QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO EM EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS: O EDIFÍCIO FNDE

Marco Túlio Bones (1); Vívian Maurer Bortolotto (2); Maria Clara de Oliveira Nobre (3); Izabella Mendonça Cavalcante (4); Cláudia Naves David Amorim (5)
(1) Mestrando em Arquitetura e Urbanismo no PPG-FAU- UnB, tulio.boones@gmail.com
(2) Arquiteta e Urbanista, aluna especial no PPG-FAU - UnB, maurer.vivian@gmail.com
(3) Arquiteta e Urbanista, aluna especial no PPG-FAU - UnB, mariaclaraoliveiran@gmail.com
(4) Arquiteta e Urbanista, aluna especial no PPG-FAU - UnB, izabella.m.cavalcante@gmail.com
(5) Doutora, Profª do Departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo, clamorim@unb.br, Universidade de Brasília - UnB, Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética, Campus Darcy Ribeiro - ICC Bloco A, Ala Norte | CEP: 70904 - 970 - Brasília/DF, tel: (61) 3107-7454

RESUMO
A iluminação desempenha um papel indiscutível nos espaços internos, proporcionando melhorias na saúde humana, no bem-estar e na produtividade dos usuários, especialmente em ambientes de trabalho. Além disso, a qualidade da iluminação é fundamental para a melhoria das condições ambientais e a eficiência energética. Este artigo tem como objetivo analisar as condições de iluminação interna em um edifício de escritórios, a fim de verificar a qualidade da iluminação natural e artificial nos ambientes de trabalho, e relacionar os resultados obtidos com a percepção dos usuários. O método utilizado foi o estudo de caso, que consistiu nos seguintes passos: análise morfológica da edificação, por meio da aplicação do Diagrama Morfológico; realização de medições in loco para verificar o nível de iluminância nos ambientes; análise da qualidade da vista externa com base nos critérios da NBR 15.215-3; e aplicação de um questionário para compreender a percepção dos usuários em relação aos ambientes analisados. Os resultados permitiram compreender aspectos relacionados à implantação do edifício, como a orientação solar e sua relação com o entorno, identificar os níveis de iluminância no plano horizontal (estações de trabalho) e compará-los com os valores apresentados na ABNT NBR 15.215 (em revisão), classificar a vista externa quanto ao seu nível de qualidade e relacionar as respostas e avaliações dos usuários com os dados obtidos. Concluiu-se por meio do estudo realizado que a qualidade da iluminação nos ambientes analisados não se mostrou satisfatória para as atividades desenvolvidas nessa tipologia.

Palavras-chave: iluminação natural, iluminação, iluminância, NBR 15.215.

ABSTRACT
Lighting plays an undisputed role in indoor spaces, providing improvements in human health, well-being, and user productivity, especially in work environments. Furthermore, the quality of lighting is essential for improving environmental conditions and energy efficiency. This article aims to analyze the conditions of internal lighting in an office building to assess the quality of natural and artificial lighting in work environments and correlate the results obtained with user perception. The method used was a case study, which consisted of the following steps: morphological analysis of the building through the application of the Morphological Diagram; on-site measurements to verify the illuminance levels in the environments; analysis of the quality of the external view based on the criteria of NBR 15.215-3; and the application of a questionnaire to understand user perception regarding the analyzed environments. The results allowed for an understanding of aspects related to the building's implementation, such as solar orientation and its relationship with the surroundings, identification of illuminance levels in the horizontal plane (workstations) and comparison with the values presented in ABNT NBR 15.215 (under revision), classification of the external view according to its level of quality, and correlation of user responses and evaluations with the data obtained. It was concluded from the study that the quality of lighting in the analyzed environments was not satisfactory for the activities carried out in this typology.

Keywords: daylight, lighting, illuminance, NBR 15.215.

1. INTRODUÇÃO

O uso da iluminação natural para a melhoria da qualidade ambiental e da sustentabilidade no espaço construído tem se tornado cada vez mais necessário. Knoop *et al*. (2020) apresentam a importância da iluminação natural na vida das pessoas, uma vez que ela é necessária para a visão, é importante para a saúde e bem-estar do indivíduo, e pela sua disponibilidade e capacidade de auxiliar na sustentabilidade das edificações. Com o aumento da atenção sobre as questões de sustentabilidade e eficiência energética, o uso da iluminação natural em projetos de arquitetura tem se tornado um importante componente para a eficiência energética das edificações (KRUISSELBRINK *et al*., 2018; TURAN *et al*., 2020).

A utilização da luz natural para iluminar os ambientes internos está diretamente ligada à economia de energia elétrica, o que torna o ambiente mais agradável e confortável, gerando um maior bem-estar aos usuários (FARIA *et al*., 2017). Além da economia gerada, a iluminação natural auxilia no desempenho visual, no desenvolvimento de tarefas cotidianas, sincroniza o sistema circadiano, proporciona melhorias de humor, bem-estar e desenvolvimento cognitivo, e afeta diretamente a percepção dos usuários em relação aos espaços e objetos, devido à direcionalidade, intensidade, distribuição e difusão da luz (KNOOP *et al*., 2020).

Entretanto, pesquisas recentes apontam que tem ocorrido baixa exposição dos usuários à iluminação natural. Essa baixa exposição pode ser responsável por diversos problemas físicos e psicológicos, tais como problemas visuais como miopia e baixa percepção de cores, além de influenciar o sistema circadiano, afetando a qualidade do sono, saúde, humor e habilidades cognitivas dos usuários. Outro problema identificado é o excesso de luz em alguns ambientes, o que pode gerar outros fatores como ofuscamento, afetando o desempenho visual e levando à fadiga; cintilação, resultando em dores de cabeça, fadiga ocular, convulsões e redução do desempenho visual. Ou seja, além da penetração de luz em um ambiente, é necessário que seja de qualidade, de modo a causar um efeito positivo na satisfação e no bem-estar geral (KNOOP *et al*., 2020; TURAN *et al*., 2020).

