

Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo
Universidade de Brasília - UnB

QUALIDADE AMBIENTAL E ARQUITETÔNICA EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS: DIRETRIZES PARA PROJETOS EM BRASÍLIA.



THAIS BORGES SANCHES LIMA

Orientadora: Cláudia Naves David Amorim

O Problema

- Quais as diretrizes projetuais que poderão ser especificadas para edifícios de escritórios em Brasília que considerem as questões relacionadas às condicionantes climáticas locais, ao conforto térmico e luminoso, eficiência energética e a aceitabilidade da fachada.

Enfoques Parciais x Integração

Justificativa

- Qualidade ambiental
 - Conforto térmico
 - Conforto luminoso
 - Eficiência energética
- Nova arquitetura de edifícios de escritórios
 - Requisitos para qualidade ambiental
 - Integração na prática projetual
- Aceitabilidade por parte dos projetistas

Caracterização do Objeto

- Edifícios de escritórios
 - Consumo energético com sistemas artificiais
 - Tipologia construtiva em Brasília
 - Levantamento de tipologias em cidades brasileiras (CARLO, 2004; CARLO, 2005; LAMBERTS, 2006)



- Projetos bioclimáticos (Thomaz Herzog, Norman Foster, Ken Yeang, Lelé, Severiano Porto, Sidônio Porto, Siegbert Zanettini)

Exemplos



Thomaz Herzog,
Edifício administrativo para o
Supplementary Pension Fund da
indústria SOKA-BAU
Wiesbaden



Norman Foster
Edifício sede do Commerzbank, em
Frankfurt



Ken Yeang
Edifício Menara
Mesiniaga



Lelé
Tribunal de Contas da União –
Salvador-BA



Siegbert Zanettini
Projeto para a expansão do Centro de Pesquisas
da Petrobrás

Objetivo

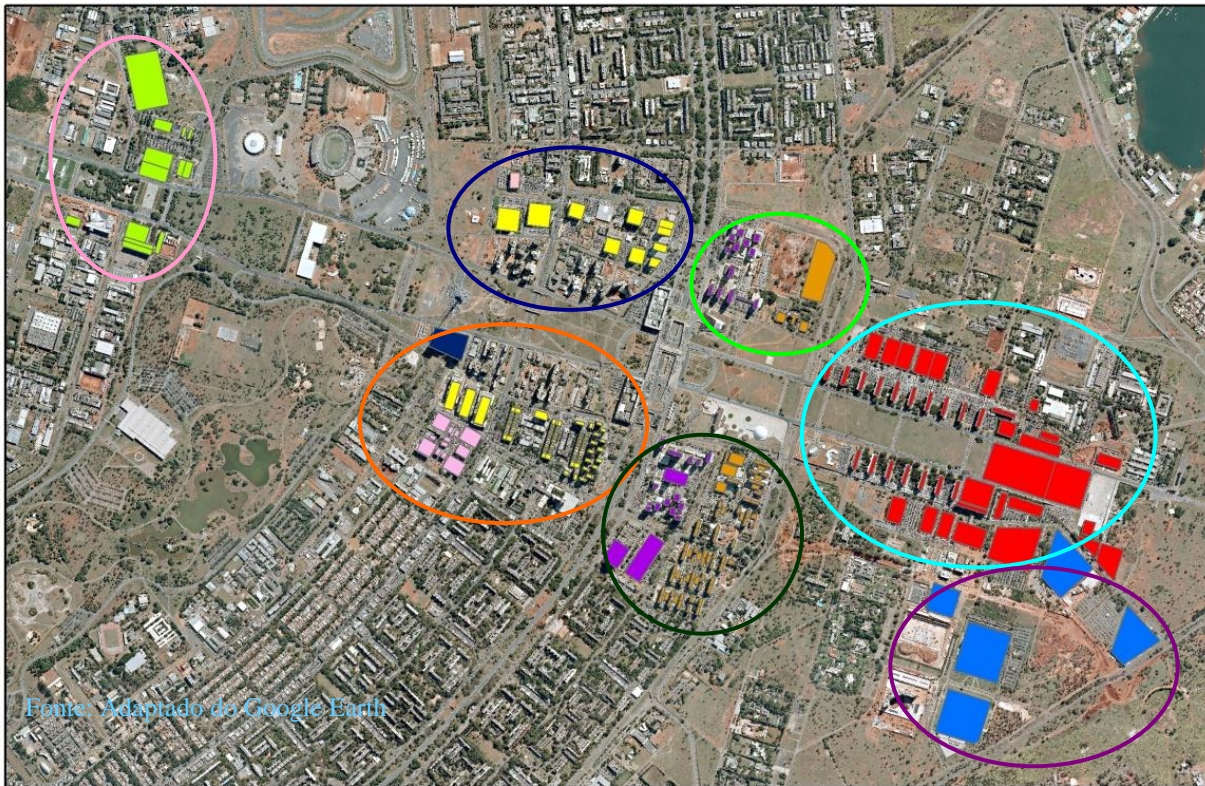
- Subsídios para diretrizes de projeto - Integração
 - Qualidade ambiental (conforto térmico e eficiência energética)
 - Qualidade arquitetônica (aceitabilidade da envoltória pelo projetista)

Método

- Levantamento das tipologias de edifícios de escritórios em Brasília;
- Definição das tipologias representativas;
- Opinião dos usuários em relação às condições de conforto;
- Simulação computacional;
- Opinião dos projetistas em relação ao aspecto formal da envoltória
- Indicações de projeto

Levantamento das Tipologias

- Etapa 1 – Levantamento no local



Fonte: Adaptado do Google Earth

LEGENDA

SETORES	
ACIF	SAN
EMI	SBN
SAFS	SCN
SAN	SCS
SBS	SBN
SRTVN	SRTVS

N
1:35.000

248 Edificações

- 133 públicas (54%)
- 115 privadas (46%)

SAFS
EMI
SBN/SAN
SBS/SAS
SCN/SRTVN
SCS/SRTVS/SHS
SADF

Levantamento das Tipologias

- Etapa 2 – Tabulação dos resultados
 - Banco de dados Access

EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS EM BRASÍLIA

EDIFÍCIO Ed. Morro Vermelho	SETOR SCS	CodigoEdificio: 182
ENDEREÇO SCS, Quadra 01, bloco H		
ARQUITETO João Filgueiras Lima		
CONSTRUTORA: Não determinado		
ANO DE CONSTRUÇÃO 1974		
TIPO Privado	FORMA Retangular	
NÚMERO DE PAVIMENTOS 16		
OBSERVAÇÃO		

Processo

Número Processo	
Alvará	
Habite-se	
CodigoEdificio 182	CódigoProcesso: Numer

Registro: 1 de 1

Desenvolvido por Thais Borges Sanches Lima

FACHADA PRINCIPAL	
Orientação: 198	
Percentual de Área de Vidro na Fachada 70%	
Componente: Brise Vertical Móvel	
Cor do Vidro Cinza	

