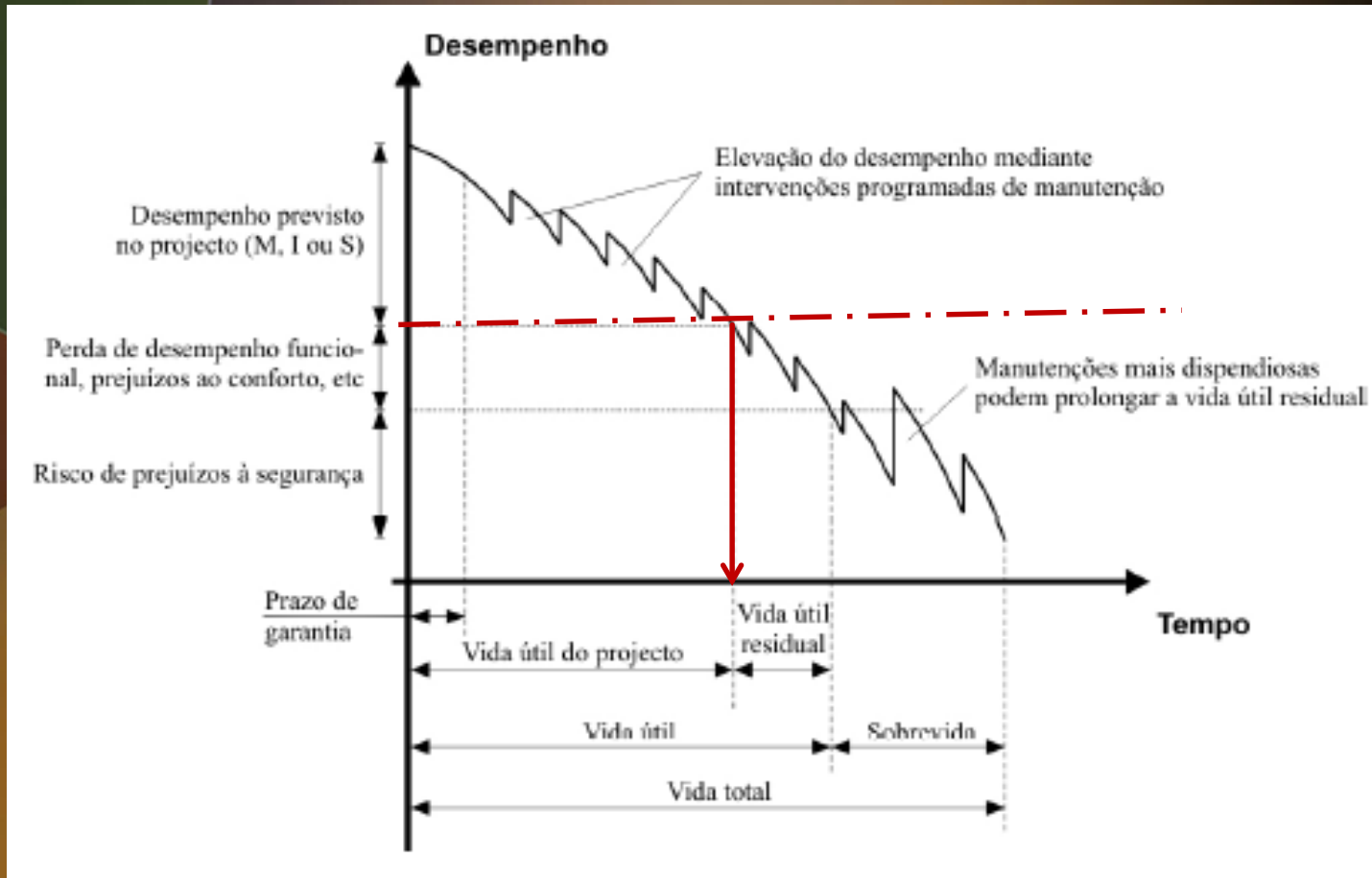
REABILITAÇÃO

DEGRADAÇÃO

VIDA ÚTIL
MANUTENÇÃO



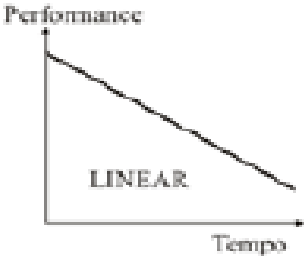
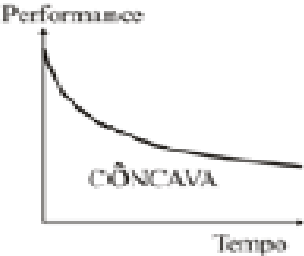
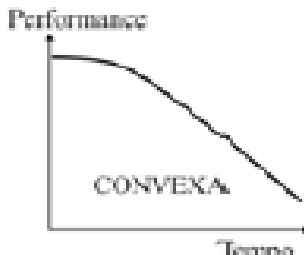
Desempenho/degradação ao longo do tempo



→ *Shoet et al. (1999)*

Diferentes tipos de curvas que podem ser associadas ao processo de degradação.

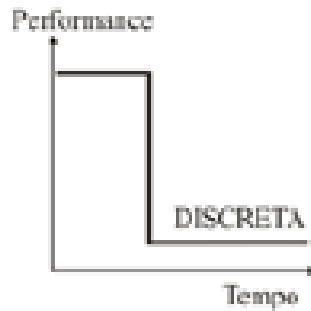
Tabela 2.3 – Tipos de curvas de degradação.

| Curva | Descrição |
|---|--|
|  | A curva de tendência linear apresenta uma perda constante da capacidade funcional ao longo do tempo. Observa-se este comportamento em degradações que estão relacionadas às ações de agentes atmosféricos permanentes, tais como radiação solar e ventos. |
|  | A curva côncava representa o desenvolvimento acelerado do fenômeno de degradação nas idades iniciais e com o decorrer do tempo, essa evolução da degradação é desacelerada. Este comportamento em degradações pode ser observado na ação de micro-organismos que provocam manchas ou a ocorrência de eflorescências. |
|  | A curva convexa apresenta um comportamento inicial lento e devido à associação e sinergismo entre as anomalias o processo de degradação é acelerado. Essa curva apresenta a melhor configuração para representar os fenômenos de degradação. |

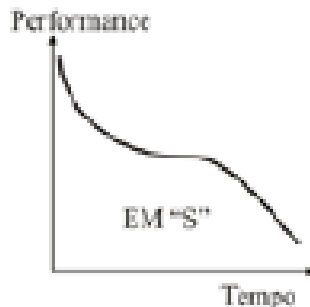


→ *Shoet et. al. (1999)*

Diferentes tipos de curvas que podem ser associadas ao processo de degradação.



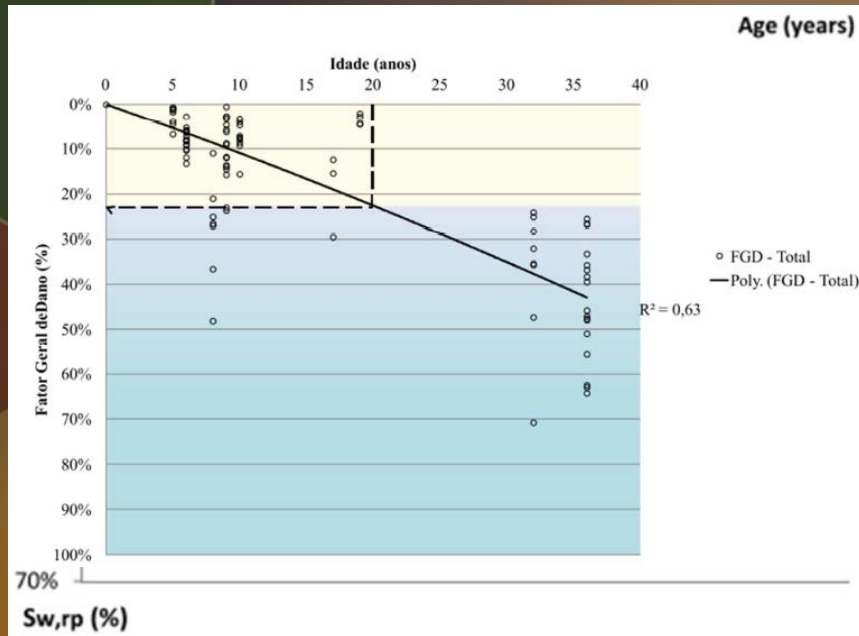
A curva discreta é atribuída a fenômenos que se caracterizam por apresentar forma espontânea ou aleatória e podem ocorrer em qualquer período de vida útil. Esses fenômenos podem ocorrer em função do uso, de fissuras resultantes de recalque estrutural ou acidentes de qualquer natureza que imponham queda brusca da capacidade funcional do elemento fazendo com que o mesmo atinja o fim de vida antes do limite de sua vida útil.



A curva em "S" representa fenômenos associados às anomalias que ocorrem em idades recentes. Esses fenômenos estabilizam em determinado período e no decorrer do tempo voltam a ficar ativos e passam a apresentar uma evolução acelerada em seu desenvolvimento.



Estudo da Degradação



→ Sousa (2008)

Revestimento Cerâmico
→ Gaspar (2009)

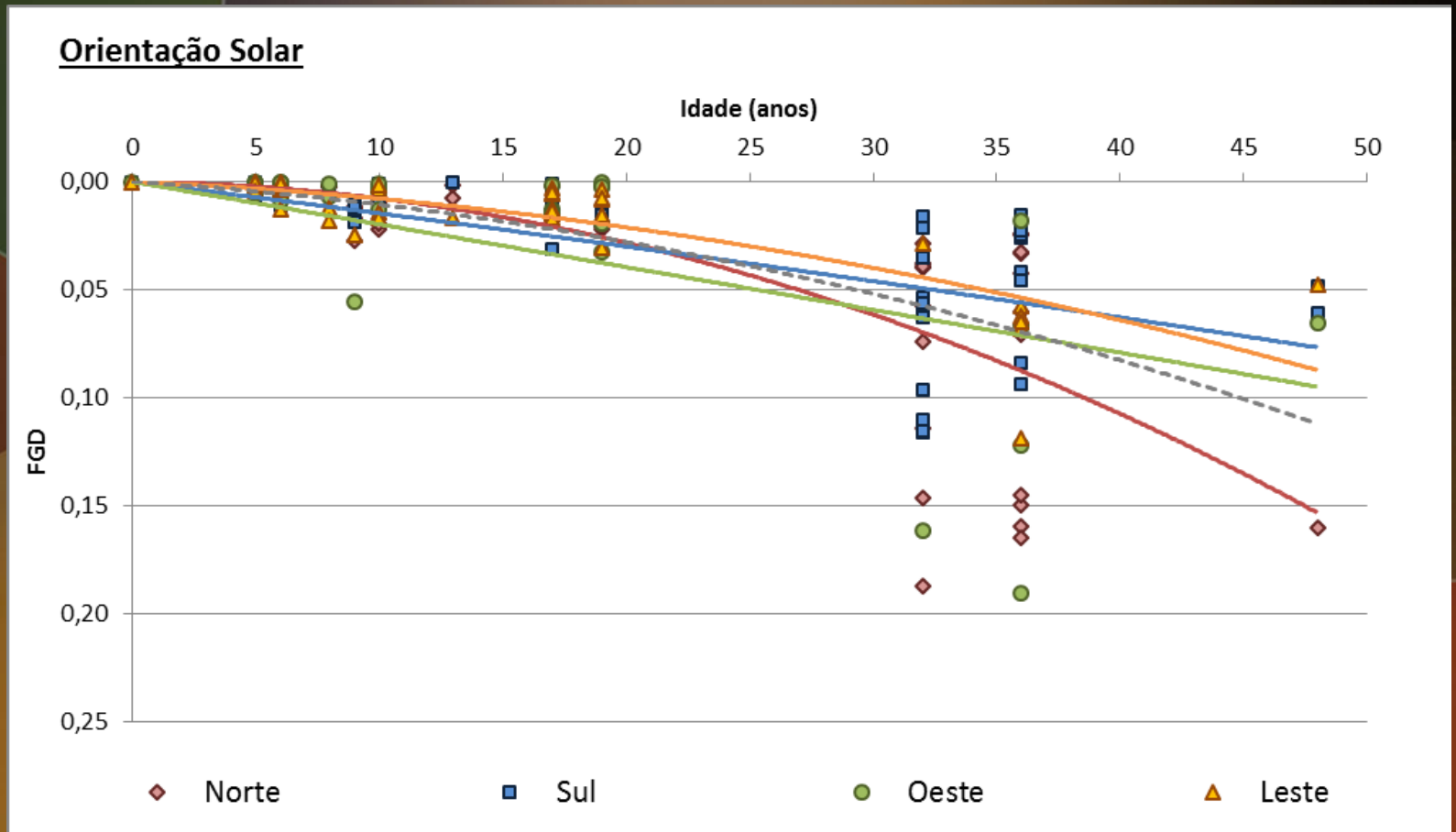
Revestimento Argamassado
→ Silva (2009)

Revestimento Pétreos
→ Galbusera (2013)

Revestimento Cerâmico
→ Silva (2014)

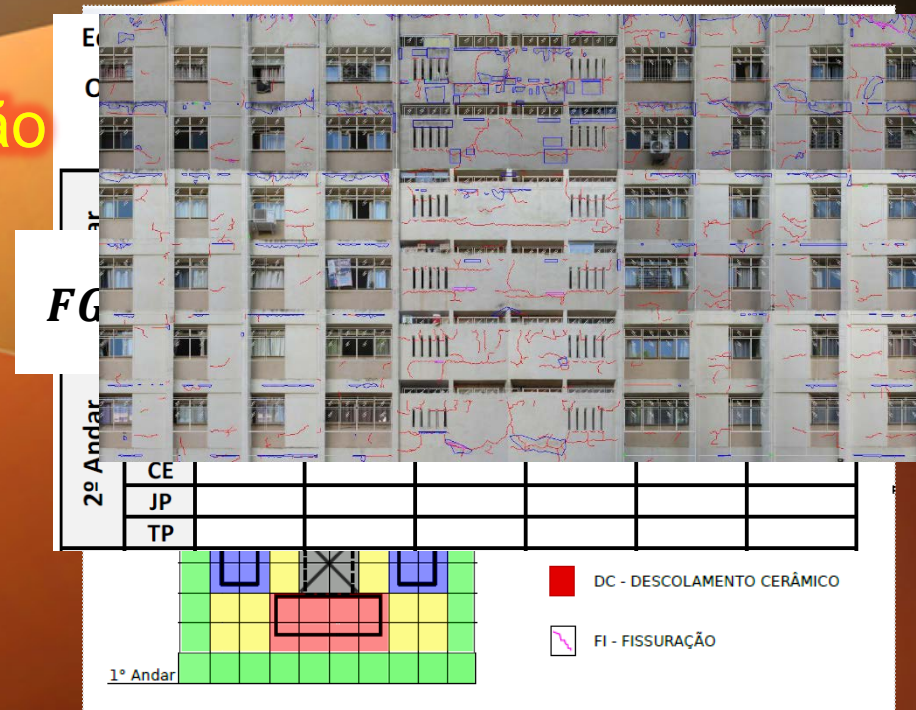
Revestimento Cerâmico

Degradação x Ação



Mensuração da Degradação

- Método de Mensuração de Degradação (MMD)
 - Mapa de danos
 - Contagem de danos
 - Fichas de quantificação
 - Cálculo do indicador de degradação



| Nível de condição | Tipo de dano | Nível de ponderação (k_n) | % área degradada |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nível 0 – Melhor condição | Degradação não detectável visualmente | - | - |
| Nível 1 – Boa condição | Falha de Rejunte (FR) | 1 | < 4,3% |
| | Eflorescência (EF) | | < 1,2% |
| | Falha de Vedação (FV) | | < 5,7% |
| Nível 2 – Degradação ligeira | Falha de Rejunte (FR) | 2 | 4,3% < x < 9,0% |
| | Eflorescência (EF) | | 1,2% < x < 1,5% |
| | Falha de Vedação (FV) | | 5,7% < x < 8,1% |
| | Fissuração (FI) | | < 4,0% |
| | Desc. Cerâmico (DC) | | < 37,1% |
| Nível 3 – Degradação moderada | Falha de Rejunte (FR) | 3 | > 9,0% |
| | Eflorescência (EF) | | > 1,5% |
| | Falha de Vedação (FV) | | > 8,1% |
| | Fissuração (FI) | | 4,0% < x < 6,1% |
| | Desc. Cerâmico (DC) | | 37,1% < x < 49,1% |
| Nível 4 – Degradação generalizada | Fissuração (FI) | 4 | > 6,1% |
| | Desc. Cerâmico (DC) | | > 49,1% |