Promover uma iluminação de qualidade e que atenda às necessidades humanas é um desafio a ser enfrentado. Houser *et al*. (2020) falam sobre a iluminação centrada no ser humano, ou iluminação integrativa, cujo pensamento integra luz natural e artificial como mediadores de respostas visuais, biológicas e comportamentais nos seres humanos. Segundo eles, para um bom projeto de iluminação, quatro variáveis devem ser consideradas: distribuição espacial, espectro de luz, quantidade de luz e padrões temporais (tempo e duração de exposição). As decisões de projeto sobre como tratar a luz nessas quatro categorias podem proporcionar níveis variados de qualidade de iluminação, influenciando diretamente a satisfação dos usuários (HOUSER *et al*., 2020).

A iluminação centrada no ser humano deve, portanto, abranger os efeitos visuais e não visuais (sistema circadiano), produzindo benefícios fisiológicos e psicológicos nos usuários. As tecnologias e a iluminação artificial podem facilitar esse processo, devido à ampla variedade de espectros e controles que permitem aumentar e diminuir níveis de iluminação no campo visual do usuário. Contudo, somente o uso de tecnologias não é suficiente para uma iluminação de qualidade, sendo necessária sua integração com a luz natural, com foco nos resultados humanos (HOUSER *et al*., 2020). Para isso, é essencial um bom dimensionamento das aberturas, assim como o fornecimento de vistas adequadas, variáveis que dependem diretamente do projeto arquitetônico, do layout interno e do entorno do edifício (TURAN *et al*., 2020).

A partir do exposto, analisaram-se as condições da iluminação nos ambientes de trabalho do 14° andar do Edifício FNDE. O prédio (figura 1) está localizado no Setor Bancário Sul de Brasília-DF, foi projetado pelo arquiteto Álvaro Abreu, construído no ano de 1987 e é composto por 15 andares, pavimento térreo e quatro níveis no subsolo, sendo dois deles utilizados para ambientes de trabalho. Sediou o extinto Ministério do Desenvolvimento Urbano - MDU, do TRF 1ª Região e, atualmente, abriga a sede do Fundo Nacional de Desenvolvimento e Educação (FNDE).

Em 2009, o prédio passou por uma ampla reforma que readequou sua infraestrutura, antes voltada para o funcionamento de salas comerciais e escritórios, para amplos espaços que possibilitam a integração das equipes e o trabalho desenvolvido por elas. Nessa reforma, foram trocadas as esquadrias, cortinas, revestimentos, mobiliário, além dos sistemas elétrico, hidráulico, eletrônico, de refrigeração e de iluminação (FNDE, 2023). O objetivo era oferecer condições adequadas de trabalho em um ambiente racional e integrado. Atualmente, o prédio tem capacidade para abrigar cerca de 1.300 usuários, e vários deles não se sentem totalmente confortáveis em relação à iluminação.



Figura 1 – Fachadas do Edifício FNDE. Fonte: Autores, 2023.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo analisar as condições de iluminação interna de um edifício de escritórios, utilizando como estudo de caso três ambientes de trabalho do Edifício FNDE - Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação, localizado no Setor Bancário Sul, Brasília - DF. Propõe-se verificar a qualidade da iluminação em tais ambientes e relacionar os resultados obtidos com a percepção dos usuários em relação às áreas.

3. MÉTODO

Para avaliar a qualidade da iluminação nos ambientes de trabalho, foram adotados os seguintes procedimentos: a aplicação do Diagrama Morfológico de Amorim (2007), a realização de medições in loco utilizando um luxímetro, a avaliação da vista externa de cada estação de trabalho e a aplicação de um questionário online aos usuários de cada ambiente. Esses procedimentos foram conduzidos de acordo com os conceitos e o protocolo de monitoramento descritos na revisão da ABNT NBR 15.215, partes 3 e 4 (2023), e serão explicados em detalhes a seguir.

3.1. Diagrama morfológico

Para realizar a análise da edificação, utilizou-se o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007), uma ferramenta de análise de projetos que avalia qualitativamente a arquitetura considerando aspectos ambientais, com foco especial na utilização de luz natural e ventilação natural.

O diagrama é dividido em três níveis (espaço urbano, edifício e ambiente interno), abrangendo diferentes parâmetros de análise e suas variáveis, o que possibilita compreender e avaliar o edifício em relação à iluminação natural, conforto ambiental e eficiência energética (AMORIM, 2007).

3.2. Medições *in loco*

Para uma melhor compreensão das condições dos ambientes analisados, realizaram-se medições in loco das iluminâncias no plano de trabalho (horizontal) e nos pontos centrais dos ambientes, a fim de obter a iluminância global.