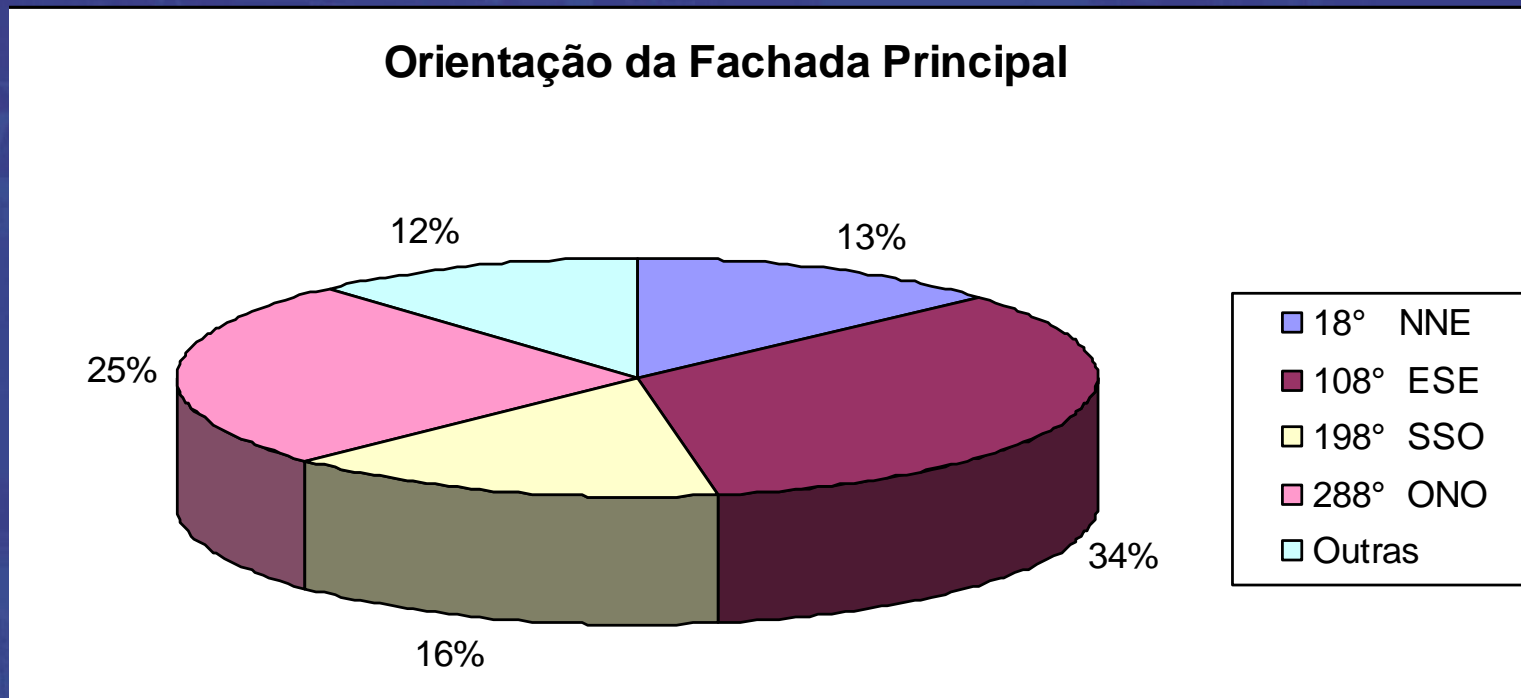
FACHADA LATERAL DIREITA	FACHADA LATERAL ESQUERDA
Orientação: 108	Orientação: 288
Percentual de Área de Vidro na Fachada 0%	Percentual de Área de Vidro na Fachada 0%
Componente: Não	Componente: Não
Cor do Vidro ---	Cor do Vidro ---

FACHADA POSTERIOR	
Orientação: 18	
Percentual de Área de Vidro na Fachada 70%	
Componente: Brise Horizontal Móvel	
Cor do Vidro Cinza	

Registro: 177 de 248

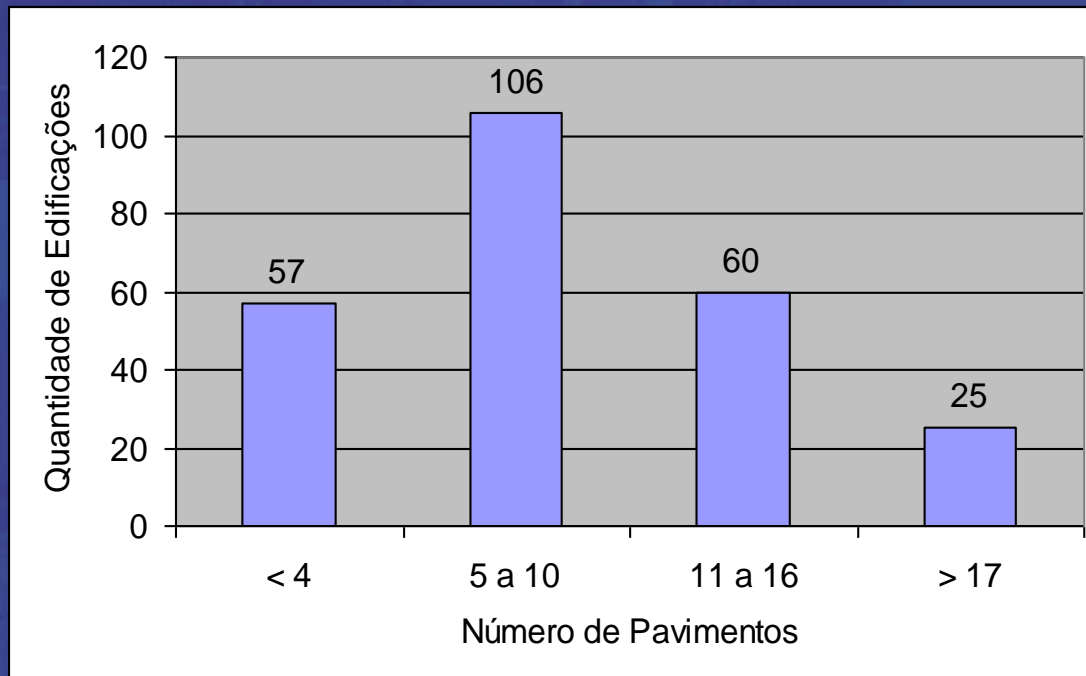
Levantamento das Tipologias

- Etapa 3 – Análise dos resultados
 - Orientação de fachada



Levantamento das Tipologias

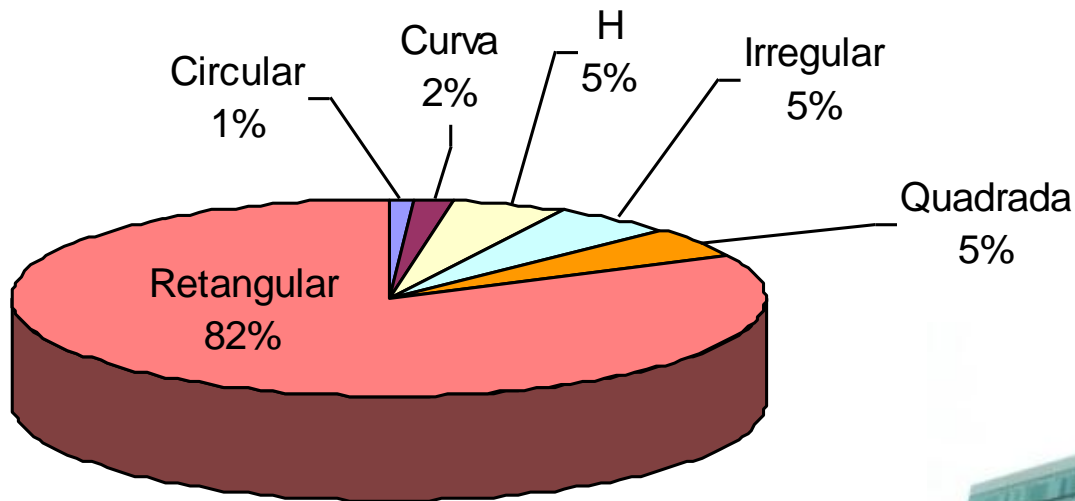
- Etapa 3 – Análise dos resultados
 - Número de pavimentos