Degradação

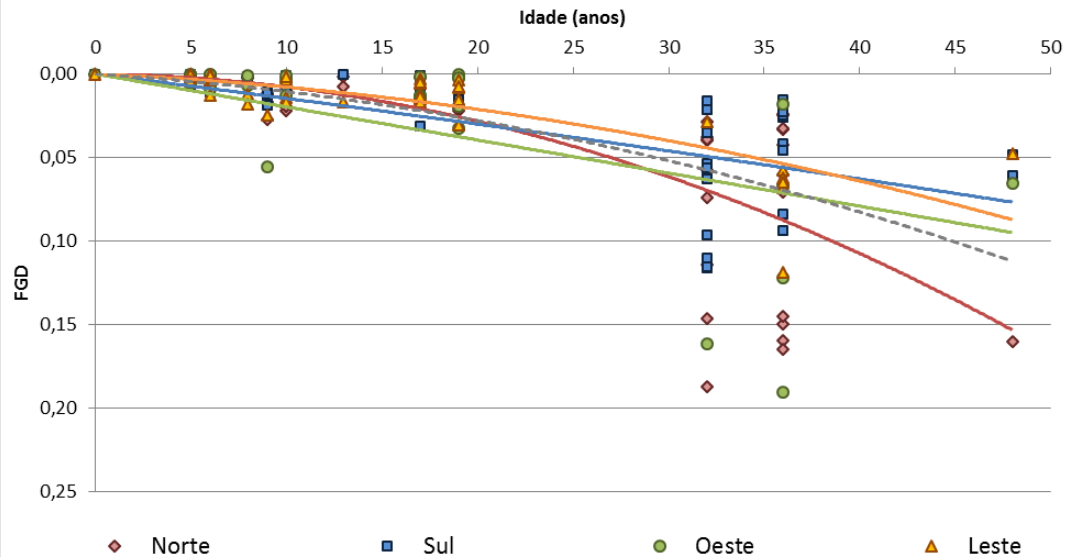
degradação (MMD)

$$\frac{\sum k_{dr(n)} \times k_{nA} \times k_{cn}}{\sum k_{m\acute{a}x} \times A_t}$$

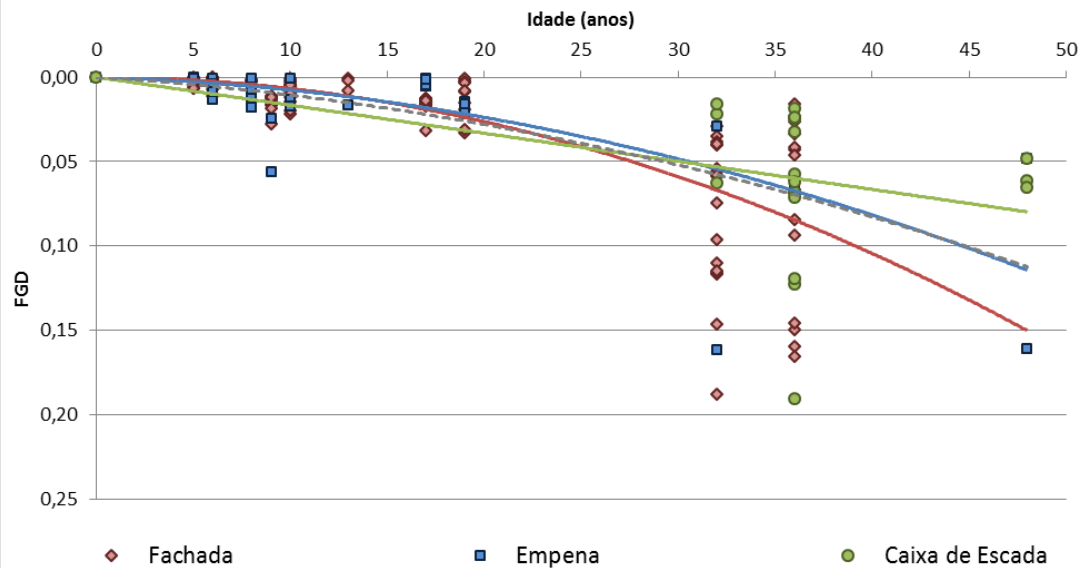
$\sum k_{m\acute{a}x}$: somatório das constantes de ponderação
 O peso atribuído ao tipo de degradação é variável e varia de 1 a 4
 (do nível de detecção, onde $k_n \in \{1,2,3,4\}$;



Orientação Solar



Elemento Construtivo



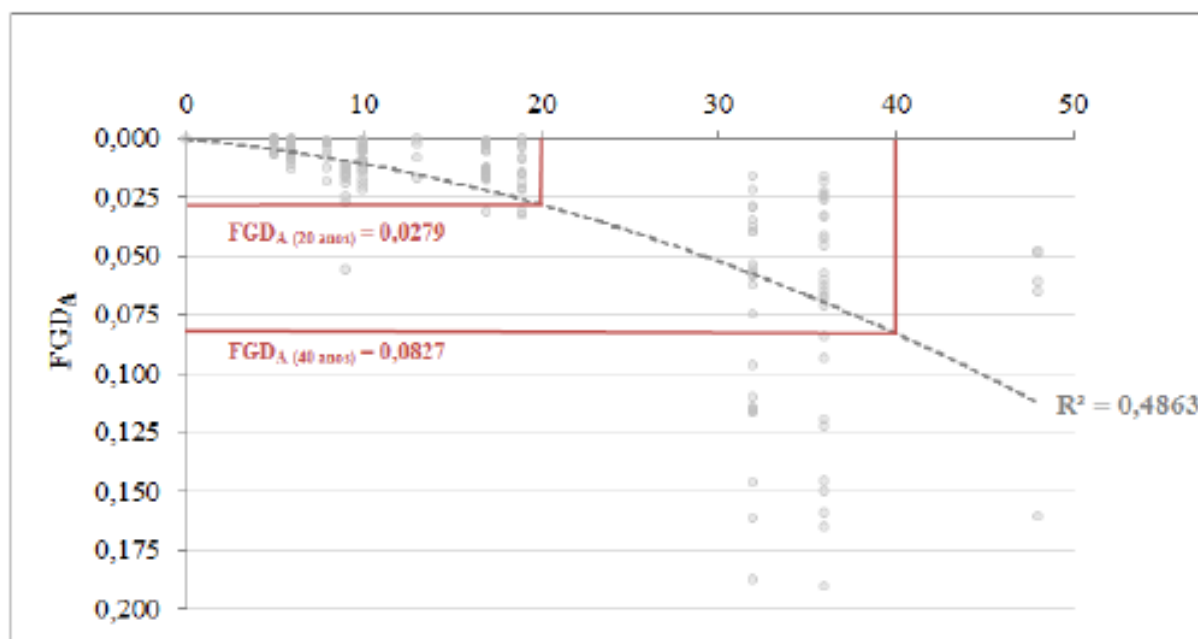


Figura 4.32 – Exemplo de obtenção do valor de referência do indicador de degradação.

Tabela 4.14 – Valores de referência dos indicadores de degradação.

| Índice equivalente | 20 anos | | | 40 anos | | |
|--------------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | FGD | FGDA | FGDB | FGD | FGDA | FGDB |
| Geral | 0,1727 | 0,0279 | 0,0150 | 0,4225 | 0,0827 | 0,0456 |
| Norte | 0,1835 | 0,0283 | 0,0173 | 0,5222 | 0,1075 | 0,0577 |
| Sul | 0,1826 | 0,0301 | 0,0156 | 0,3508 | 0,0629 | 0,0374 |
| Leste | 0,1447 | 0,0212 | 0,0104 | 0,3434 | 0,0641 | 0,0319 |
| Oeste | 0,1974 | 0,0396 | 0,0209 | 0,3948 | 0,0792 | 0,0418 |
| Fachada | 0,1701 | 0,0263 | 0,0147 | 0,5197 | 0,1043 | 0,0570 |
| Empena | 0,1390 | 0,0238 | 0,0126 | 0,4100 | 0,0816 | 0,0457 |
| Caixa de Escada | 0,1750 | 0,0332 | 0,0178 | 0,3500 | 0,0665 | 0,0356 |

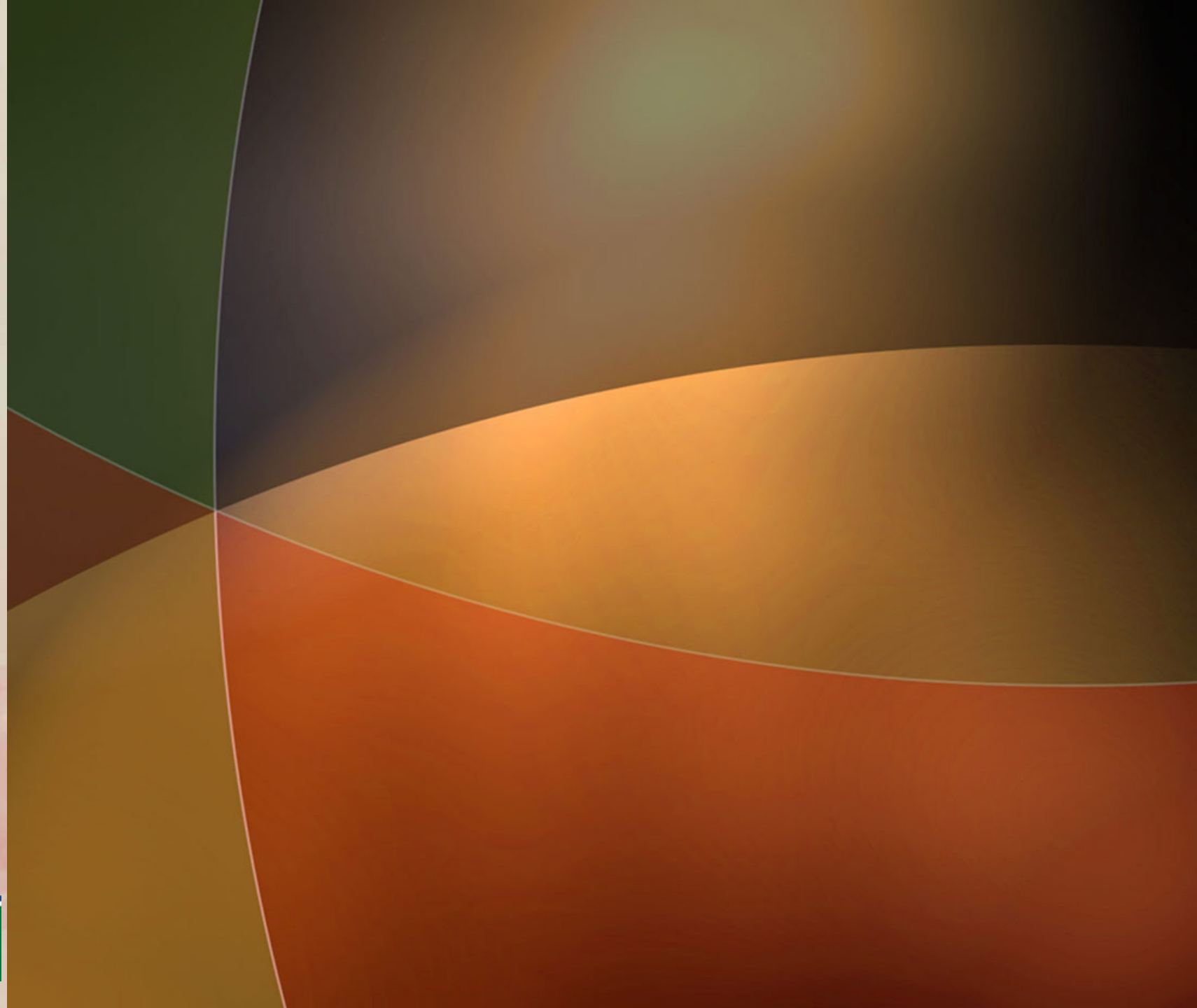


Regiões

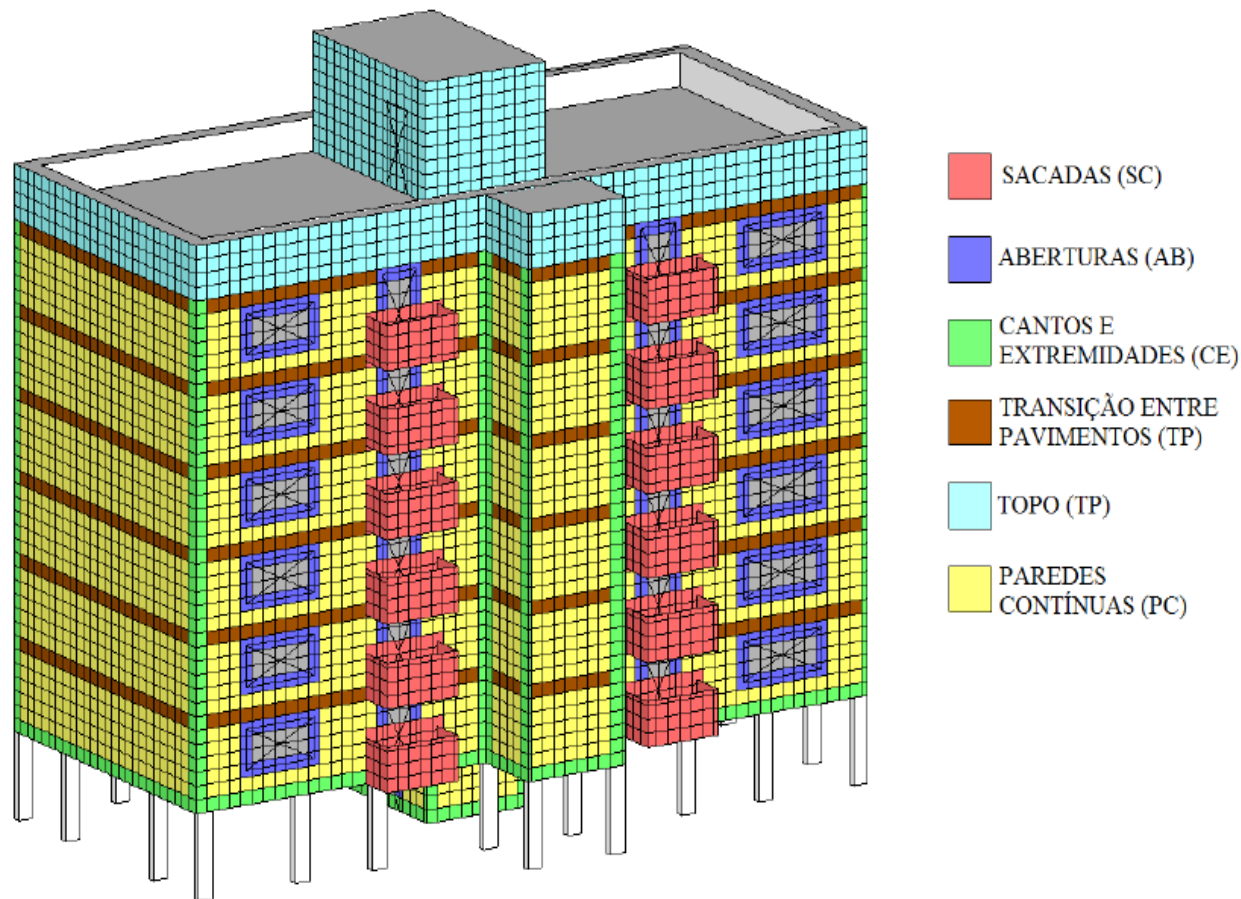
- Diferença de área das regiões
- Qual a importância das regiões na degradação
- Como quantificar



UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PECC / CONSTRUÇÃO CIVIL



Regiões da fachada



$$FD = \frac{A_{DC} + A_{FI} + A_{FR} + A_{EF} + A_{FV}}{A_t}$$

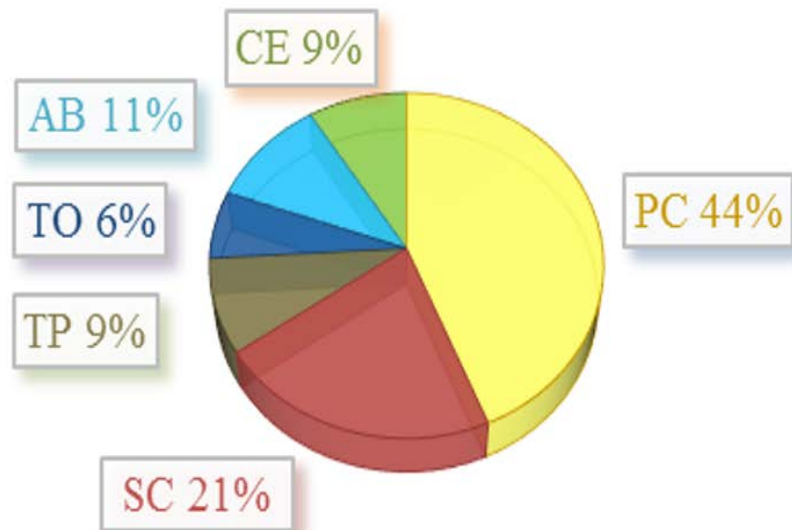


Figura 04 – Ordem de relevância das regiões inseridas n

$$FD = 3,966 \cdot PC + 3,891 \cdot SC + 3,847 \cdot TP + 3,796 \cdot TO + 3,931 \cdot AB + 3,764 \cdot CE - 0,964$$





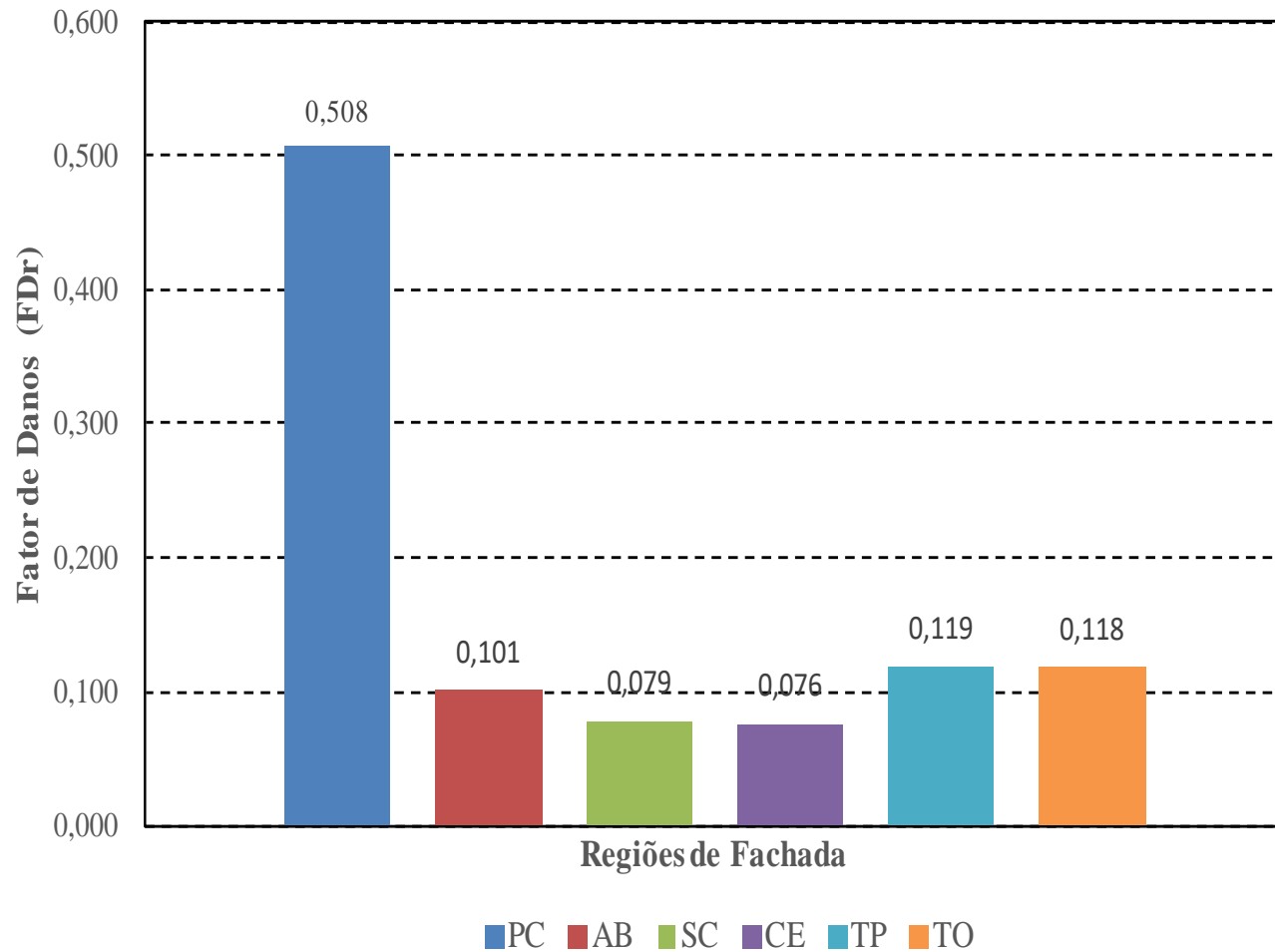
$$FD_r = \frac{A_{dr}}{A_t}$$

(1)

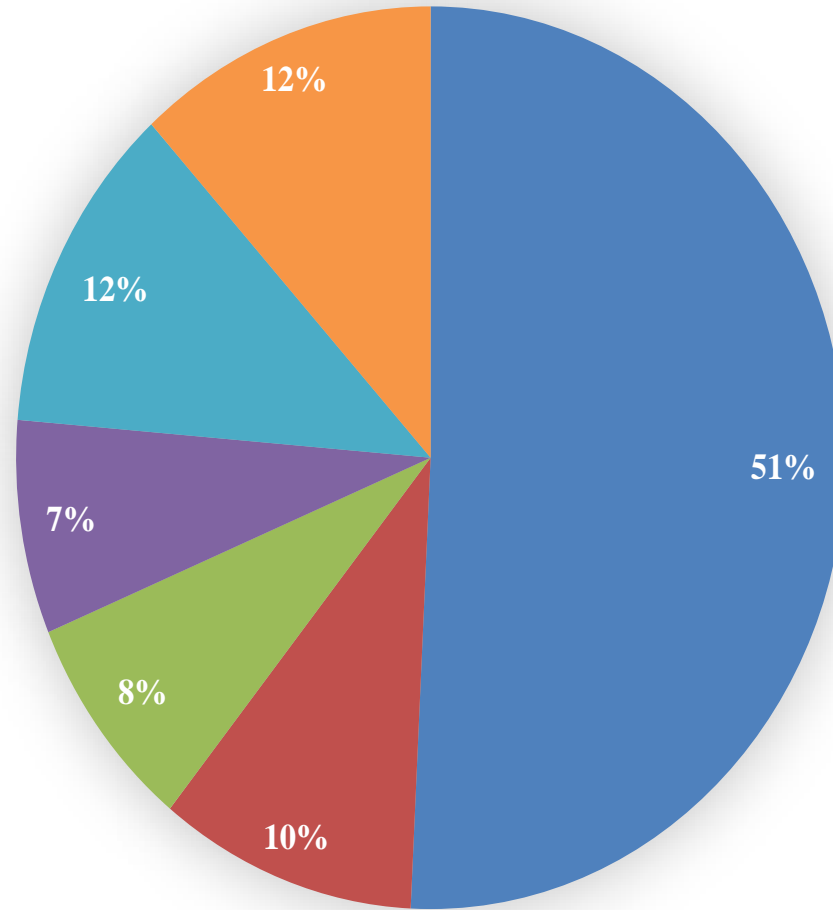
Onde, FD_r é o fator de danos da região em estudo; A_{dr} é a área degradada da região, considerando todas as anomalias e; A_t é a área da amostra.



Incidência nas regiões



Incidência nas regiões



■ PC ■ AB ■ SC ■ CE ■ TP ■ TO



Gravidade nas regiões

$$FD_{rc} = \left(\frac{A_{dr}}{A_t} \right) \cdot CC_r \quad (2)$$

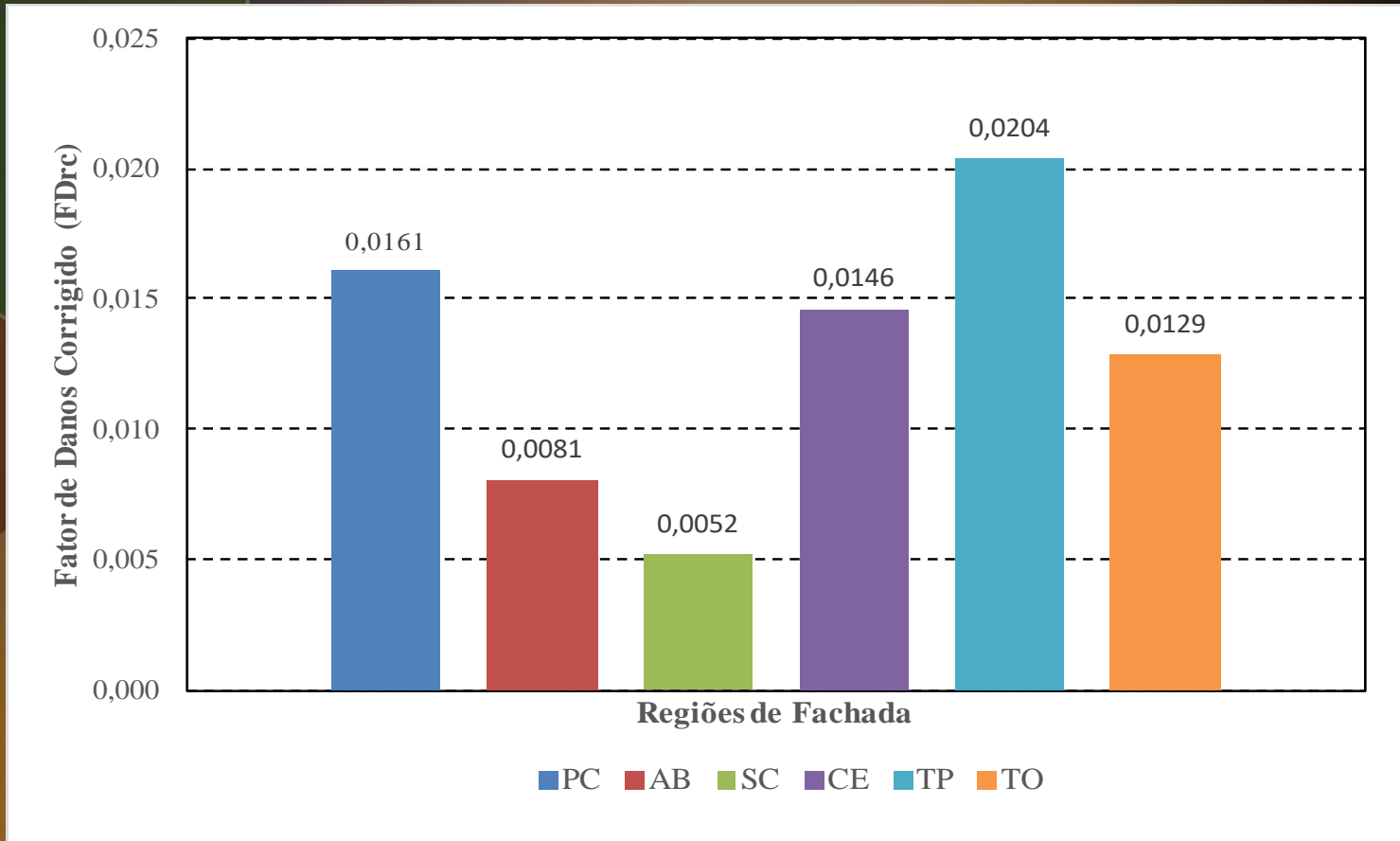
Onde FD_{rc} é o fator de danos corrigido da região em estudo; A_{dr} é a área degradada dentro da região em estudo, considerando-se todas as anomalias; A_t é a área total da amostra em estudo; e CC_r é o coeficiente de correção da região em estudo;

$$CC_r = Ar(m) / Ar(x) \quad (3)$$

Onde, $Ar(m)$ é a área da região de menor área da amostra e; $Ar(x)$ é a área da região da amostra;