As medições foram conduzidas em duas etapas, no dia 25 de janeiro de 2023, pouco mais de um mês após o solstício de verão (22 de dezembro), nos horários de 9h, 12h e 15h. A primeira etapa consistiu apenas na utilização da luz natural, enquanto na segunda etapa combinou-se a luz natural com a iluminação artificial. Além disso, no dia 26 de janeiro de 2023, às 20h, realizou-se uma medição específica da iluminação artificial. Os parâmetros de suficiência da iluminância adotados basearam-se nos valores previstos na revisão da ABNT NBR 15.215, sendo: para medições apenas com luz natural, um mínimo de 100 lux e uma iluminância alvo entre 250 e 3000 lux. Para medições com luz artificial, foram considerados valores entre 500 e 3000 lux. Adicionalmente, foram conduzidas medições simultâneas no exterior do edifício para obter o nível de iluminância externa, conforme recomendado pela revisão da ABNT NBR 15.215-4. Essas medições externas foram realizadas no pátio em frente ao edifício, onde não havia obstruções devido à interdição na cobertura.

3.3. Qualidade da vista externa

Para avaliação da vista externa foi utilizado o "método simplificado de verificação da vista para o exterior" da revisão da ABNT NBR 15.215-3, por meio do qual é possível avaliar a conexão do interior com o exterior, ou seja, a relação que o indivíduo, que está no interior do edifício, possui com o meio externo.

Essa avaliação deve ser feita a partir de pontos internos do ambiente, e classificada de acordo com os níveis da vista, que incluem a porção de céu, de paisagem antrópica e/ou natural e de piso externo. A qualidade da vista externa depende de alguns fatores para a análise, como o tamanho da abertura para a luz natural entrar, a largura da vista e seu ângulo de visão horizontal, a distância externa de visão, o número de camadas e a qualidade das informações ambientais da vista. Devendo ser composta no mínimo pela camada paisagem. O nível de qualidade da vista para o exterior deve ser considerado de acordo com o critério que tiver menor avaliação, dentre os três parâmetros analisados, e classificado em nível I (condição mínima), para o nível II (condição média) até o nível III (condição alta).

3.4. Aplicação de questionário

Para compreender a percepção dos usuários em relação aos ambientes analisados, foi realizado um questionário online por meio da plataforma *Google Forms*. A finalidade deste era obter uma compreensão geral do ambiente luminoso percebido pelo usuário. O questionário foi adaptado do questionário utilizado pela *International Energy Agency* (IEA) na *Task* 50. As perguntas foram ajustadas para se adequarem ao contexto nacional e foram enviadas aos usuários de cada ambiente analisado em 30 de janeiro de 2023.

O questionário continha 24 questões de múltipla escolha, abordando aspectos relacionados ao clima social e físico dos ambientes. Este instrumento era dividido em cinco partes, a saber: avaliação geral onde os aspectos avaliados são luz natural, artificial, nível de ruído, odor/cheiro, ventilação, temperatura, tamanho da janela, privacidade, tamanho do espaço, vista e impressão geral do ambiente; bem como apreciação geral do ambiente, onde os aspectos avaliados são tamanho total das janelas e com relação à vista externa, transparência dos vidros e dos sistemas de proteção solar e claridade sem iluminação artificial; experiência de ofuscamento; iluminação artificial, aparência do ambiente sob iluminação artificial, ocorrência de oscilação pelo sistema de iluminação artificial, tipo de controle da luz e operação do mesmo; e, por fim, informações adicionais sobre o ambiente, como posição do usuário com relação à janela. O objetivo era compreender a opinião dos usuários sobre elementos tais elementos, considerados relevantes para a qualidade ambiental (AMORIM, 2021).

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação do diagrama morfológico

O preenchimento do diagrama morfológico nos permitiu compreender a morfologia da edificação, a orientação solar e sua relação com o entorno. No nível do espaço urbano, a única variável considerada problemática foi a alta especularidade do edifício, o que poderia causar ofuscamento nos edifícios ao redor. No nível do edifício, as variáveis consideradas problemáticas foram a planta profunda, que dificulta o aproveitamento da luz nos ambientes mais distantes das janelas, e a taxa de abertura nas fachadas entre 50% e 75%, que pode gerar problemas térmicos no interior do edifício.

No geral, a edificação recebe radiação direta em todas as fachadas ao longo do dia, e os prédios vizinhos não têm uma influência significativa em termos de sombreamento. A fachada é composta por uma combinação de revestimento em painéis de alumínio composto (ACM) e vidro, com predominância do vidro. Apesar da utilização de vidro laminado refletivo azul de 8mm e 10mm, ainda é necessário o uso de cortinas rolô com tela solar *screen* em todas as orientações, além de cortinas *blackout* na fachada oeste/noroeste para reduzir a radiação direta nos ambientes. É importante ressaltar que o projeto original previa a presença de brises verticais móveis nas fachadas, os quais foram removidos durante uma reforma realizada em 2009.

A figura 2 apresenta os 03 ambientes analisados, todos localizados no 14º andar do edifício. Os 03 ambientes possuem variáveis consideradas problemáticas, como a dimensão do coletor de luz superior a 45% e a ausência de controles para a integração da iluminação artificial. O ambiente 01 possui um layout diferenciado, com mesas sem divisórias, visão externa sem grandes obstruções e maior controle sobre a iluminação artificial. Os ambientes 02 e 03 possuem layouts semelhantes, com mesas cercadas por divisórias de 1,35m de altura, pouca visão externa e menor controle sobre a iluminação artificial, uma vez que os sistemas de iluminação não são controlados pelos usuários. Embora a iluminação natural esteja disponível em todos os ambientes analisados, observa-se um uso excessivo da iluminação artificial durante o dia. Como não há sistemas de automação ou dimerização, as lâmpadas permanecem acesas durante todo o expediente. Mesmo com a separação de circuitos, os usuários não são incentivados a controlar a iluminação, o que pode influenciar

diretamente no consumo energético do edifício. Outro ponto identificado foi a remoção de lâmpadas das luminárias por solicitação dos usuários dos ambientes 02 e 03, alegando incômodo devido ao "excesso de luz". Além disso, observou-se que em determinados horários há ocorrência de ofuscamento pela luz do dia. No entanto, no ambiente 01, como o acesso às cortinas é facilitado, os usuários conseguem controlar a quantidade de luz que entra no espaço, reduzindo esse incômodo. Nos ambientes 02 e 03 esse controle é limitado devido a adoção das divisórias que dificultam o acesso às janelas e cortinas, ocasionando desconforto visual.