Levantamento das Tipologias

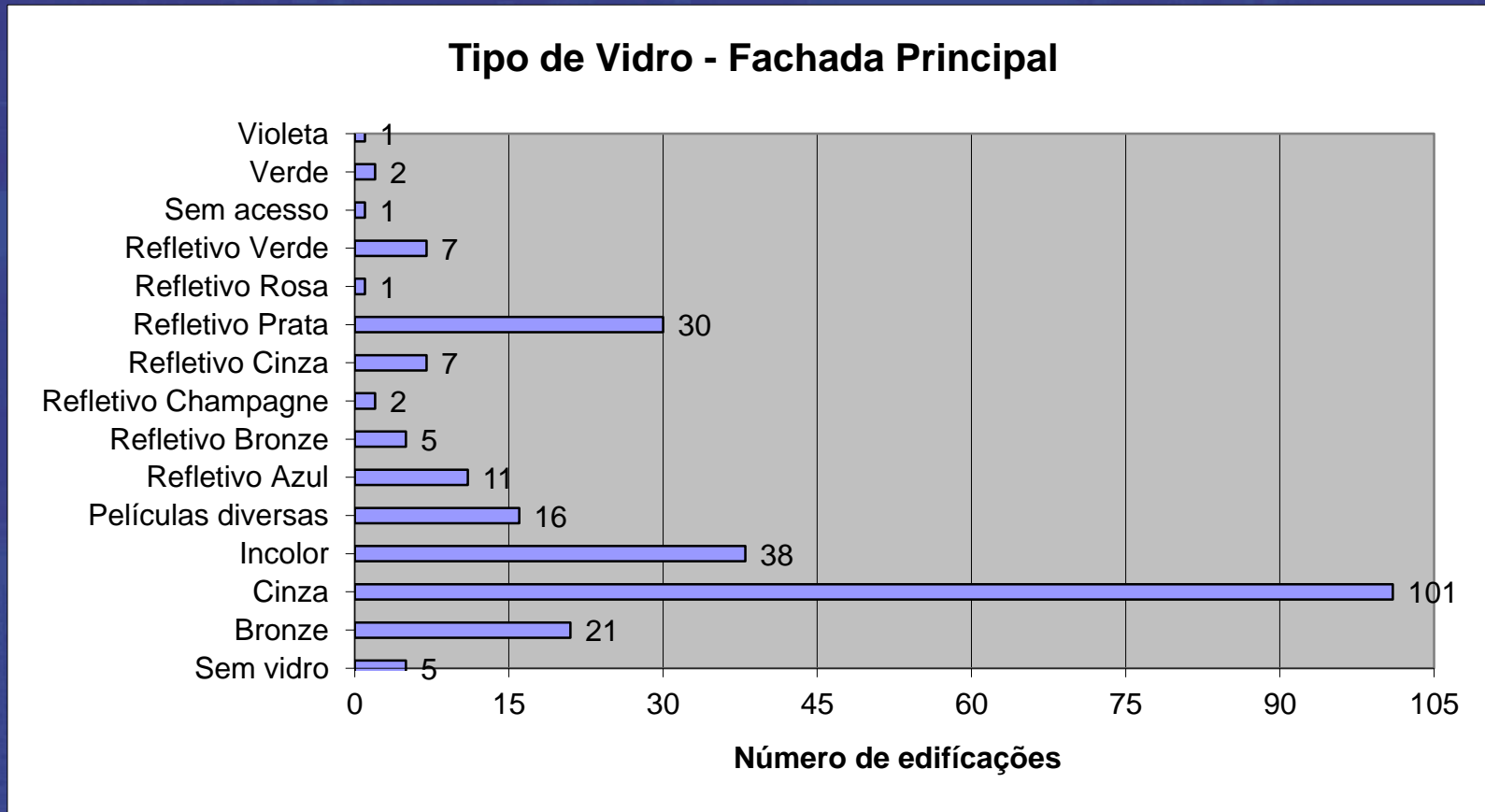
- Etapa 3 – Análise dos resultados
 - Forma do edifício

Forma das Edificações



Levantamento das Tipologias

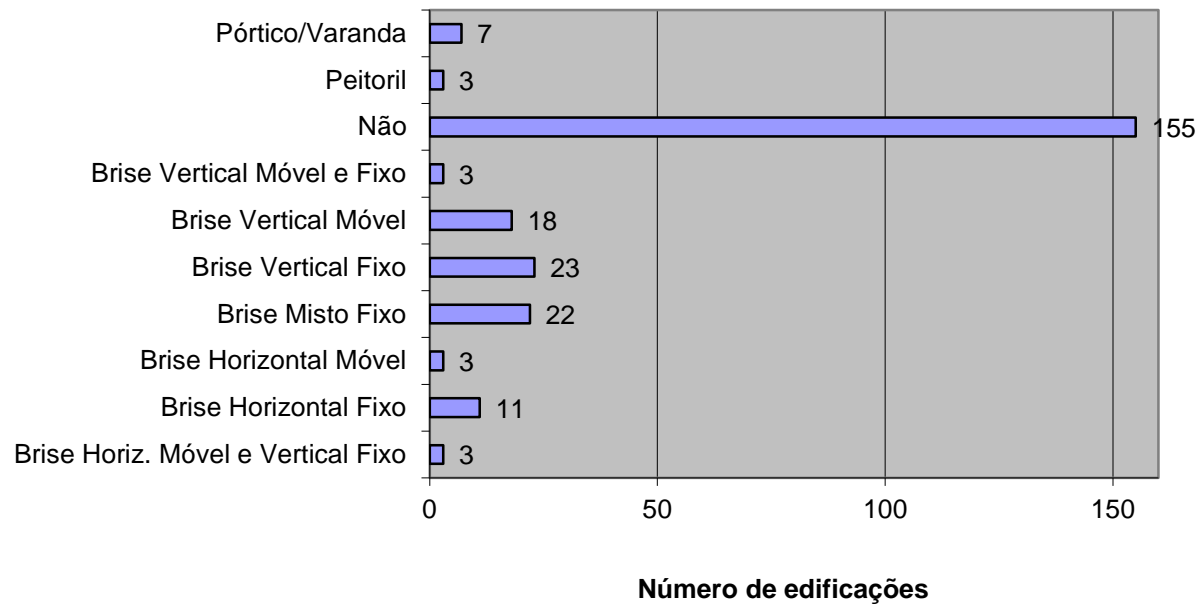
- Etapa 3 – Análise dos resultados
 - Tipo de vidro



Levantamento das Tipologias

- Etapa 3 – Análise dos resultados
 - Elemento de proteção solar

Elemento de proteção solar - Fachada Principal



Levantamento das Tipologias

Etapa 4 – Tipologias representativas

- Requisitos para a definição dos grupos de tipologias
- Levantamento das tipologias em 4 cidades brasileiras (LAMBERTS, 2006)



Levantamento das Tipologias

- Etapa 4 – Tipologias representativas
 - Edifícios de escritórios representativos