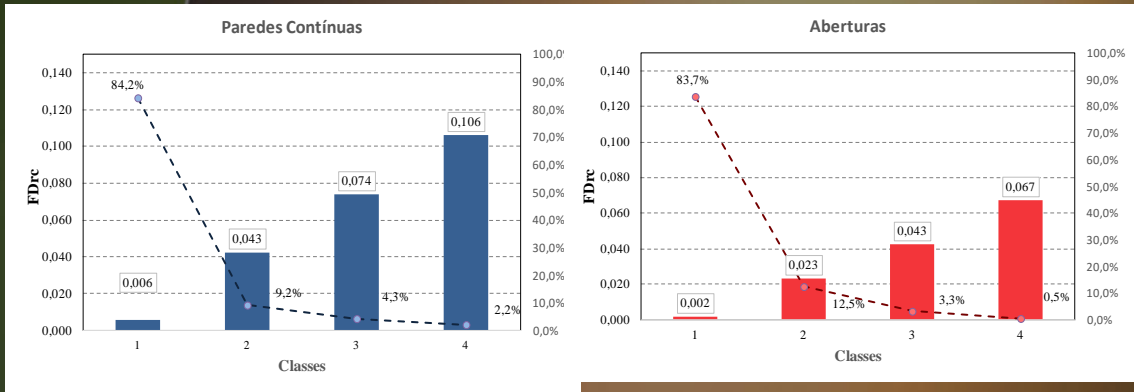
Gravidade nas regiões





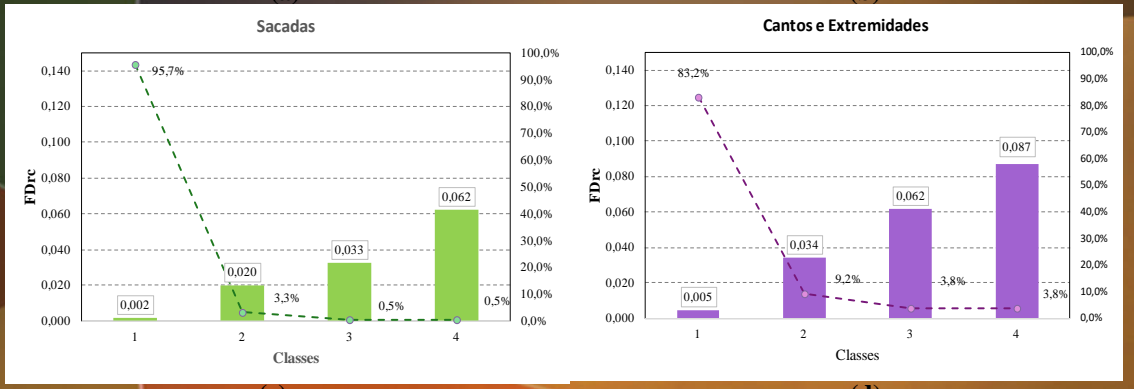
Ponderação da gravidade

- Intensidade de ocorrência ?
- Grau de dano?



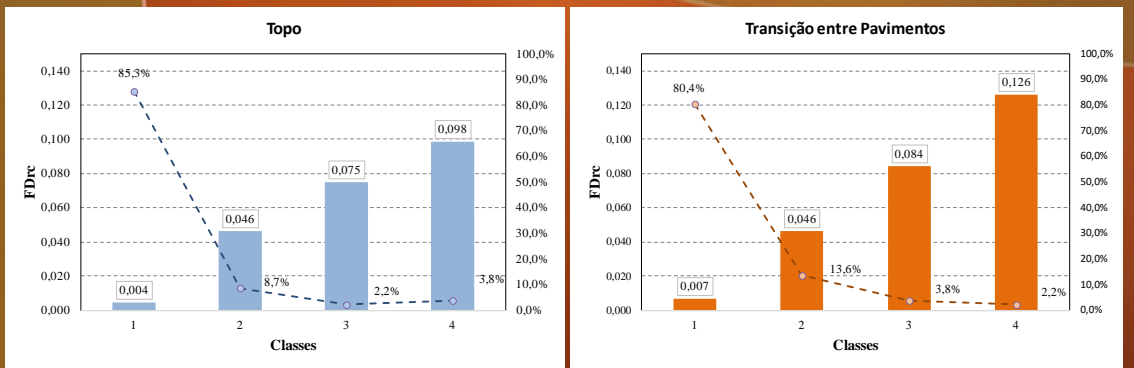
(a)

(b)



(c)

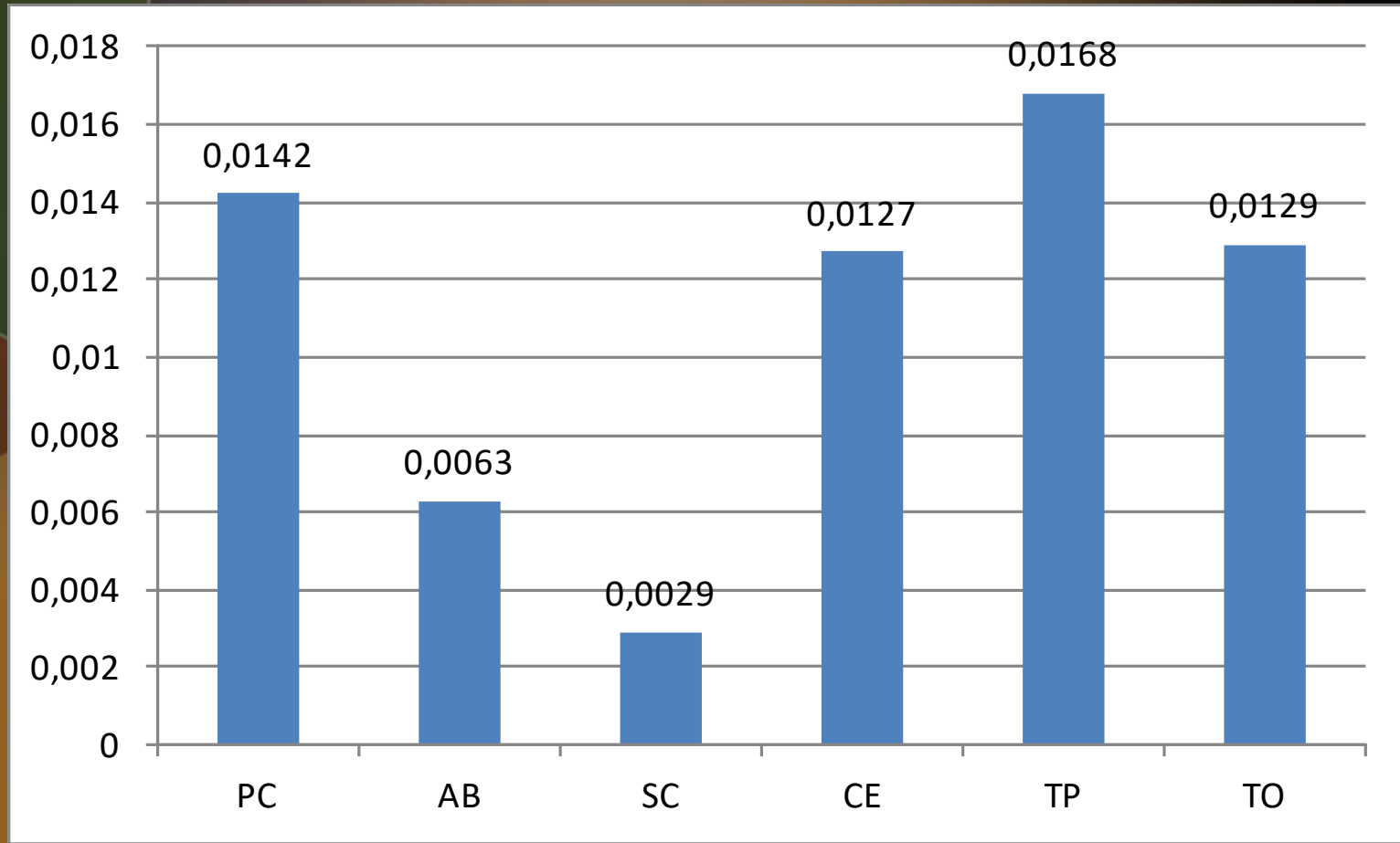
(d)



(e)

(f)





Simulação Higrotérmica

Propriedades higrotérmicas dos materiais

Condições de contorno (Clima interno e externo)

Montagem das camadas, orientação e inclinação

Simulação Higrotérmica

Condição inicial, período de cálculo, parâmetros controlados

*Fluxo de temperatura e calor
Chuva dirigida
Distribuições e evoluções*

Saída

*Teor de umidade, U.R. e fluxo de umidade
Distribuições e evoluções*

Pós processamento

Degradação



Simulação Higrotérmica

Dados de entrada:

Ficheiro climático - DF – Brasília - TMY

Projecto: **Caso:: 1 #1 (Caso Act)**

- Elemento construtivo
 - ✓ Elemento Construtivo/Posições de monitorização
 - ✓ Orientação
 - ✓ Coeficiente de Transferência à Superfície
 - ✓ Condições Iniciais
- Controle
 - ✓ Período da Simulação/Perfis
 - ✓ Numérico
- Clima
 - ✓ Exterior (Lado Esquerdo)
 - ✓ Interior (Lado Direito)
- Gráfico instantâneo
 - Teor de Humidade Total
 - Teor de Humidade na Camada
 - Temp./Humidade na Posição de monitorização
 - Isopletas na Posição de monitorização

Projecto:/Caso:: SQS 212/#1

Clima Exterior (Lado Esquerdo) | Clima Interior (Lado Direito)

Mapa/Ficheiro | Curvas Senos... | EN 13788 | EN 15026 | ASHRAE 160

Ficheiro Climático C:\...\Artigo Wufi\DF_Brasilia.epw | Detalhes... | Pesquisar...

Temperatura / Humidade Relativa | Análise do Clima

Temperatura Média [°C]: 21,1
 Temperatura Max. [°C]: 32,7
 Temperatura Min. [°C]: 11,2

Somatório da Radiação [kWh/m²a]: 3256,0
 Índice de Nebulosidade Médio [-]: ---

Humidade Relativa Média [%]: 66
 Humidade Relativa Max. [%]: 97
 Humidade Relativa Min. [%]: 17

Velocidade do Vento Média [m/s]: 2,46
 Somatório da Precipitação Normal [mm/a]: 1093

Somatório da Radiação Solar [kWh/m²a]

Somatório da Chuva Incidente [mm/a]



Simulação Higrotérmica

Dados de entrada:

Curva higroscópica e propriedades

Propriedades
básicas para
simulação

Camada/Nome do Material: Argamassa de cimento para alvenaria - Tipo S

Dados do Material Info

| Valores Básicos | |
|--|--------|
| Densidade Aparente [kg/m³] | 1885,0 |
| Porosidade [m³/m³] | 0,464 |
| Calor Específico, Seco [J/kgK] | 900,0 |
| Condutibilidade Térmica, Seco, 10°C [W/mK] | 0,44 |
| Factor de Resistência à Difusão de Vapor de Água [-] | 14,8 |

Funções Higrotérmicas

Curva Higroscópica

Coefficiente de Transferência de Água Líquida, Sucção
Coefficiente de Transferência de Água Líquida, Redistribuição
Factor de Resistência à Difusão de Vapor de Água, depend
Condutibilidade Térmica, dependente da Humidade
Condutibilidade Térmica, dependente da temperatura
Entalpia, dependente da temperatura

Gráfico Editar Tabela do Ficheiro...

| Humidade Relativa [-] | Teor de Humidade [kg/m³] |
|-----------------------|--------------------------|
| 0.0 | 0 |
| 0.2 | 10 |
| 0.4 | 20 |
| 0.6 | 40 |
| 0.8 | 80 |
| 0.9 | 120 |
| 1.0 | 400 |

Parametro de aproximação

Cond. Térmica Complementar dependente da Temper 0,0002

Valor típico da Humidade de Construção [kg/m³] 100,0

Espessura da Camada [m] 0,01

Cor

Colar na Base de Dados dos Materiais

Importar...

Exportar...

OK

Cancelar

Ajuda

Simulação Higrotérmica

Dados de entrada:



Simulação Higrotérmica

Dados de entrada:

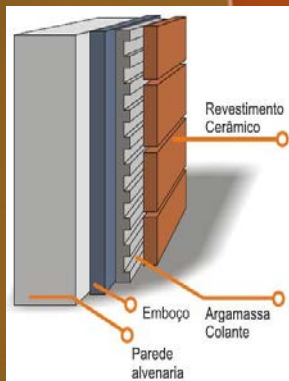
Elemento construtivo

- Elemento Construtivo/Posições
- Orientação
- Coeficiente de Transferência à S
- Condições Iniciais
- Controle
- Período da Simulação/Perfis
- Numérico
- Clima
- Gráfico instantâneo

Nome da Camada: Solid Brick ZJ (Desbloquear) Espessura [m]: 0,005

Exterior (Lado Esquerdo): 0,005 0,03 0,09 Interior (Lado Direito): 0,03

- **Materiais que compõem o sistema;**



- **Informações sobre o edifício;**

Orientação

Inclinação

Altura do Edifício/Coefficientes de Chuva Incidente

Chuva incidente calculada segundo a Norma ASHRAE 160

R1 [-] 0

R2 [s/m] 0,1

Nota:
Intensidade da Chuva =
Precipitação*(R1 + R2 * Velocidade)

Edifício alto, parte média até 10-20 m



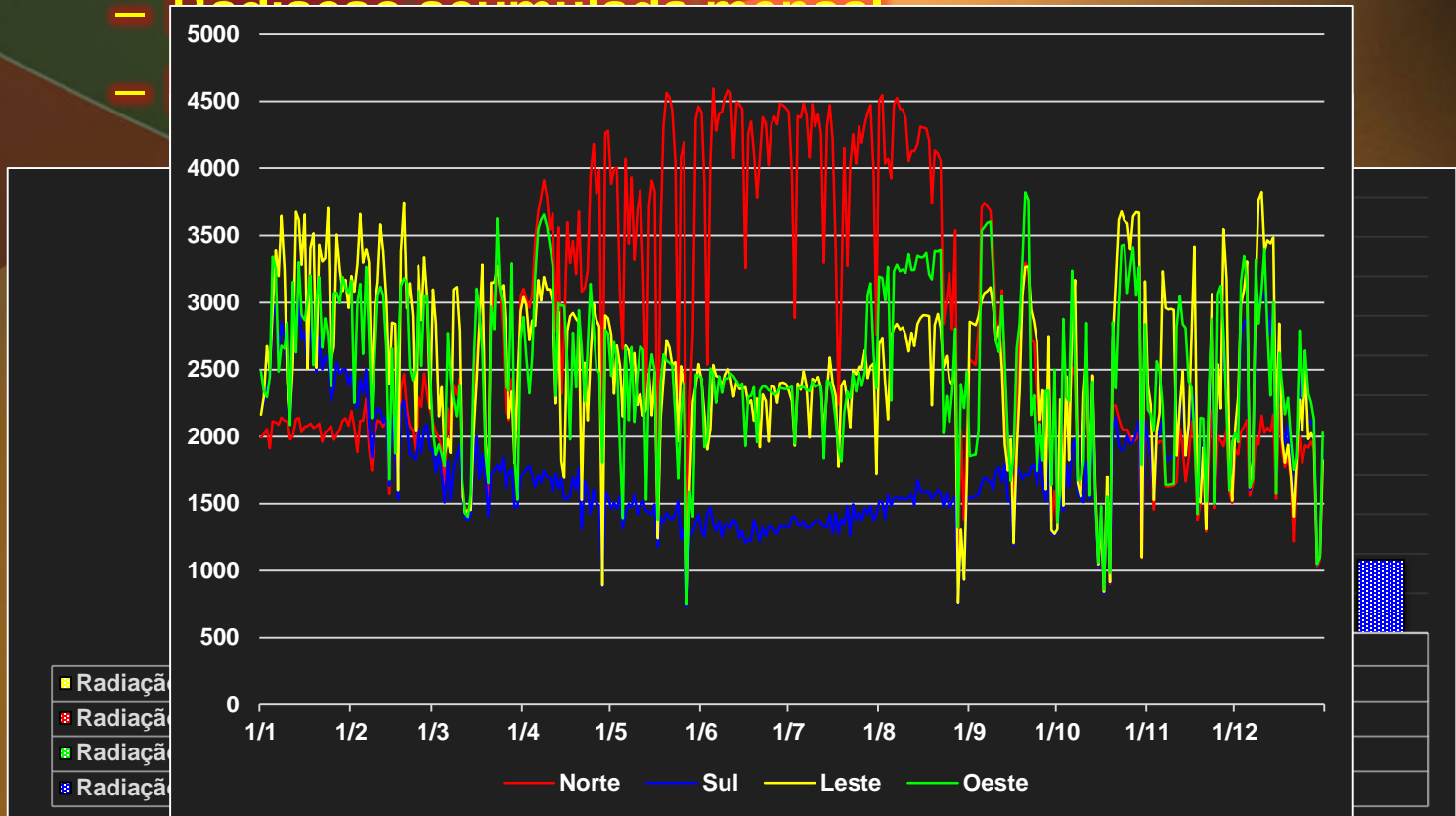
Simulação Higrotérmica



Simulação Higrotérmica

Dados de Saída:

- Radiação acumulada diária
- Radiação acumulada mensal
- Radiação acumulada anual

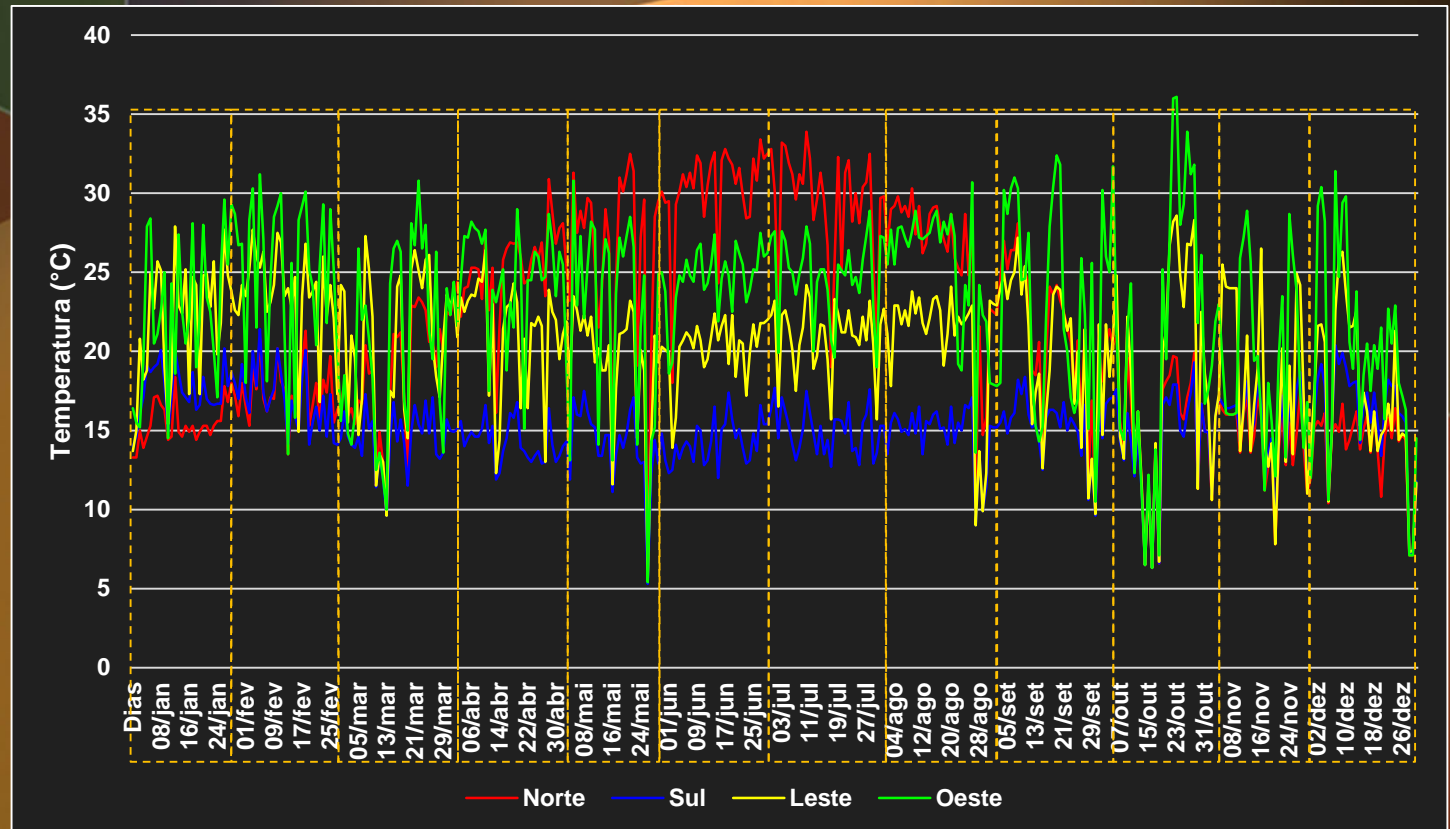


Simulação Higrotérmica

Dados de Saída:

8760 dados horários (1 ano)

– **Delta-T diário (superfície)**



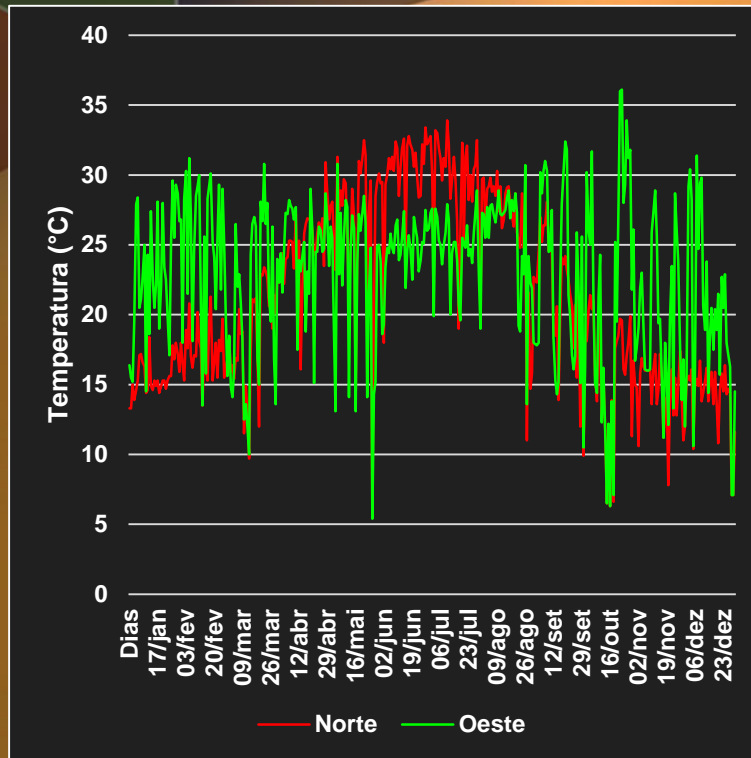
Simulação Higrotérmica

Dados de Saída:

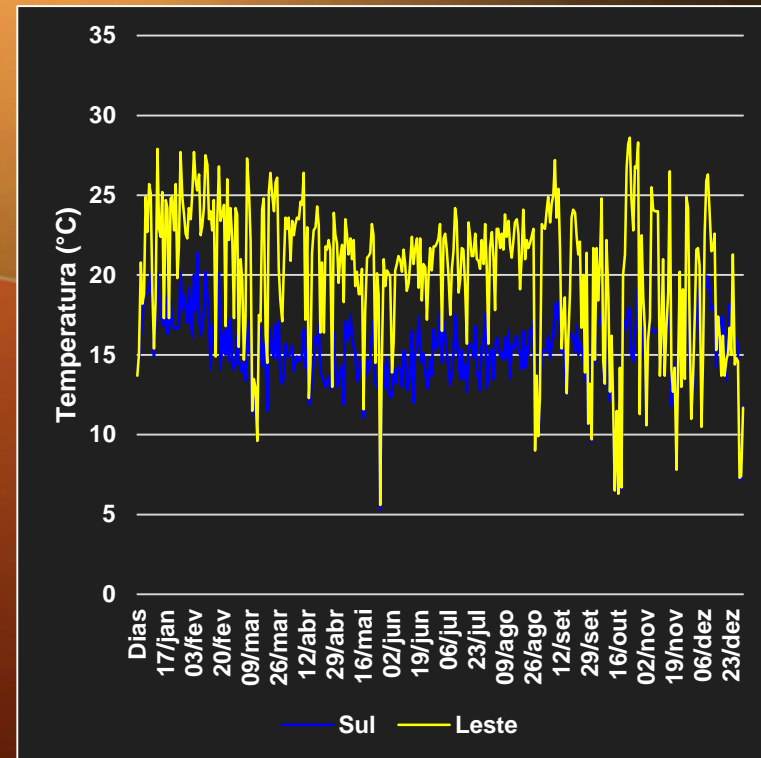
8760 dados horários (1 ano)

– **Delta-T diário (superfície)**

Mais intenso: Oeste e Norte



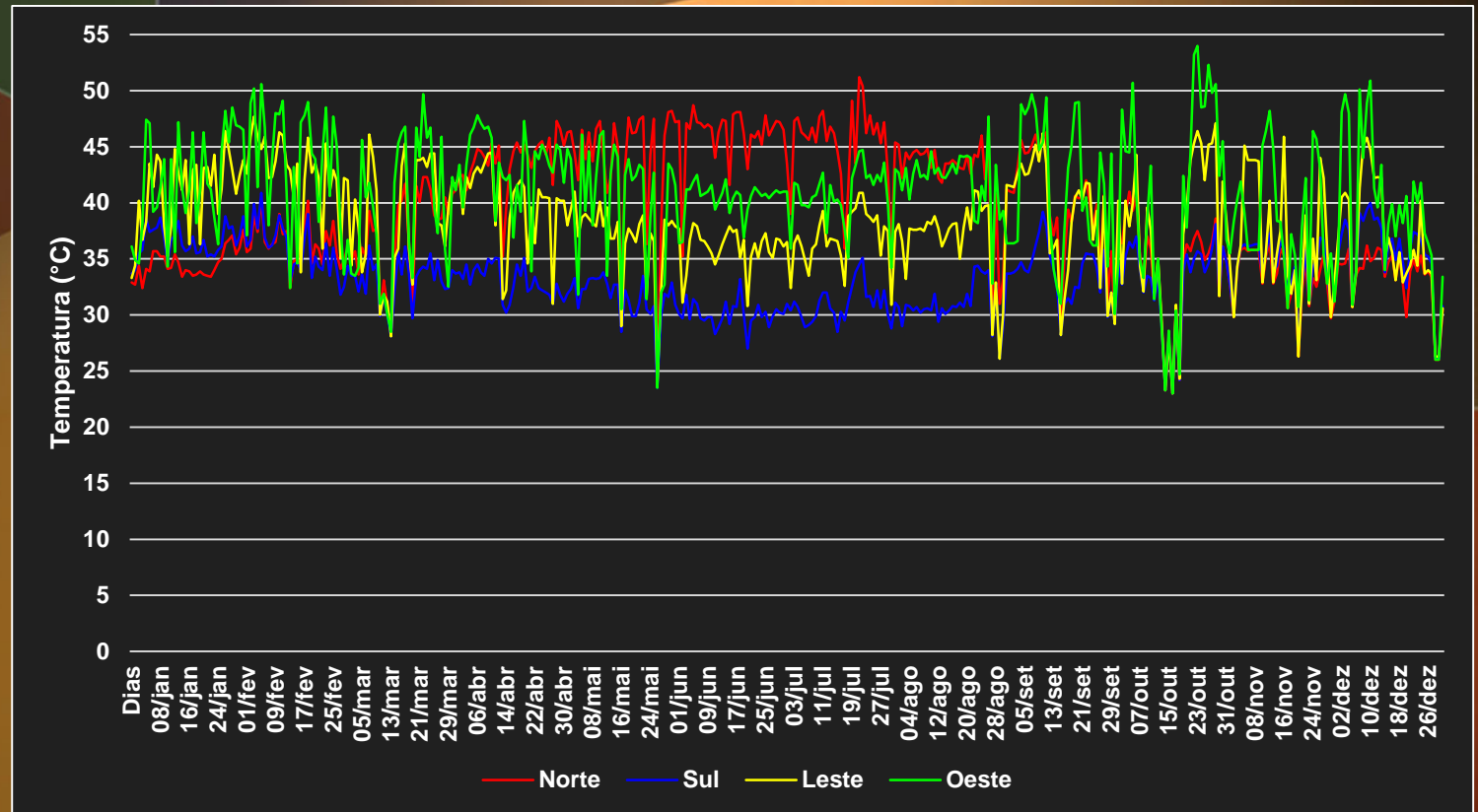
Menos intenso: Leste e Sul



Simulação Higrotérmica

Dados de Saída:

– Temperatura máxima diária

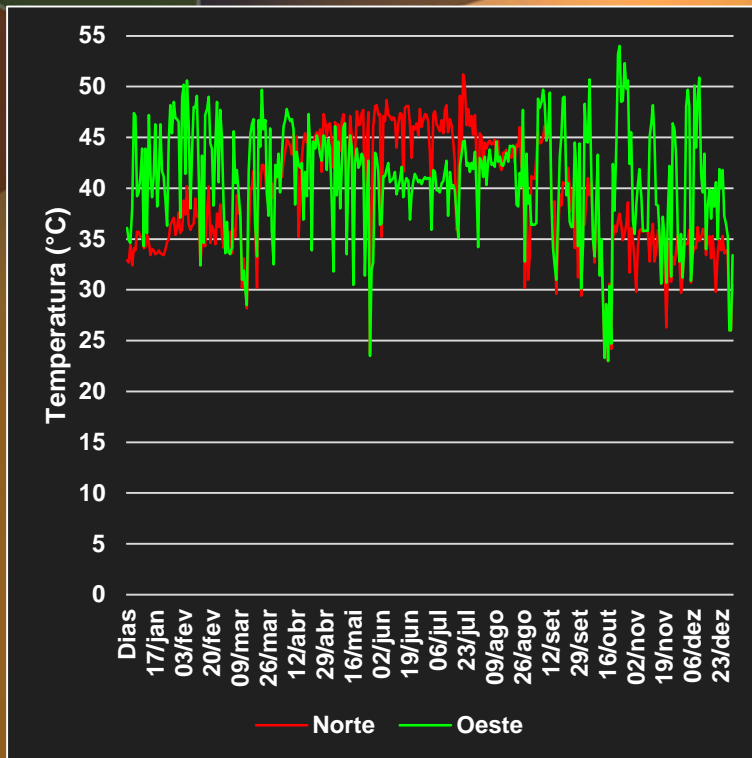


Simulação Higrotérmica

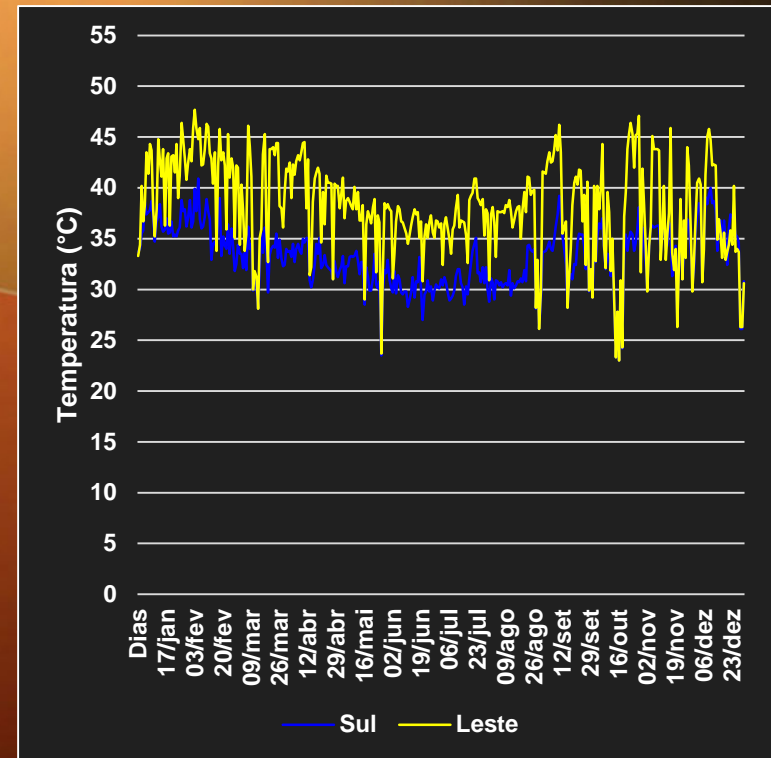
Dados de Saída:

– **Temperatura máxima diária**

Mais intenso: Oeste e Norte



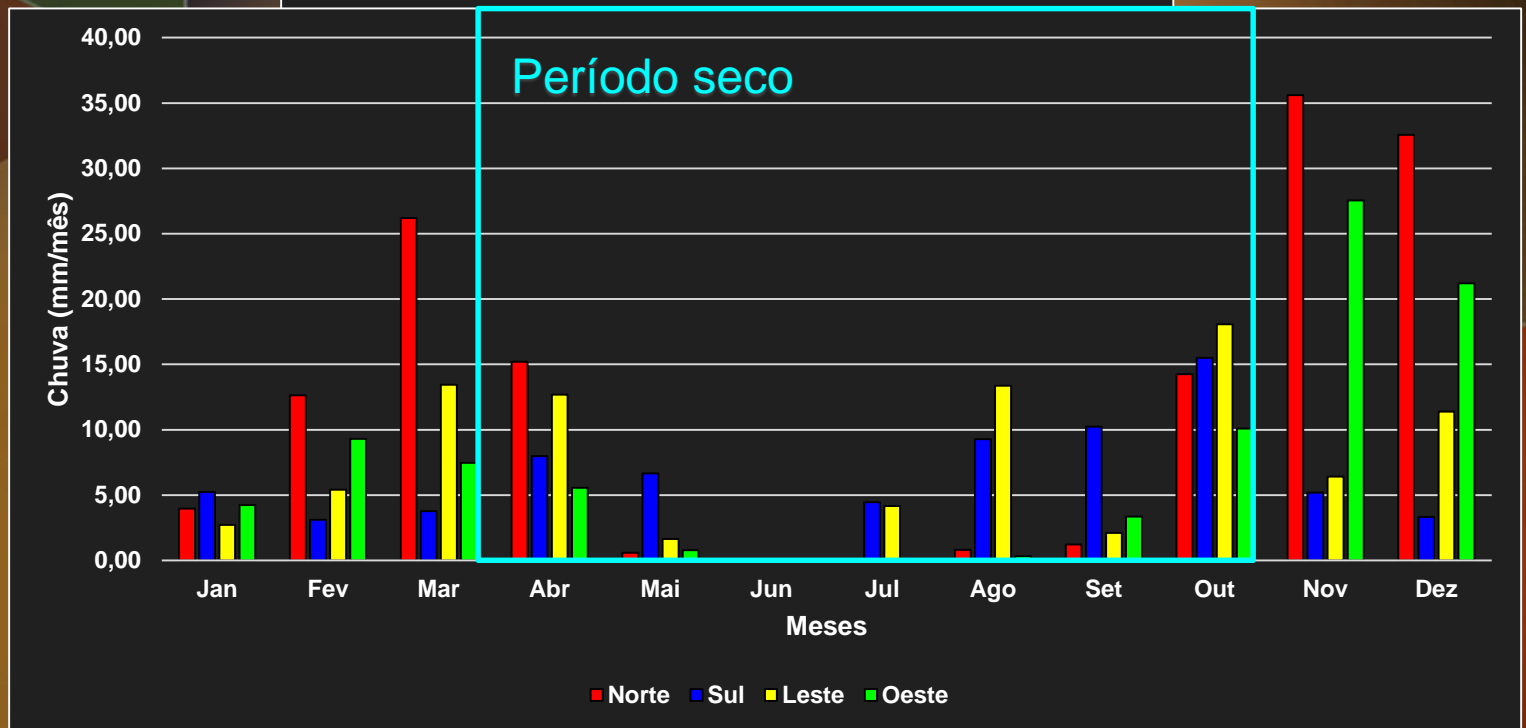
Menos intenso: Leste e Sul



Simulação Higrotérmica

Dados de Saída:

- Chuva acumulada mensal
- Chuva acumulada anual



Curva Dose-Resposta

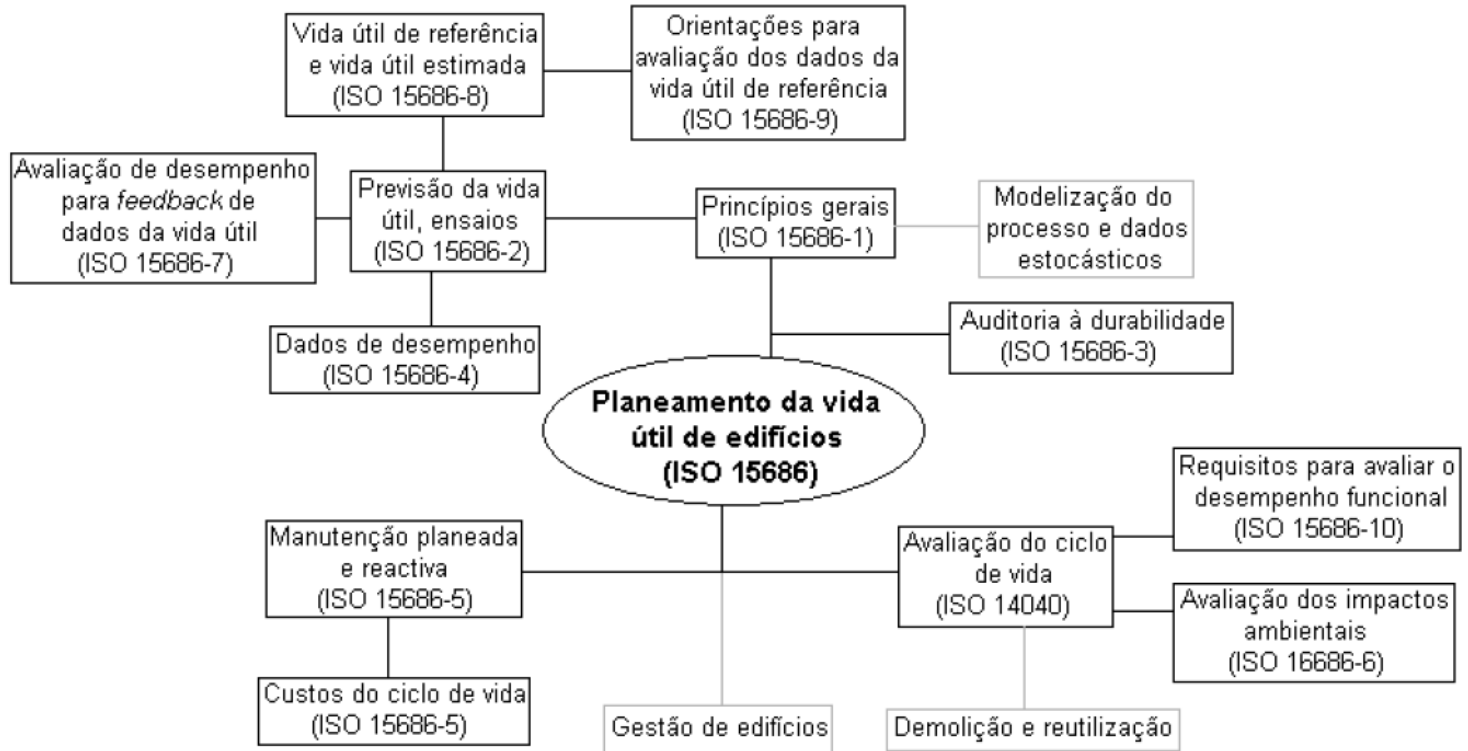
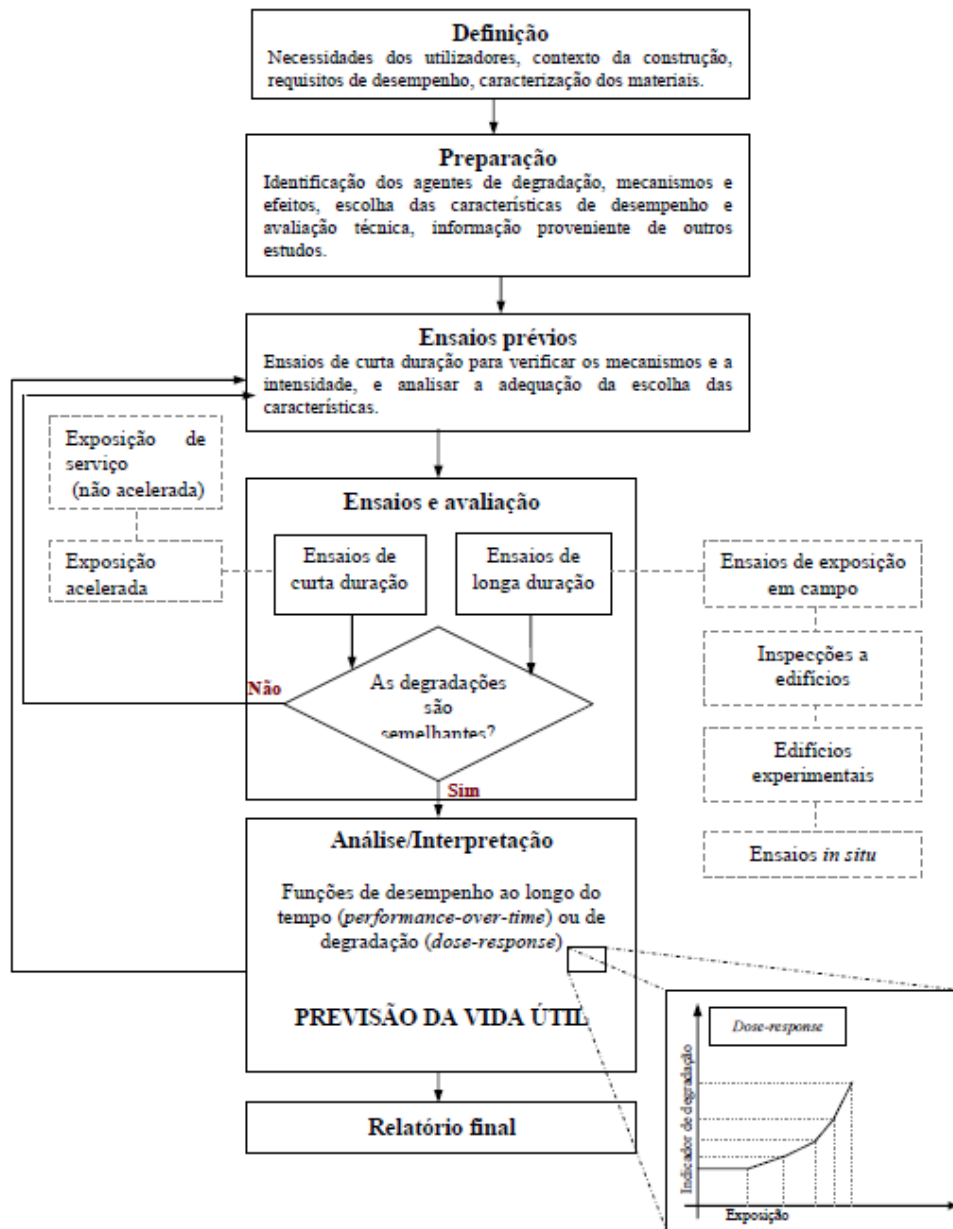


Figura 3.1 – Informação necessária para o planeamento da vida útil de edifícios (adaptado da ISO 15686-1 (2000))





- Correlaciona a intensidade de ação de determinado agente de degradação e a resposta do elemento do edifício à degradação;
- Aplicável a um mecanismo isolado ou a um conjunto de agentes, desde que se avalie um único indicador de degradação.

Figura 2.2 – Método para previsão da vida útil segundo ISO 15686-2 [6].