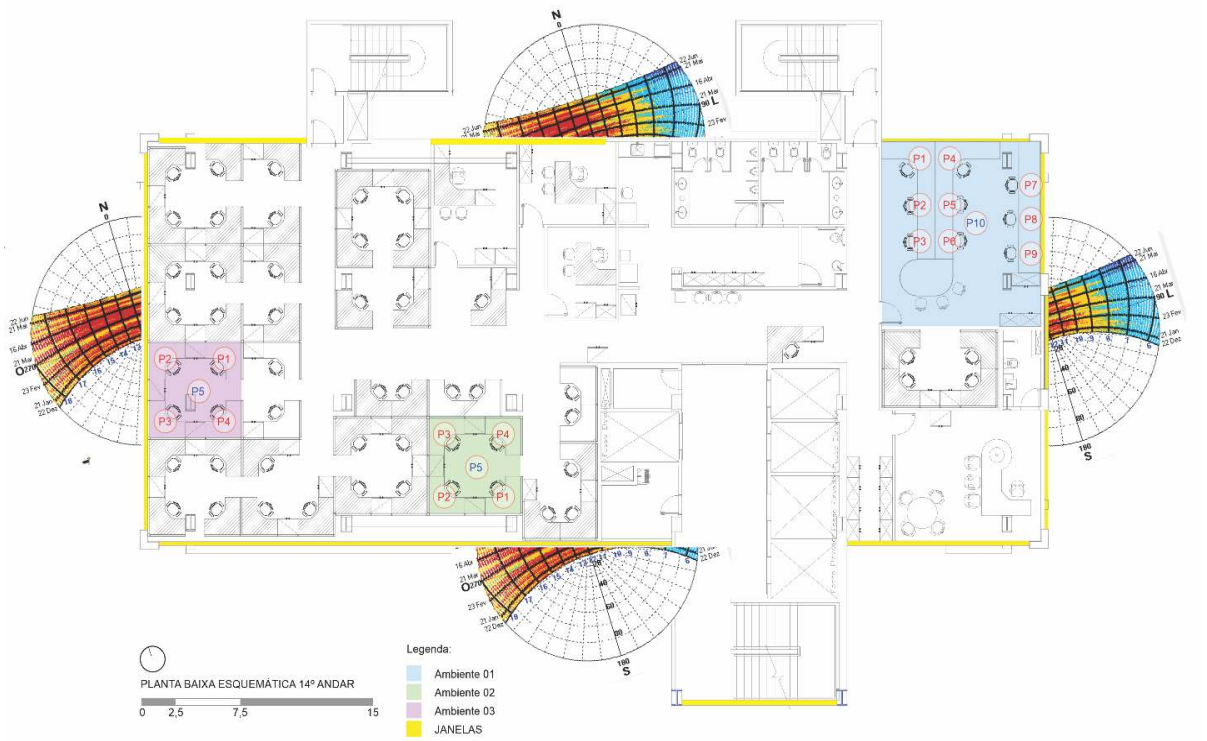


Figura 2 – Planta baixa do 14ª andar do Edifício FNDE com a indicação dos ambientes analisados, pontos de medições e sobreposição da carta solar. Fonte: FNDE, 2023; adaptado pelos autores, 2023.

4.2. Avaliação das Medições *in loco*

Para a análise dos resultados, utilizaram-se parâmetros presentes na revisão da norma ABNT 15.215, a fim de identificar a suficiência da iluminância no plano horizontal. Para as medições da luz natural, considerou-se o valor mínimo de 100 lux, e a iluminância alvo entre 250 e 3000 lux. Para a combinação de luz natural e artificial, adotou-se o valor mínimo de 500 lux. A figura 4 apresenta a legenda de cores utilizada na planilha de medições a seguir.

Iluminação no ambiente de trabalho segundo a ABNT NBR 15215 (ilumin

E (lux)	<100lux	<100; 250>	<250; 3000>	>3000
legenda	não atende	Minimo	Alvo	Ofuscamento

Iluminação no ambiente de trabalho segundo a ABNT NBR 8995 (ilumina

E (lux)	<500lux	<500; 3000>	>3000
legenda	não atende	Alvo	Ofuscamento

Figura 3 – Legenda de cores utilizadas nas planilhas de medições, com base na revisão da ABNT NBR 15215

O ambiente 01 (tabela 1) apresentou adequada iluminância nos planos horizontais (estações de trabalho) durante a primeira medição (9h). Nesse momento, as condições consistiam em céu claro, poucas nuvens e alta incidência solar, resultando em uma média de iluminância de 440 lux para a iluminação natural e 805 lux para a combinação de luz natural e artificial. Ao meio-dia, o céu estava parcialmente encoberto, e a média de iluminância para a luz natural foi de 175 lux, insuficiente em relação à norma que estabelece um mínimo de 250 lux. Para a combinação de luz natural e artificial, a média foi de 563 lux. Às 15h, os valores ficaram abaixo do recomendado em ambas as situações, com uma média de 69 lux para a luz natural e 387 lux para a combinação de luz natural e artificial. O mesmo ocorreu durante a noite, quando a média foi de 370 lux, não atendendo às recomendações da norma.