TIPOLOGIA A

Ambas as fachadas com cortina de vidro



Leste/Oeste



Norte/Sul

Ambas as fachadas com janelas isoladas



Leste/Oeste



Norte/Sul

TIPOLOGIA B

TIPOLOGIA C



Uma fachada envidraçada e outra com
brise vertical



Ambas as fachadas protegidas com brises
verticais



TIPOLOGIA D

Edifícios representativos

EDIFÍCIOS		ORIENTAÇÃO	PAF	TIPO DE VIDRO	ESQUADRIA	ELEMENTO DE PROTEÇÃO SOLAR
TIPOLOGIA A		L/O	62%	Refletivo bronze	Basculante	----
		N/S	90%	Película azul	Correr	----
TIPOLOGIA B		L/O	42%	Incolor	Maxim-ar	----
		N/S	50%	Refletivo prata	Correr	----
TIPOLOGIA C		L/O	80%	Refletivo prata	Basculante	Brise vertical móvel
		N/S	86%	Bronze	Guilhotina	Brise vertical móvel
TIPOLOGIA D		L/O	82%	Incolor	Basculante	Brise vertical móvel
		N/S	75%	Cinza	Basculante	Brise vertical móvel

Levantamento da opinião dos usuários

- Etapa 1 – Elaboração do questionário
 - O questionário elaborado (baseado em Gil, 1994; Gunther, 2007; Gunther, 2003; Ornstein, 1992; Marcone & Lakatos, 1996)
 - 46 questões
 - Avaliação do conforto
 - Uso dos dispositivos
 - Dados do respondente
 - Dados do ambiente
 - Pré-teste
 - 50 questionários por edifício
 - 8 edifícios analisados – **348 questionários**

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 1 – Aplicação do questionário

TIPOLOGIA		DESCRIÇÃO	EDIFÍCIO	ORIENTAÇÃO	Nº QUEST.
A	A1	Fachada principal e posterior com cortina de vidro	CNC-INSS	leste/oeste (108°/ 288°)	46
	A2		Darcy Ribeiro – CGU	norte/sul (18°/ 198°)	23
B	B1	Fachada principal e posterior com janelas isoladas	Justiça Federal	leste/oeste (108°/ 288°)	47
	B2		Mércia	norte/sul (18°/ 198°)	45
C	C1	Uma fachada envidraçada e outra com brise vertical	Ministério de Minas e Energia	leste/oeste (108°/ 288°)	50
	C2		Anexo IV – Câmara dos Deputados	norte/sul (18°/ 198°)	50
D	D1	Fachada principal e posterior protegidas por brises verticais	Vale do Rio Doce	leste/oeste (108°/ 288°)	47
	D2		Áurea – MEC/FNDE	norte/sul (18°/ 198°)	40

Levantamento da opinião dos usuários

- Etapa 2 – Tabulação dos resultados
 - Banco de dados Access

QuestionárioCompleto

Questionário Qualidade Ambiental

Código Número do questionário

Data Horário Condição do céu

DADOS DO AMBIENTE

Edifício: N. Pavimento:
Ambiente: Orientação:
Posição do ambiente: Posição do respondente:
Tipo de abertura:
Tipo de brise existente: Quanto à mobilidade, o brise é:
Proteção interna existente no ambiente:

AVALIAÇÃO DO CONFORTO

Você costuma aproveitar a luz natural (proveniente do sol e do céu) para iluminação do ambiente de trabalho?

Você sente desconforto devido ao brilho do céu visto pela janela?

Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na mesa de trabalho?

Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na tela do computador?

Você costuma aproveitar a ventilação natural?

Você sente desconforto devido a iluminação artificial existente?

Você sente desconforto devido ao uso do ar condicionado?

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 3 – Análise estatística dos resultados

- Aplicação do programa SPSS (GUNTHER, 2007);
 - Análise das questões individualmente;
 - Análise das questões por temas:
 - luz natural;
 - desconforto por ofuscamento;
 - percentual de área de janela na fachada (PAF);
 - vista para o exterior;
 - iluminação artificial;
 - janelas;
 - ventilação natural;
 - temperatura interna;
 - ar condicionado;
 - brises;
 - persianas/cortinas;
 - ruído;

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 4 – Discussão dos resultados

GRUPO	RESULTADO
PAF	Considerada uma área boa pela maioria
Vista para o exterior	Essencial para 68% dos usuários
Iluminação artificial	Não possui controle automatizado, não gera desconforto, ficando ligado durante todo o dia para a maioria dos casos.
Ruído	Proveniente do exterior do edifício e não é considerado como um empecilho ao uso da ventilação natural ou como motivo para o fechamento das esquadrias.
Desconforto por ofuscamento	Tipologia de fachada A e B são as que geram maior ofuscamento
Proteções internas	Reguladas a depender da hora do dia, principalmente, na orientação Leste/Oeste, devido à insolação e a necessidade de visibilidade para o exterior

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 4 – Discussão dos resultados

GRUPO	RESULTADO
Brises	Principais dificuldades para movimentação: falta de manutenção e distância para a janela. Regulagem para proteção da insolação, para aproveitamento da ventilação e para visualizar o exterior
Luz natural	Os usuários aproveitam pouco a luz natural
Ar Condicionado	Nas tipologias A, B e C – uso durante o dia todo e durante todo o ano. Na tipologia D - uso nos meses quentes
Temperatura interna	Considerada ruim nos dias quentes e boa nos dias frios. Tipologia A - melhor temperatura nos dias quentes Orientação Norte/Sul – melhor temperatura nos dias frios.

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 4 – Discussão dos resultados

GRUPO	RESULTADO
Esquadrias	Orientação Leste/Oeste - permanecem fechadas Orientação Norte/Sul - são abertas a depender da hora do dia ou da temperatura O principal motivo para abrir as esquadrias foi a ventilação e a renovação do ar
Ventilação natural	Tipologia C e D – maior aproveitamento Tipologia A – não é utilizada Tipologia D, Norte/Sul – mais bem avaliada

Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 4 – Análise Geral

GRUPO	RESULTADO
Orientação Norte/Sul	Mais adequada para o aproveitamento da iluminação e ventilação natural
Orientação Leste/Oeste	Pior desempenho, do ponto de vista dos usuários, que costumam deixar as janelas e persianas fechadas, utilizando o ar condicionado por mais tempo