DADOS DE ENTRADA

Definição dos Edifícios



A1 - 6 anos



A2 - 9 anos



A3 - 10 anos



A4 - 17 anos



A5 - 32 anos

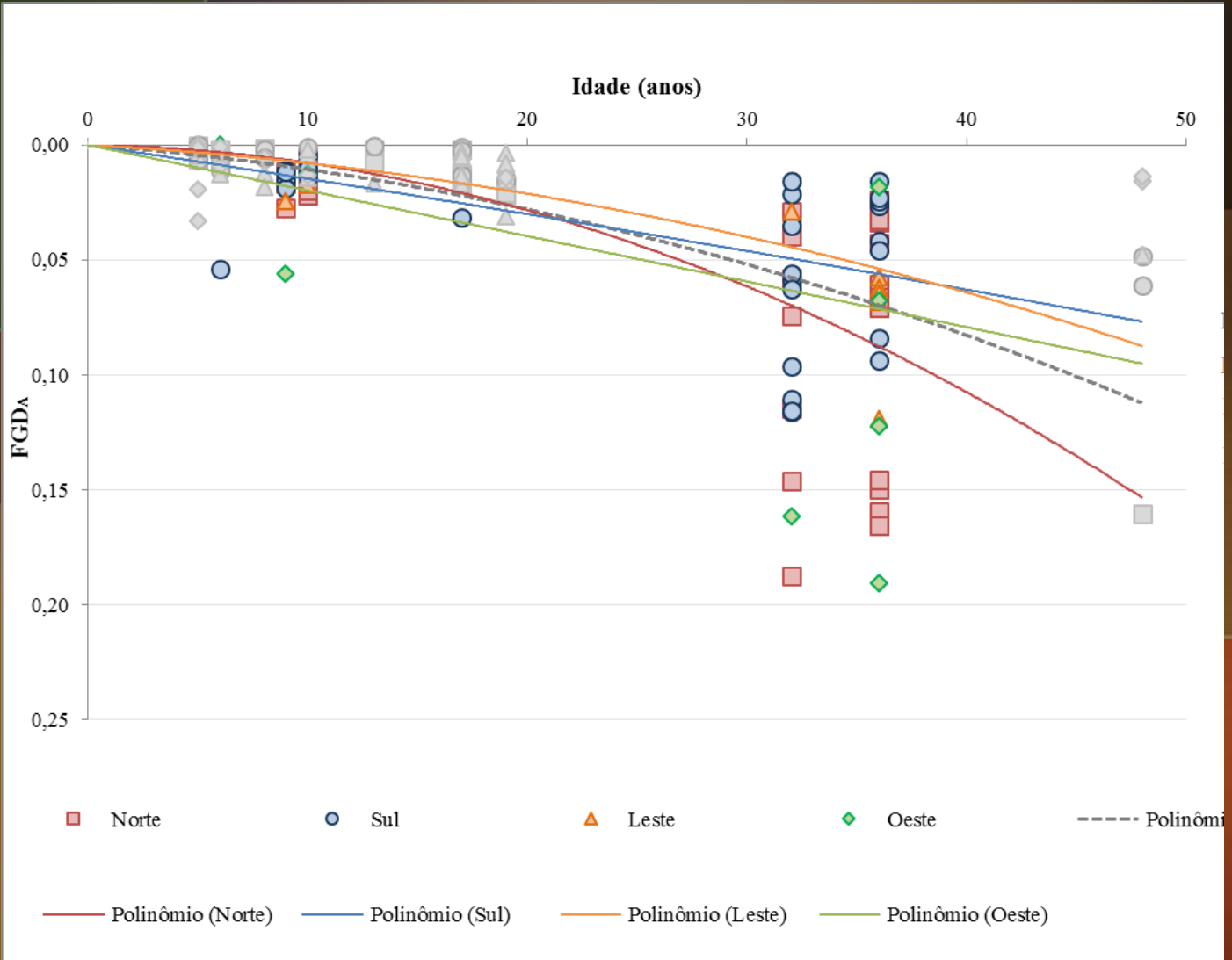


A6 - 36 anos

15625 m²

LEM-UnB, Silva (2014) e Souza (2016); Nascimento (2016)
Método de Mensuração da Degradação (MMD)

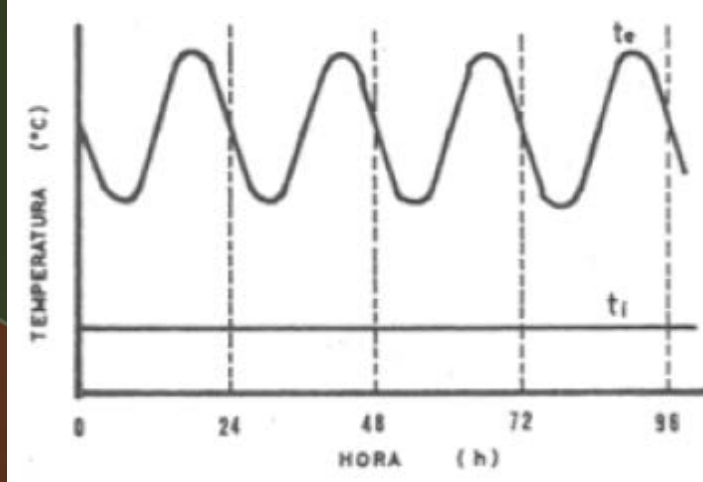






| Orientação | Edifício | FGD _A |
|------------|----------|------------------|
| Norte | A1 | 0,41% |
| | A2 | 1,62% |
| | A3 | 1,22% |
| | A4 | - |
| | A5 | 8,07% |
| | A6 | 8,12% |
| Sul | A1 | 0,86% |
| | A2 | 1,46% |
| | A3 | 0,78% |
| | A4 | 2,08% |
| | A5 | 7,14% |
| | A6 | 4,43% |
| Leste | A1 | 0,11% |
| | A2 | 2,44% |
| | A3 | 1,71% |
| | A4 | - |
| | A5 | 2,90% |
| | A6 | 7,43% |
| Oeste | A1 | 0,13% |
| | A2 | 5,59% |
| | A3 | 1,28% |
| | A4 | - |
| | A5 | 16,16% |
| | A6 | 9,97% |

Temperatura



Efeitos cíclicos

tensões e deformações

fadiga



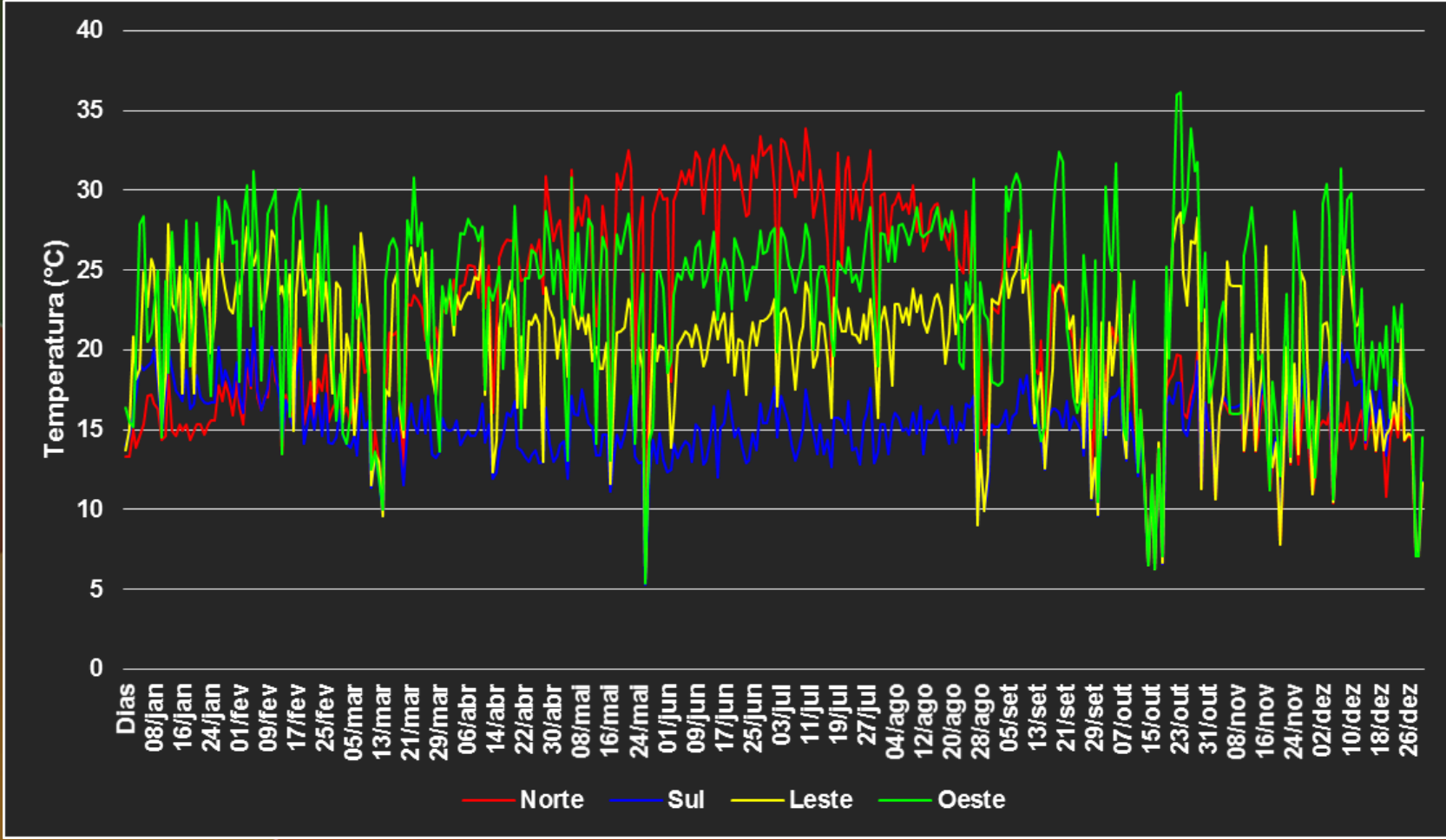
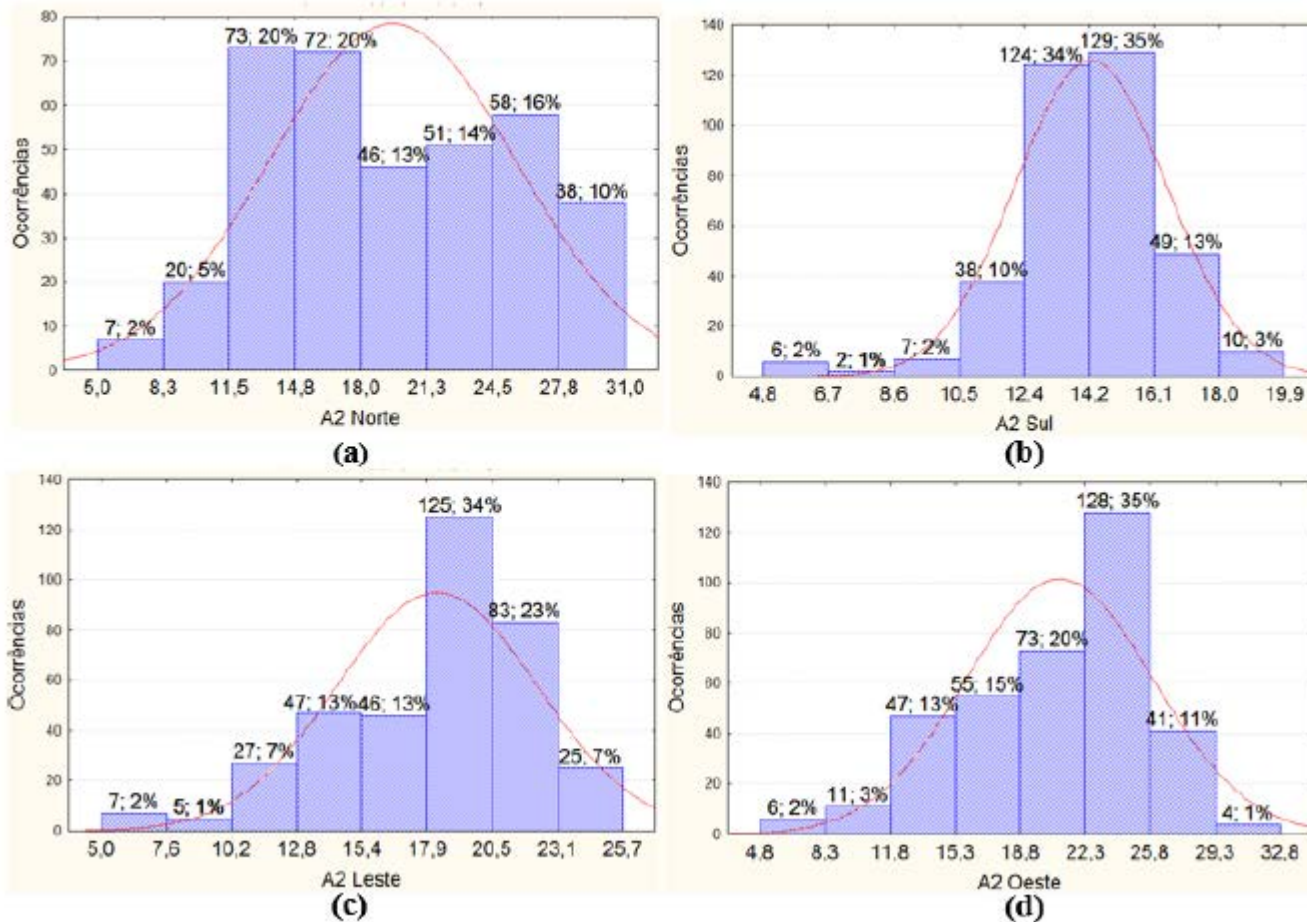


Figura E.2 - Histogramas de ΔT (°C) para o Edifício A2 – (a) Norte, (b) Sul, (c) Leste, (d) Oeste



ÍNDICE DE INCIDÊNCIA DA TEMPERATURA

$$I_{it} = \Sigma \left(\frac{\Delta T_{\text{médio}} \cdot f_n}{f_{\text{total}}} \right)$$

Onde,

I_{it} é o índice de intensidade da temperatura (°C);

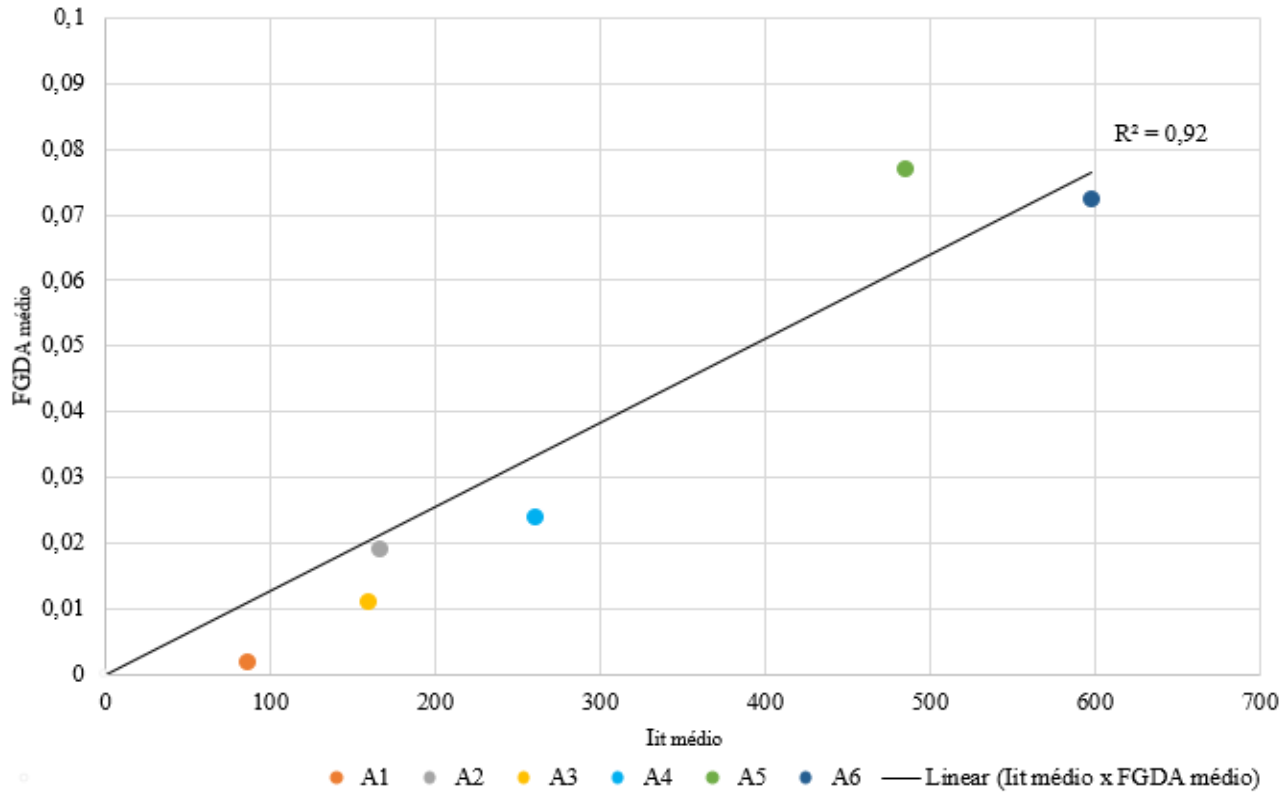
$\Delta T_{\text{médio}}$ é a amplitude de temperatura média da faixa de ocorrência (°C);