Tabela 1 – Medições do ambiente 01.

Ambiente 01													
	9h				12h				15h				20h
	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[ART]
P1	655	864	88.000	12.000	206	658	56.400	6.400	119	447	6.580	1.950	377
P2	256	654	88.000	12.000	116	511	44.200	11.500	43	489	5.870	2.390	435
P3	169	466	86.900	22.700	81	409	44.200	11.500	28	359	5.870	2.390	389
P4	215	487	86.900	22.700	79	370	44.200	11.500	23	351	5.870	2.390	373
P5	280	642	61.100	10.000	105	505	44.200	11.500	46	399	5.870	2.390	407
P6	633	1041	61.100	10.000	351	819	36.300	11.300	133	410	4.750	2.190	384
P7	942	1332	61.100	10.000	383	896	36.300	11.300	130	413	4.750	2.190	405
P8	458	964	62.100	11.500	163	566	36.300	11.300	58	348	4.750	2.190	338
P9	603	1095	62.100	11.500	223	475	36.300	11.300	79	280	4.750	2.190	258
P10	191	505	75.900	10.700	44	421	36.300	11.300	31	383	4.750	2.190	342
Média	440,2	805		Média	175,1	563		Média	69	387,9		Média	370,8

[NAT] – Iluminação Natural | [NAT+ART] – Iluminação Natural e Artificial | GLOBAL e DIFUSA – Medições externas

No ambiente 02 (tabela 2), os níveis de iluminância no plano de trabalho foram inadequados tanto para a iluminação natural quanto para a combinação de luz natural e artificial. Para a luz natural, em nenhuma situação os níveis mínimos foram alcançados, com médias de 47 lux (9h), 68 lux (12h) e 13 lux (15h). Mesmo com a adição de luz artificial, os resultados permanecem abaixo do esperado, com médias de 201 lux (9h), 221 lux (12h) e 151 lux (15h). A medição realizada durante o período da noite também indicou essa inadequação.

Tabela 2 – Medições do ambiente 02.

Ambiente 02													
	9h				12h				15h				20h
	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[ART]
P1	46	169	78.100	15.600	61	192	164.800	15.100	10	122	3.770	2.160	118
P2	50	254	55.400	13.400	71	263	164.800	15.100	13	164	3.770	2.160	185
P3	37	221	55.400	13.400	53	235	164.800	15.100	15	187	3.770	2.160	172
P4	38	168	55.400	13.400	54	194	164.800	15.100	16	151	3.770	2.160	130
P5	68	193	55.400	13.400	101	224	152.200	13.400	11	131	3.770	2.160	120
Média	47,8	201		Média	68	221,6		Média	13	151		Média	145

[NAT] – Iluminação Natural | [NAT+ART] – Iluminação Natural e Artificial | GLOBAL e DIFUSA – Medições externas

O ambiente 03 (tabela 3) apresentou uma iluminância média com luz natural acima de 100 lux durante a manhã, às 9h e às 12h, com valores de 121 e 183 lux, respectivamente. No entanto, às 15h, com o céu encoberto, a iluminância média com a luz natural foi de apenas 26 lux, significativamente abaixo do valor recomendado pela norma no plano de trabalho. Mesmo com a adição de luz artificial, os valores continuaram insuficientes em todos os horários medidos, sem nenhuma medição alcançando ou ultrapassando os 500 lux, valor estabelecido pela norma ABNT NBR 15.215 para ambientes de escritório com atividades como escrever, digitar, ler, processar dados e outras.

Tabela 3 – Medições do ambiente 03.

Ambiente 03													
	9h				12h				15h				20h
	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[NAT]	[NAT+ART]	GLOBAL	DIFUSA	[ART]
P1	49	353	115.700	13.500	86	366	154.500	14.800	15	263	3.770	2.160	247
P2	118	303	115.700	13.500	187	403	154.500	14.800	18	147	3.770	2.160	207
P3	196	228	95.100	13.000	327	363	154.500	14.800	41	95	3.770	2.160	48
P4	62	118	95.100	13.000	65	154	154.500	14.800	14	89	3.770	2.160	79
P5	180	328	95.100	13.000	250	415	154.500	14.800	43	213	3.770	2.160	13
Média	121	266		Média	183	340,2		Média	26,2	161,4		Média	118,8

[NAT] – Iluminação Natural | [NAT+ART] – Iluminação Natural e Artificial | GLOBAL e DIFUSA – Medições externas

4.3. Avaliação da qualidade da vista externa

A qualidade da vista está relacionada ao tamanho da abertura, à largura da vista (ângulo de visão), à distância externa de visão, ao número de camadas e à qualidade das informações ambientais da vista. A figura 5 apresenta a planta baixa do ambiente, cortes e fotografias das vistas de cada ponto analisado, de acordo com as condições exigidas pela norma. (figura 5).