- contradiz as características do clima local, em relação à ventilação natural

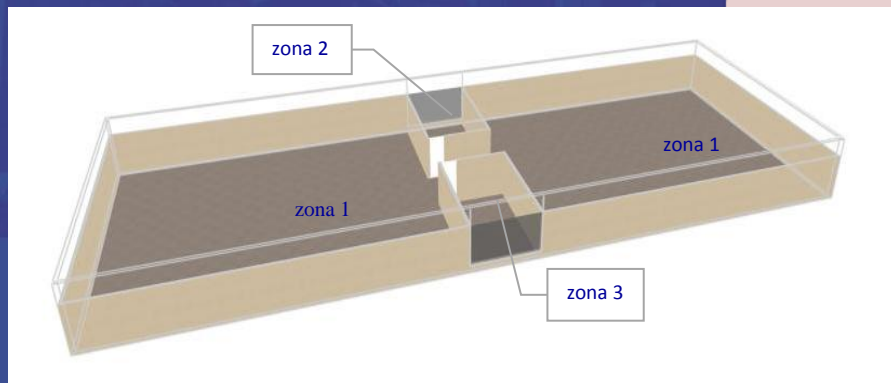
Levantamento da opinião dos usuários

Etapa 4 – Análise Geral

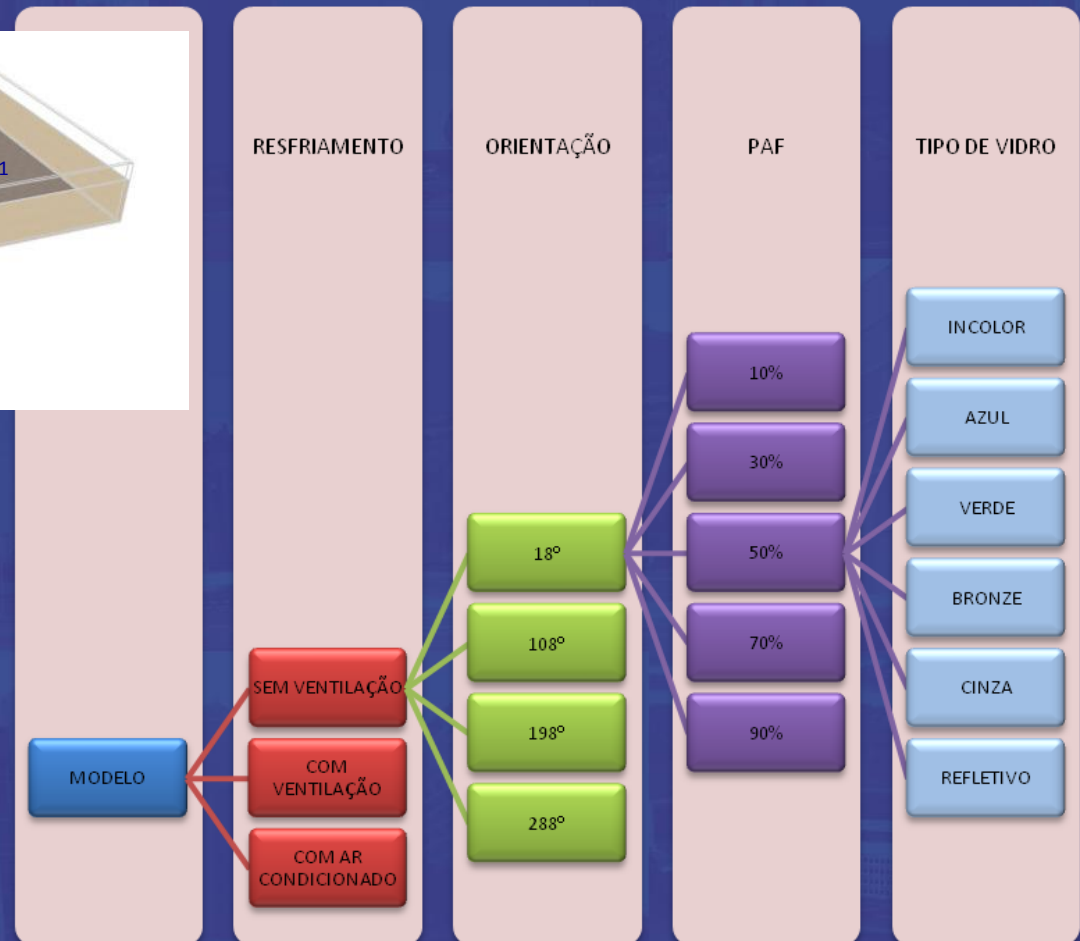
GRUPO	RESULTADO
Tipologia A	Alta incidência de radiação solar e problemas de ofuscamento. Janelas fechadas e uso do ar condicionado
Tipologia B	Menos PAF que a tipologia A, porém utiliza o ar condicionado boa parte do tempo
Tipologia C	Fachada com brises foi indicada como uma boa solução do ponto de vista do conforto ambiental
Tipologia D	Mais bem avaliada, indicando aproveitamento da luz e da ventilação natural, mantendo janelas abertas e usando o ar condicionado somente nos meses mais quentes.

Simulação Computacional

- Simulação no programa *Design Builder*



- 360 simulações
 - Resfriamento
 - Orientação
 - PAF
 - Tipo de vidro



Simulação Computacional

- Análise dos resultados

CARACTERÍSTICAS PROJETUAIS		SEM VENTILAÇÃO	COM VENTILAÇÃO	COM AR CONDICIONADO	
		POC	POC	POC.	CONSUMO
ORIENTAÇÃO	NORTE (18°)	3	1	4	1
	LESTE (108°)	2	3	2	2
	SUL (198°)	1	4	1	1
	OESTE (288°)	4	1	3	2
TIPO DE VIDRO	INCOLOR	6	6	6	6
	VERDE	5	3	3	3
	AZUL	3	2	3	3
	CINZA	2	1	2	2
	BRONZE	3	2	3	3
	REFLETIVO	1	1	1	1
PAF	10%	1	1	1	1
	30%	2	2	2	2
	50%	3	3	3	3
	70%	4	4	4	4
	90%	5	5	5	5

Simulação Computacional

- Análise dos modelos

Melhores resultados

POSIÇÃO	ORIENT	VIDRO	PAF
1	SUL	RE	10%
2	SUL	RE	30%
3	SUL	CI	10%
4	SUL	AZ	10%
5	SUL	BR	10%
6	SUL	VE	10%
7	SUL	RE	50%
8	SUL	IN	10%
9	SUL	RE	70%
10	SUL	RE	90%

Piores resultados

POSIÇÃO	ORIENT	VIDRO	PAF
111	OESTE	CI	90%
112	OESTE	AZ	90%
113	OESTE	BR	90%
114	OESTE	VE	90%
115	NORTE	IN	70%
116	OESTE	AZ	70%
117	NORTE	IN	90%
118	OESTE	IN	50%
119	OESTE	IN	70%
120	OESTE	IN	90%

Simulação Computacional

- Discussão dos resultados
 - Orientação:
 - Maior quantidade de horas de conforto: Sul
 - Menor consumo energético: Norte/Sul
 - PAF: 10% e 30%
 - Tipo de vidro (fator solar utilizado):
 - Melhor desempenho: refletivo
 - Pior desempenho: incolor

Qualidade Arquitetônica

- Etapa 1 – Desenvolvimento do questionário Web (Probst, 2008; Oliveira, 2003; Schonlau, 2001; Flick, 2009)

- 25 telas
- 23 questões
- 5 partes

PARTE I

QUESTIONÁRIO	PARTE I
	<p>1.a) Estética da edificação</p> <p><input type="radio"/> Agrada muito</p> <p><input type="radio"/> Agrada</p> <p><input type="radio"/> Indiferente</p> <p><input type="radio"/> Desagrada</p> <p><input type="radio"/> Desagrada muito</p> <p>1.b) Percentual de vidro na fachada</p> <p><input type="radio"/> Agrada muito</p> <p><input type="radio"/> Agrada</p> <p><input type="radio"/> Indiferente</p> <p><input type="radio"/> Desagrada</p> <p><input type="radio"/> Desagrada muito</p> <p>1.c) Cor do vidro</p> <p><input type="radio"/> Agrada muito</p> <p><input type="radio"/> Agrada</p> <p><input type="radio"/> Indiferente</p> <p><input type="radio"/> Desagrada</p> <p><input type="radio"/> Desagrada muito</p> <p>Próximo</p>
PARTE I	4 / 25

PARTE II

QUESTIONÁRIO	PARTE II
 Edifício 01	 Edifício 02
PARTE II	<p>12. Qual dos edifícios mais lhe agrada?</p> <p><input type="radio"/> Edifício 1</p> <p><input type="radio"/> Edifício 2</p> <p>Próximo</p>
PARTE II	16 / 25

Qualidade Arquitetônica

- Etapa 1 – Desenvolvimento do questionário Web

PARTE III

QUESTIONÁRIO

PARTE III



15. Quais as palavras que você associa a essa imagem?

- Poder
- Status
- Eficiência
- Contemporaneidade
- Originalidade
- Criatividade
- Beleza
- Todas as anteriores
- Nenhuma das anteriores