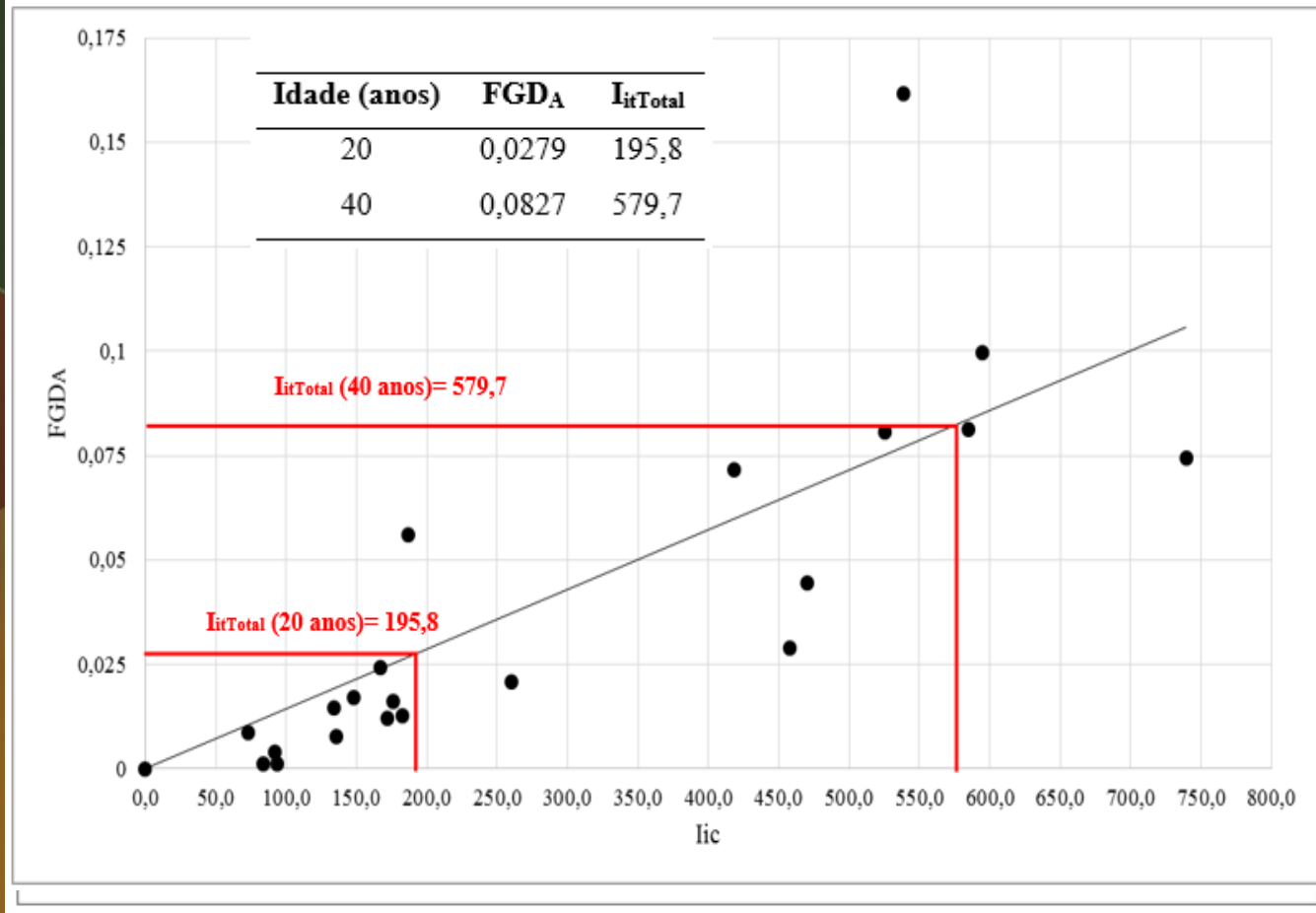
f_n é a frequência de ocorrência da faixa n de ΔT (n=4);

f_{total} é a frequência de todas às ocorrências das quatro faixas de estudo ($f_{\text{total}}=365$).

| Faixas | ΔT (°C) |
|--------|-----------------|
| 4 | 35,8 |
| 3 | 27,7 |
| 2 | 19,6 |
| 1 | 11,5 |
| | 3,4 |

$$I_{itTotal} = i \cdot I_{it} = i \cdot \left[\Sigma \left(\frac{\Delta T_{\text{médio}} \cdot f_n}{f_{\text{total}}} \right) \right]$$





Estudo da sensibilidade à degradação – NOTA TÉCNICA

- Vários aspectos que influem na degradação são difíceis de mensurar
- Aspectos construtivos, de projeto, podem diferenciar a degradação e vida útil
- Propor um indicador da sensibilidade à degradação

UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PECC / CONSTRUÇÃO CIVIL



| ASPECTOS DE SENSIBILIDADE | | ANOMALIAS RECORRENTES NO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS | | | | | | PESOS INICIAIS |
|---------------------------|---|---|-----|----|----|----|----|----------------|
| | | DC1 | DC2 | FI | FV | FR | EF | |
| A1 | Parede contínua revestida <18m ² | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| A2 | Parede contínua revestida revestido >18m ² | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 6 |
| A3 | Laje simples em balanço -vãos até 2,00m | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| A4 | Lajes em balanço - vãos acima de 2,0m | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| A5 | Vão estrutural sobre parede revestida (vigas, lajes) L<5,00m | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| A6 | Vão estrutural sobre parede revestida (vigas, lajes) L>5,00m | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| A7 | Aberturas: até 20% da amostra | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| A8 | Aberturas: 20 % a 50% amostra | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 6 |
| A9 | Aberturas: acima de 50% amostra | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| A10 | Volumetria, Cantos e extremidades | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| A11 | Ineficiência/Inexistência de elementos construtivos de proteção | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| A12 | Ineficiência/Inexistência de juntas | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 |



$$NT = (A_1 * p_1) + (A_2 * p_2) + (A_3 * p_3) + (A_4 * p_4) + (A_5 * p_5) + (A_6 * p_6) + (A_7 * p_7) + (A_8 * p_8) + (A_9 * p_9) + (A_{10} * p_{10}) + (A_{11} * p_{11}) + (A_{12} * p_{12}) \quad (3.1)$$

Onde:

NT fachada = Nota técnica por fachada do edifício;

An = Aspecto de sensibilidade analisado a partir do *checklist*, em que a ocorrência será atribuído valor igual a 1);

pn = Fator da relevância para cada aspecto obtido a partir da matriz de correlação, conforme tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Pesos dos aspectos construtivos ponderados.

| ASPECTOS CONSTRUTIVOS | FATOR DE RELEVÂNCIA |
|--------------------------|------------------------|
| A1 | 2 |
| A2 | 12 |
| A3 | 3 |
| A4 | 16 |
| A5 | 2 |
| A6 | 16 |
| A7 | 3 |
| A8 | 12 |
| A9 | 3 |
| A10 | 2 |
| A11 | 1 |
| A12 | 4 |





DADOS GERAIS DA AMOSTRA

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------|
| LOCALIZAÇÃO | | Asa Norte |
| MATERIAL DE REVESTIMENTO: | | Cerâmico |
| Nº DE PAVIMENTOS | | 6 pavimentos |
| IDADE EM USO (DURANTE A INSPEÇÃO) | | 40 anos |
| PARTICULARIDADES | | |

CHECK LIST

| ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA AMOSTRA | | MATE | EMPENA | EMPENA | PRUMADA | | | |
|----------------------------------|---|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Norte | Sul | Leste | | | |
| A1 | Painel contínuo revestido <18m ² | 2 | | | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A2 | Painel contínuo revestido >18m ² | 12 | SIM | SIM | | | | |
| A3 | Laje simples em balanço - vãos até 2,00m | 3 | SIM | SIM | | | | |
| A4 | Lajes em balanço - vãos acima de 2,0m | 16 | | | | | | |
| A5 | Vão estrutural sobre painel revestido (vigas, lajes) L<5,00m | 2 | | | | | | |
| A6 | Vão estrutural sobre painel revestido (vigas, lajes) L>5,00m | 16 | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A7 | Aberturas: até 20% da amostra | 3 | SIM | SIM | | | | |
| A8 | Aberturas: 20 %a 50% amostra | 12 | | | | | | |
| A9 | Aberturas: acima de 50% amostra | 3 | | | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A10 | Volumetria Cantos e extremidades | 2 | | SIM | | | | |
| A11 | Ineficiência/Inexistência de elementos construtivos de proteção | 1 | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A12 | Ineficiência/Inexistência de juntas | 4 | | | | | | |
| NOTA TÉCNICA | | | 34 | 37 | 22 | 22 | 22 | 22 |

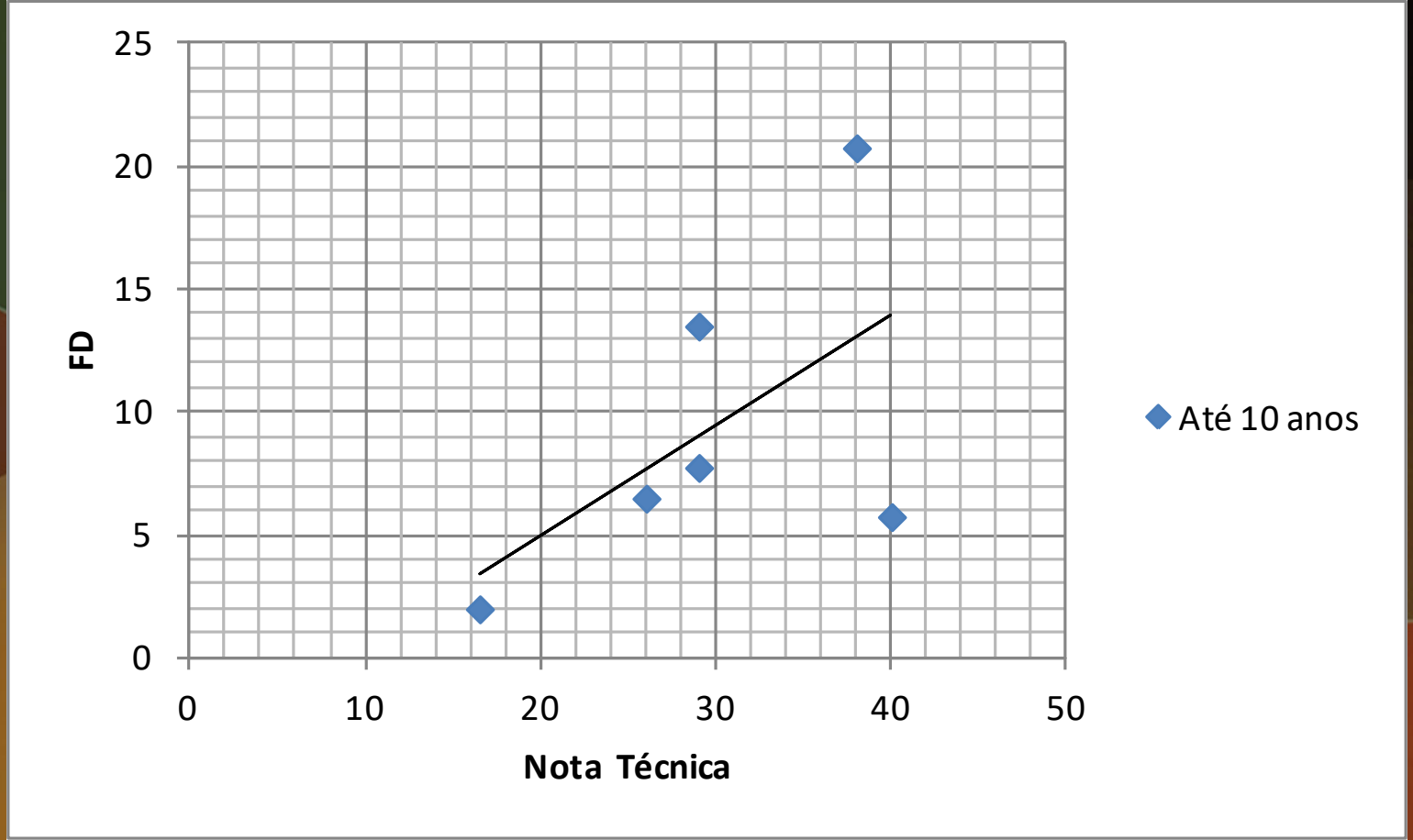


DADOS GERAIS DA AMOSTRA

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| LOCALIZAÇÃO | Asa Norte |
| MATERIAL DE REVESTIMENTO: | Cerâmica |
| Nº DE PAVIMENTOS | 6 pavimentos |
| IDADE EM USO (DURANTE A INSPEÇÃO) | 11 anos |
| PARTICULARIDADES | Manutenção anterior |

CHECK LIST

| ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA AMOSTRA | | MATR | EMPENA | EMPENA | PRUMADA | | | PRUMADA | |
|----------------------------------|---|------|--------|--------|---------|-----|-----|---------|-----|
| | | | Leste | Oeste | Norte | | | Sul | |
| A1 | Painel contínuo revestido <18m ² | 2 | | | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A2 | Painel contínuo revestido >18m ² | 12 | SIM | SIM | | | | | |
| A3 | Laje simples em balanço -vãos até 2,00m | 3 | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A4 | Lajes em balanço - vãos acima de 2,0m | 16 | | | | | | | |
| A5 | Vão estrutural sobre painel revestido (vigas, lajes) L<5,00m | 2 | | | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A6 | Vão estrutural sobre painel revestido (vigas, lajes) L>5,00m | 16 | SIM | SIM | | | | | |
| A7 | Aberturas: até 20% da amostra | 3 | SIM | SIM | | | | | SIM |
| A8 | Aberturas: 20 %a 50% amostra | 12 | | | | | | | |
| A9 | Aberturas: acima de 50% amostra | 3 | | | SIM | SIM | SIM | SIM | |
| A10 | Volumetria Cantos e extremidades | 2 | | | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM |
| A11 | Ineficiência/Inexistência de elementos construtivos de proteção | 1 | | | | | | | |
| A12 | Ineficiência/Inexistência de juntas | 4 | | | | | | | |
| NOTA TÉCNICA | | | 34 | 34 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |



Considerações

- O estudo da ocorrência, distribuição e intensidade (gravidade) das anomalias é fundamental para entender o comportamento de degradação.
- O enfoque da degradação permite a elaboração de diagnósticos mais precisos



Considerações

- A mensuração dos agentes de degradação permite associar causas e efeitos as patologias
- Classificar os comportamentos bem como influencias distintas das regiões permite aumentar a precisão de análise.



Obrigado pela atenção



LEM-UnB

elbauerlem@gmail.com