No que diz respeito à largura da vista para o exterior, o ambiente 01 possui uma abertura correspondente a aproximadamente 55% da distância entre a fachada e o ponto mais distante do ambiente. Os ambientes 02 e 03 possuem aberturas correspondentes a cerca de 70% e 94% da distância entre a fachada e o ponto mais distante do ambiente, respectivamente. Em relação ao número de camadas, o ambiente 01 possui duas camadas:

uma porção de céu e uma porção de paisagem antrópica e natural. O ambiente 02 também possui duas camadas: uma porção de céu e uma porção de paisagem antrópica. No entanto, devido à altura do mobiliário, a visão da paisagem fica comprometida, resumindo-se apenas a uma pequena porção dos edifícios ao redor. O ambiente 03 possui apenas a camada do céu. Considerando esses aspectos, acrescenta-se o valor estético da cena para os ambientes 01 e 02, uma vez que possuem vista da camada de paisagem. No ambiente 01, a vista apresenta uma composição agradável, com elementos que proporcionam um certo equilíbrio à cena, incluindo edifícios, vegetação e parcialmente o lago Paranoá. O mesmo não ocorre no ambiente 02, cuja composição não possui o mesmo equilíbrio e fica limitada às coberturas dos edifícios vizinhos. Considerando todos esses fatores, é possível classificar a qualidade da vista desses ambientes como Nível II para os ambientes 01 e 02, e Nível I para o ambiente 03.

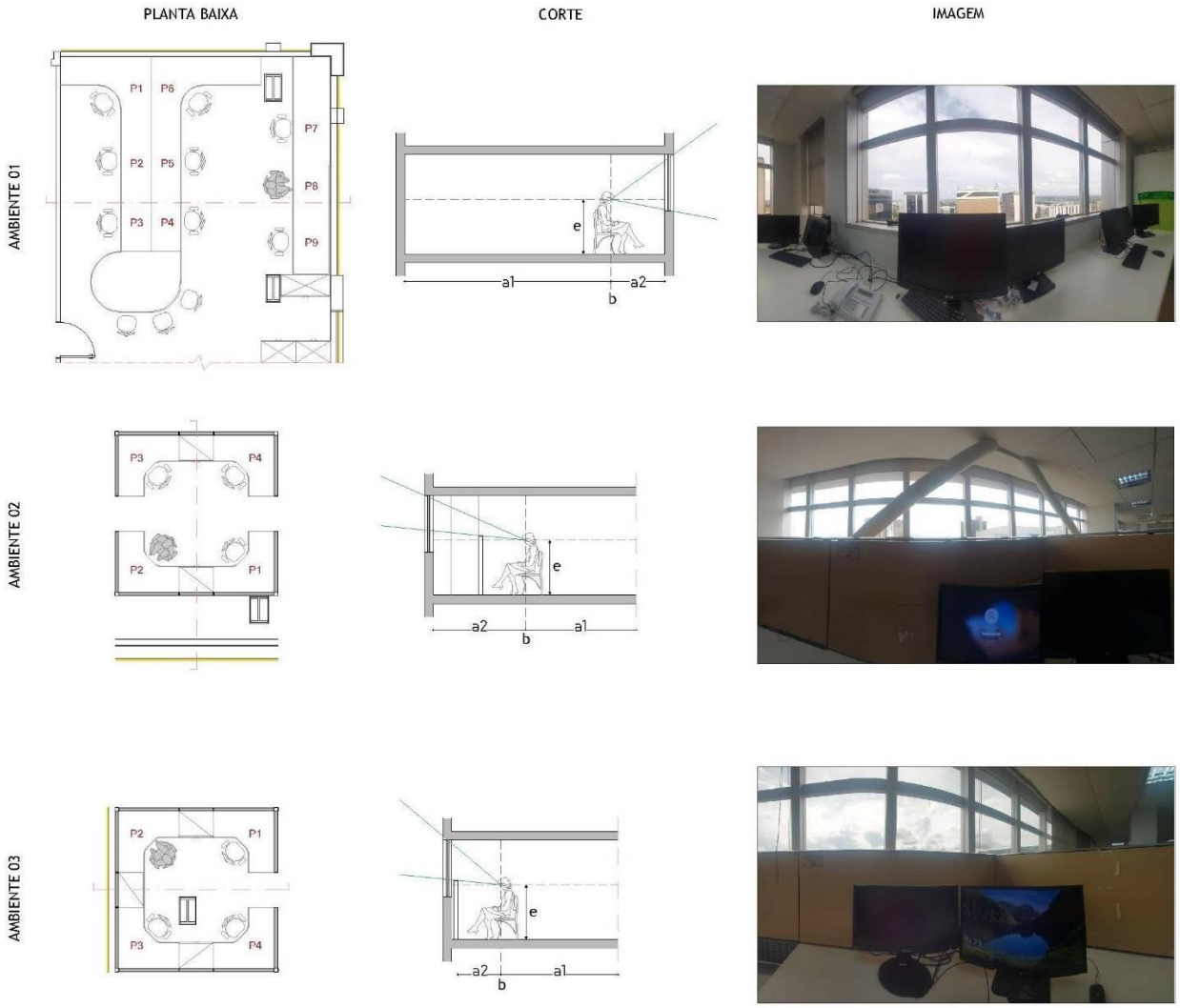


Figura 5 - Planta baixa, cortes e vistas dos ambientes analisados.

4.4. Avaliação das respostas dos usuários

De maneira geral, a maioria dos usuários está satisfeito com o ambiente de trabalho. Entretanto, percebe-se um descontentamento quanto aos quesitos iluminação natural e artificial, ventilação e vista das janelas. Dada a diferença entre os espaços analisados, optou-se por dividir as respostas dos usuários do ambiente 01 das respostas dos usuários dos ambientes 02 e 03, cuja síntese é apresentada na figura 6.

A diferença entre os ambientes analisados é reforçada através das respostas ao questionário de percepção dos usuários. Ao se analisar as respostas (figura 6), percebe-se que os usuários do ambiente 01 estão mais satisfeitos que os usuários dos ambientes 02 e 03, cujas respostas revelam a insatisfação em vários aspectos, como, por exemplo, a iluminação natural e artificial, a ventilação, a temperatura e a vista das janelas.