Próximo

PARTE III

20 / 25

PARTE IV

QUESTIONÁRIO

PARTE IV



17. Qual a cor do vidro que mais lhe agrada?

- Incolor
- Verde
- Azul
- Cinza
- Bronze
- Reflexivo

Próximo

PARTE IV

23 / 25

PARTE V

QUESTIONÁRIO

PARTE V

Agora, por favor, informe:

19. Qual sua atividade principal?
Arquiteto

20. Anos de experiência?
Menos de 5 anos

21. Estado:
[]

22. Nome: [] (opcional)

23. E-mail: [] (opcional)

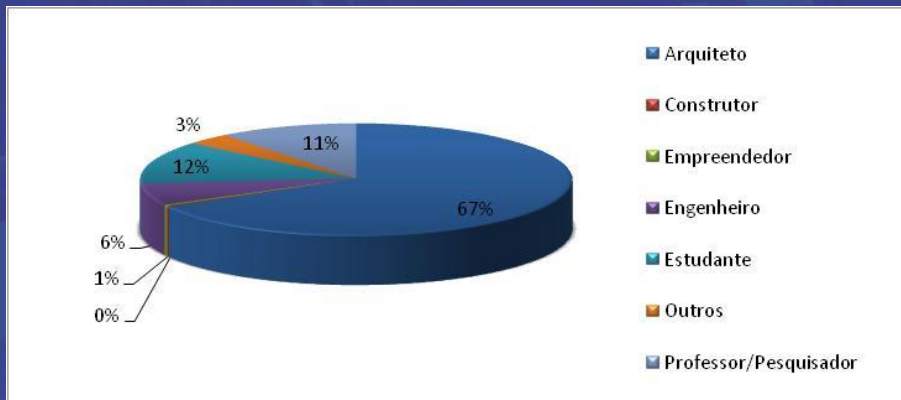
ENVIAR

PARTE V

25 / 25

Qualidade Arquitetônica

- Etapa 2 – Aplicação do questionário



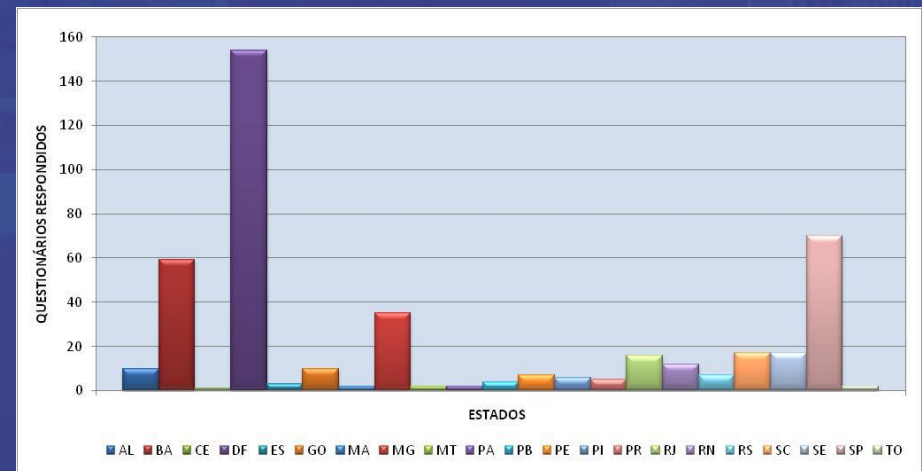
Número de respondentes segundo a atividade:

- 295 arquitetos
- 55 estudantes;
- 47 professores/pesquisadores
- 28 engenheiros
- 18 outros

Número de respondentes segundo a localização:









- 154 – Distrito Federal
- 70 – São Paulo
- 59 – Bahia
- 35 – Minas Gerais

443 questionários respondidos



Edifícios analisados – Parte 1

Aceitabilidade da fachada

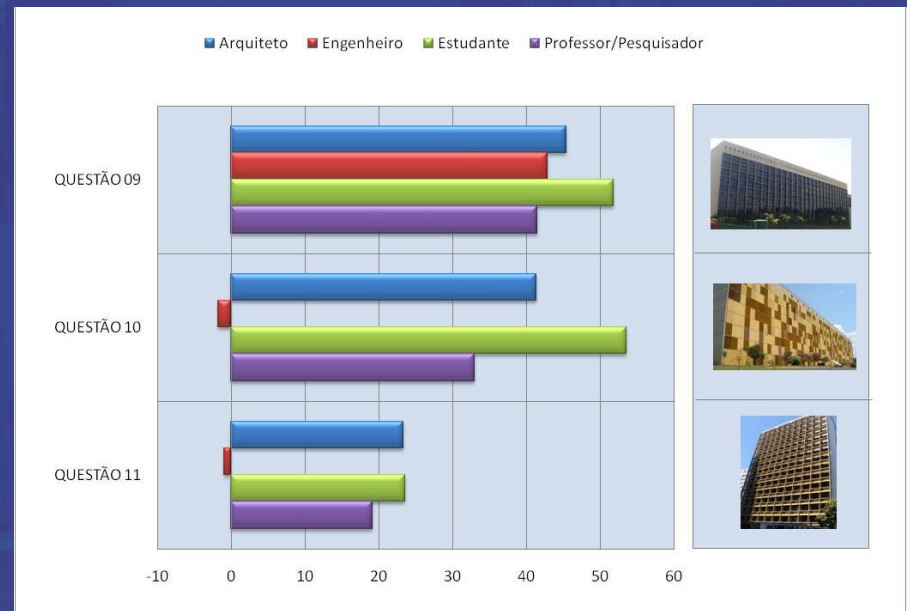
QUESTÃO	EDIFÍCIO	IMAGEM	PAF	TIPO DE VIDRO
01	Via Capital		81%	Refletivo verde
02	Cuiabá		96%	Cinza
03	Curitiba		50%	Bronze
04	BusinessPoint		44%	Refletivo azul
05	Márcia		40%	Refletivo prata
06	Sec. Seg. Publica		33%	Refletivo Prata
07	Varig		17%	Refletivo azul
08	Juizado Central Criminal		28%	Incolor



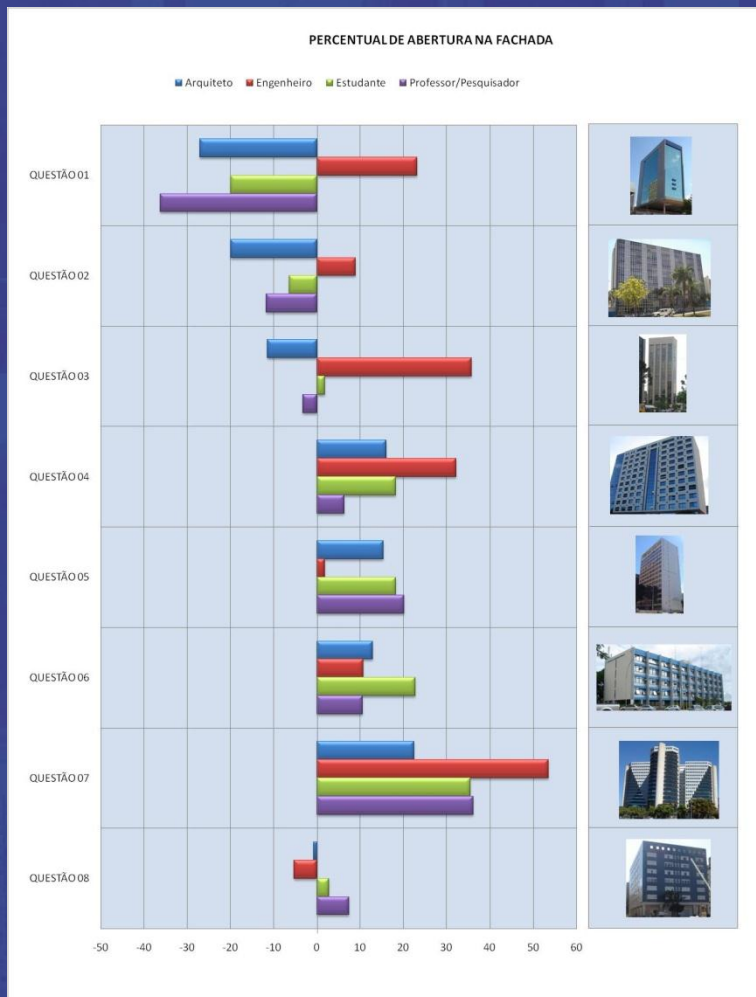
Edifícios analisados – Parte 1

Aceitabilidade da fachada

QUESTÃO	EDIFÍCIO	IMAGEM	BRISE
09	STJ – Ministros I		Misto
10	Anexo IV - Câmera		Vertical
11	Denasa		Horizontal