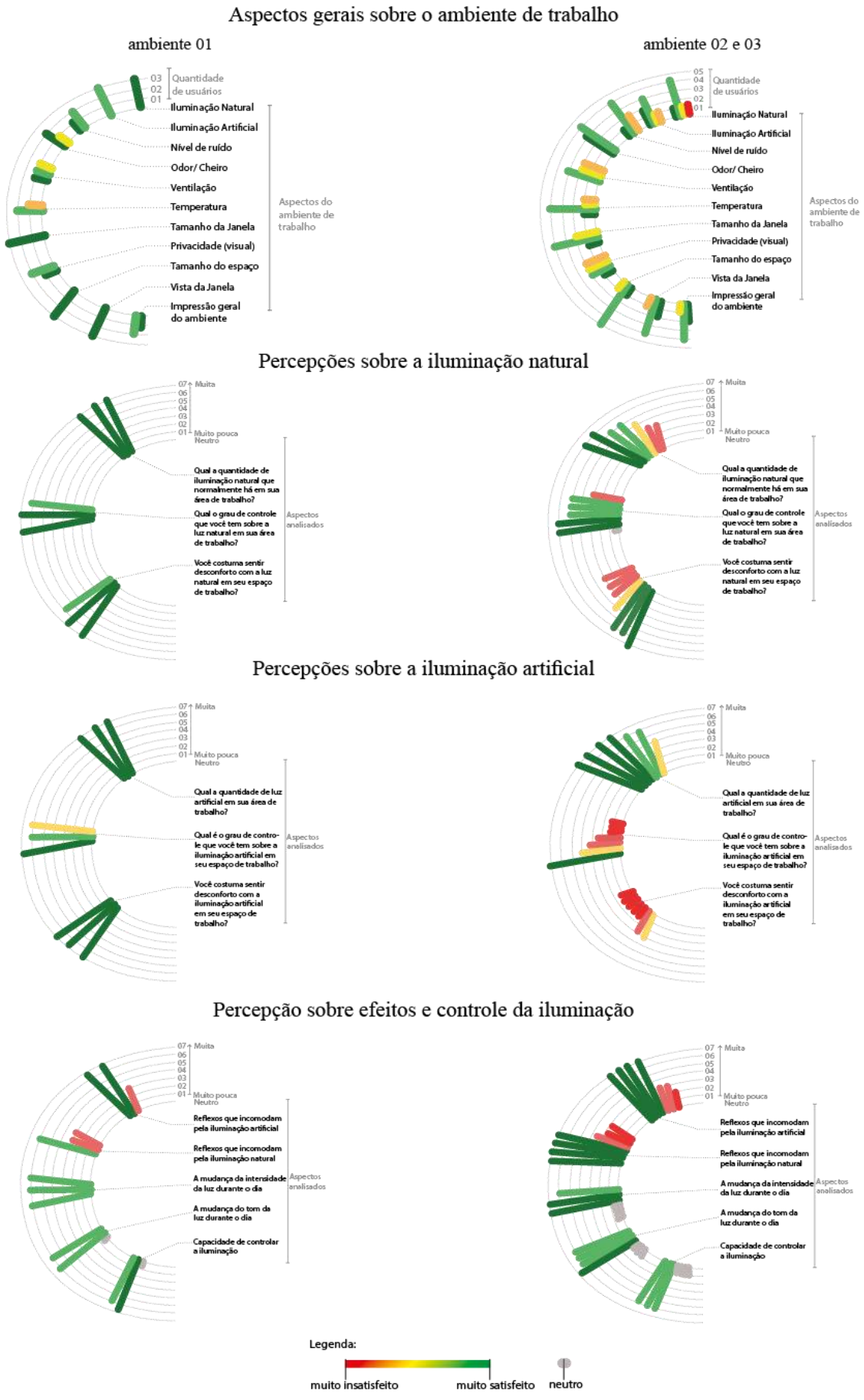


Figura 6 – Gráficos com as respostas acerca da percepção dos usuários.

Nos três ambientes analisados, a maioria dos usuários prefere a combinação de iluminação natural e artificial, porém mencionam desconforto devido a reflexos nas telas dos computadores. Quando questionados sobre a iluminação natural, os usuários dos ambientes 02 e 03 estão mais insatisfeitos em comparação com os do ambiente 01. A dificuldade em manusear as persianas devido à altura das divisórias, bem como a ausência de proteção solar nas aberturas, resulta em desconforto visual e térmico devido à quantidade de luz natural que entra no prédio. Em relação à iluminação artificial, observou-se que os usuários reclamam do desconforto causado pelo "excesso de luz" e pelo reflexo nas telas dos computadores. Como solução, geralmente são retiradas duas lâmpadas das luminárias que originalmente possuem quatro lâmpadas. Essa medida resulta em as estações de trabalho não atingirem o nível mínimo de iluminância indicado pela ABNT NBR 8995, que também não é complementado pela iluminação natural.

Também foram analisadas as respostas dos usuários em relação à qualidade da vista. Em relação ao tamanho das aberturas, 100% dos usuários do ambiente 01 estão muito satisfeitos, enquanto nos ambientes 02 e 03, 14% estão muito satisfeitos e 57% responderam que estão satisfeitos. Quanto à qualidade das vistas, no ambiente 01, 100% dos usuários estão satisfeitos, enquanto nos ambientes 02 e 03, 28% estão muito satisfeitos e 57% responderam que estão satisfeitos.

5. CONCLUSÕES

Uma adequada iluminação pode criar um ambiente interno agradável e atrativo, além de promover maior produtividade e desempenho para os usuários. Esta pesquisa utilizou diversos dados para analisar as condições de iluminação interna do Edifício FNDE, um prédio de escritórios.

O diagrama morfológico permitiu compreender aspectos relacionados à localização do edifício, à orientação solar e à sua relação com o entorno. A implantação do edifício permite a incidência direta de radiação solar em todas as fachadas ao longo do dia, uma vez que as construções vizinhas não causam sombreamento, o que deveria garantir certa quantidade de luz natural no interior. No entanto, devido à profundidade da edificação, a disponibilidade de luz natural é reduzida nas áreas mais distantes das aberturas, impossibilitando também que os usuários tenham acesso à vista externa nesses locais.

Embora as medições tenham sido realizadas em apenas um dia e tenha havido variações climáticas significativas durante os horários de coleta de dados, ainda é possível afirmar que a iluminação nos ambientes analisados não é ideal para a realização de atividades rotineiras em escritórios. Levando em consideração os aspectos analisados a partir das medições, o ambiente 01 apresenta melhor qualidade ambiental do que os ambientes 02 e 03, uma vez que obtém resultados mais próximos dos valores estabelecidos pela norma, o que também é corroborado pelas respostas do questionário de percepção dos usuários. Outros fatores que influenciaram os resultados foram o modelo do mobiliário (cor, dimensões etc.) e o layout adotado em cada ambiente. Os usuários localizados nos ambientes 02 e 03, que possuem amplos espaços integrados organizados por divisórias, estão menos satisfeitos do que os usuários do ambiente 01, pois têm menos controle sobre a iluminação e uma qualidade inferior de vista externa, devido à altura das divisórias em relação ao peitoril das janelas, o que também dificulta o acesso a elas.

É importante destacar que algumas soluções propostas na reforma do edifício não tiveram efeitos positivos, como a remoção dos brises em função da adoção de fachadas envidraçadas, o que prejudicou o controle da incidência solar e levou à necessidade de manter as cortinas fechadas na maior parte do dia. Além disso, o projeto luminotécnico não considerou o layout dos ambientes, já que a posição das luminárias não favorece uma iluminação de qualidade, levando os usuários a solicitarem a remoção de lâmpadas devido ao desconforto causado por reflexos e ofuscamentos da iluminação artificial. A adoção de circuitos separados também não resulta em melhoria, uma vez que os usuários não são instruídos ou incentivados a utilizar esse recurso, fazendo com que as luzes permaneçam acesas durante todo o expediente.

Ao confrontar os dados qualitativos, que se referem às respostas e comportamento dos usuários, com os dados quantitativos, relacionados aos resultados das medições comparados aos índices estabelecidos pela norma ABNT NBR 15.215, foi possível constatar que, mesmo com uma taxa de iluminância insuficiente para um ambiente de trabalho em escritórios, os usuários ainda relatam desconforto e sugerem a presença de excesso de luz nos ambientes. Para pesquisas futuras, seria interessante investigar a influência da iluminação vertical (proveniente das telas de computador) nesse ambiente e sua relação com os usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, C. N. D. Diagrama morfológico - Parte 1: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, Brasília, n. 3, 2007. Disponível em: https://repositorio.unb.br/handle/10482/32118. Acesso em 21 jun. 2023.

AMORIM, C. N. D.; SOUTO, B. K. S.; MEDEIROS, A. D. Qualidade da iluminação e eficiência energética em edifícios públicos: análise comparativa de soluções de retrofit. Paranoá. 29. 2021. DOI: http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n29.2021.10

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.215: Iluminação natural. Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos. Brasília: 2023. 40p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.215: Iluminação natural. Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Brasília: 2023. 48p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8995: Iluminação de ambientes de trabalho. 2013. 46p.

FARIA, J.; NASCIMENTO, C.; FERNANDES, S.; MOREIRA, L.J.; VELOSO, A.C.O.; SOUZA, R.V.G. Avaliação da qualidade da iluminação natural em construção tombada pelo patrimônio histórico. In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 14, 2017, Balneário Camboriu. Anais [...], Balneário Camboriu, p. 1760-1769, 2017.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). FNDE inaugura sede e lança novo portal eletrônico. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/index.php/acesso-a-informacao/institucional/area-de-imprensa/noticias/item/3924-fnde-inaugura-sede-e-lan%C3%A7a-novo-portal-eletr%C3%B4nico. Acesso em 11 fev. 2023.

HOUSER, K.W.; BOYCE, P.; ZEITZER, P.M; BERF, M.F. Human-centric lighting? Mith, magic or metaphor? Lighting Research & Technology, n. 53, p. 97–118. 2021. DOI: 10.1177/1477153520958448.

KNOOP, M.; STEFANI, O.; BUENO, B.; MATUSIAK, B.; HODAY, R.; WIRZ-JUSTICE, A.; MARTINY, K.; KANTERMANN, T.; AARTS, M.P.J.; ZEMMOURI, N.; APPELT, S.; NORTON, B. Daylight: what makes the difference? Lighting Research & Technology, n. 52, p. 423-442. 2020. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477153519869758.

KRUISSELBRINK, T.; DANGOL, R.; ROSEMANN, A. Photometric measurements of lighting quality: an overview. Building and Environment, n. 138, p. 42-52. 2018. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.028.

TURAN, I.; CHEGUT, A.; FINK, D.; REINHART, C. The value of daylight in office spaces. Building and Environment, n. 168, p. 1-13. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106503.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE por permitir acesso ao edifício para a realização das medições e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pelo suporte financeiro nesta pesquisa.