Aceitabilidade do PAF e Tipo de vidro



Aceitabilidade do elemento de proteção solar



Questionário – Parte II

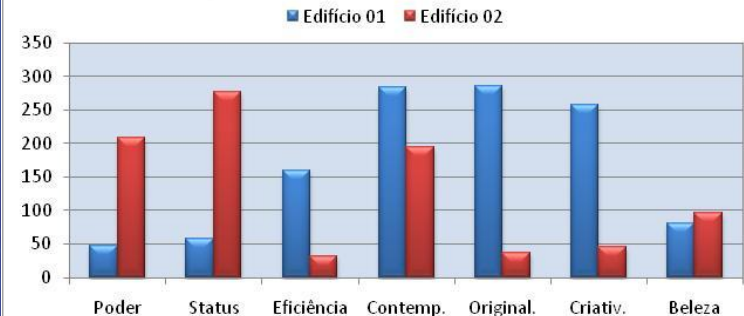


Questionário – Parte III

Quais palavras você associa com a imagem?



Quais palavras você associa a estes edifícios

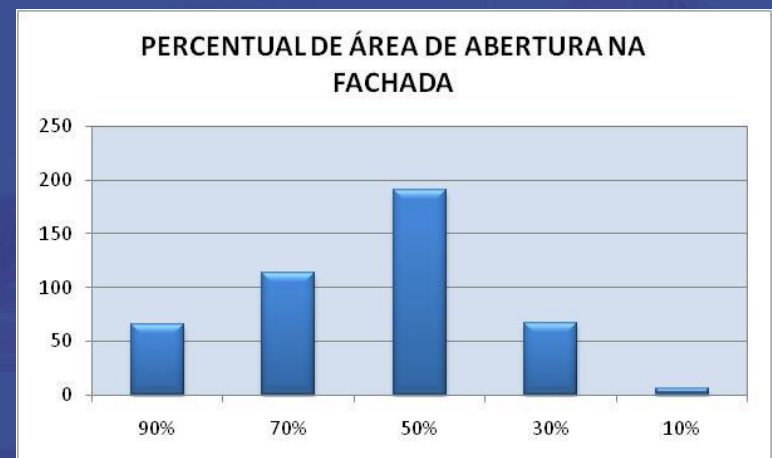
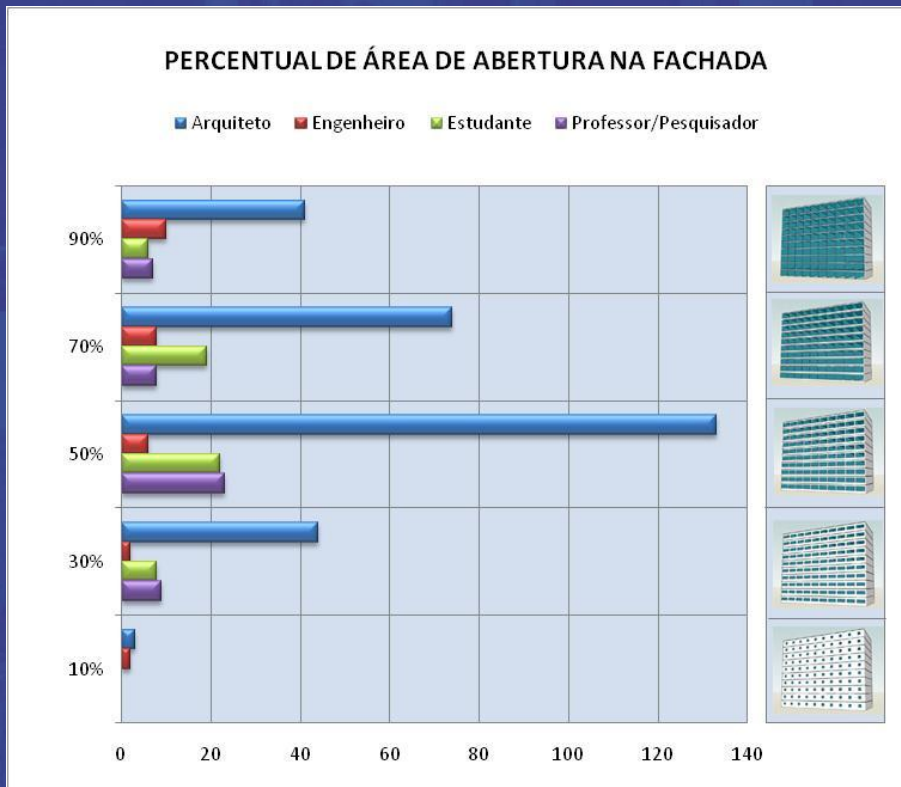


Quais palavras você associa com a imagem?

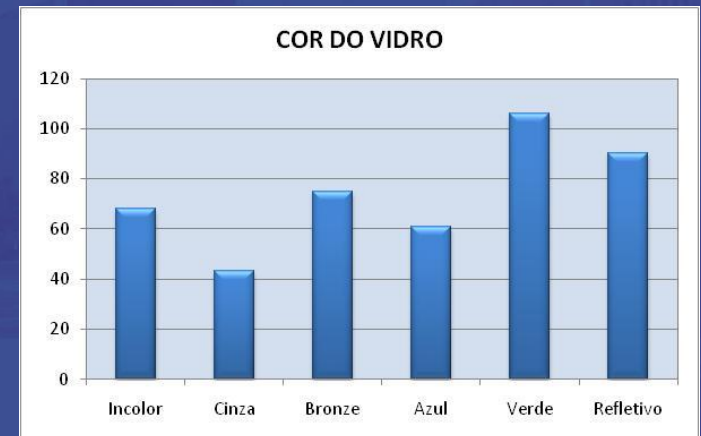
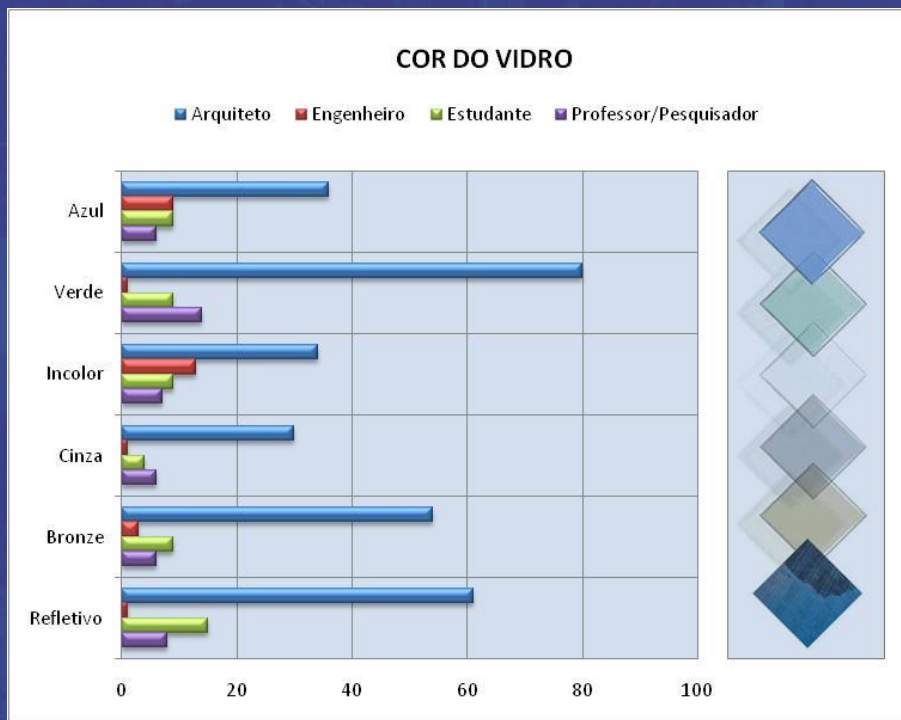


Adjetivos definidos segundo Claro e Damante, 2010 e Bruand, 1981.

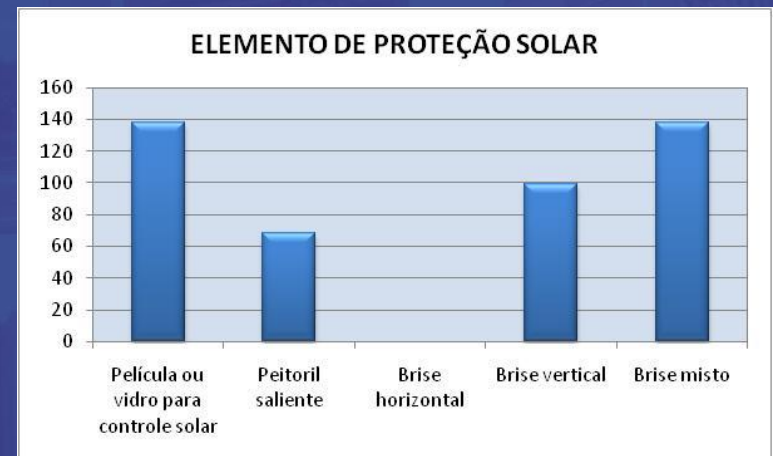
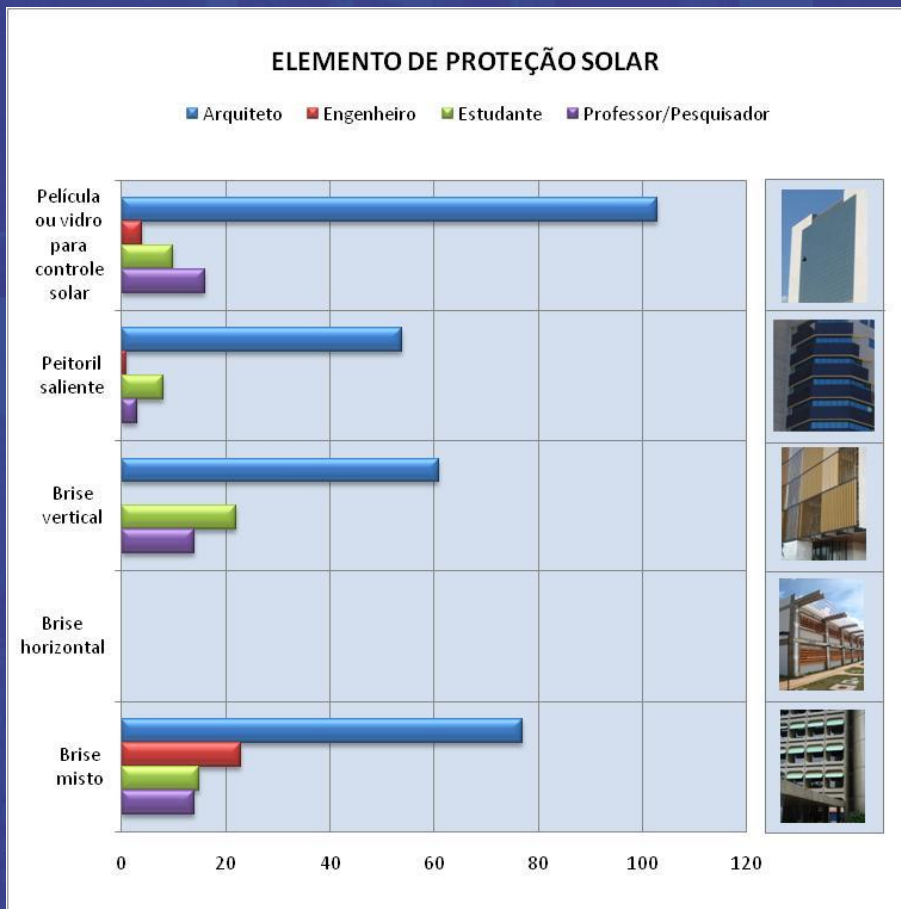
Questionário – Parte IV



Questionário – Parte IV



Questionário – Parte IV



Qualidade Arquitetônica

- Etapa 4 – Discussão dos resultados

Aceitabilidade	Pior classificado		Melhor classificado	
Fachada				
PAF	PAF = 81%		PAF = 17%	
Tipo de vidro	Cinza		Refletivo azul	

Qualidade Arquitetônica

- Etapa 4 – Discussão dos resultados

Aceitabilidade	Pior classificado	Melhor classificado
Fachada		
Elemento de proteção solar		

Qualidade Arquitetônica

- Etapa 4 – Discussão dos resultados
 - PAF
 - Melhor: 50%
 - Pior: 10%
 - Tipo de vidro
 - Melhor: verde
 - Pior: cinza
 - Elemento de proteção solar
 - Melhor: película e brise misto
 - Pior: brise horizontal

Subsídios para elaboração de diretrizes projetuais

- o percentual de abertura na fachada – PAF mais indicado está entre **30% e 50%**, sendo o PAF de 50% o mais positivamente avaliado para o aproveitamento da ventilação natural;
- o tipo de vidro mais indicado é o **refletivo** e os vidros incolor e cinza não são bem aceitos;
- o desempenho ambiental depende da integração do fator solar do vidro especificado, do PAF utilizado e da existência do elemento de sombreamento;
- o uso do **elemento de proteção** é sempre indicado para melhorar a qualidade ambiental, sendo o brise misto o mais aceito;
- a presença do brise favorece a interação com o entorno e possibilita vista para o exterior e são bem aceitos pelos projetistas; e
- a orientação mais indicada para o aproveitamento da luz natural e da ventilação natural é a **Norte/Sul**.

Considerações Finais

- Edifícios em Brasília projetados com pouca preocupação com os aspectos ambientais
- Percepção do usuário influenciada pelos meios artificiais
- Tipologia com fachadas com cortina de vidro – mais problemática
- Percepção do Arquiteto x Engenheiro
- Necessidade de integração da qualidade ambiental com a qualidade arquitetônica

MUITO OBRIGADA!

“A chave de uma arquitetura verdadeiramente sustentável para o novo milênio depende da criação de pontes que unam a tecnologia de conservação, com uma filosofia centrada no meio-ambiente e da capacidade dos projetistas de transformar essas forças integradas numa nova linguagem visual” (WINES, 2008).