



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Matilde Alexandra Rodrigues

Condições de Trabalho e Conforto em Bibliotecas do Ensino Superior

Tese de Mestrado

Engenharia Humana

Trabalho efectuado sobe orientação da:

Professora Doutora Mónica Barroso

Professora Doutora Celina Pinto Leão

Setembro, 2009

AGRADECIMENTOS

Após um ano atribulado e cheio de constrangimentos surge um sentimento inigualável de satisfação ao ver que cada obstáculo foi ultrapassado. Contudo, sem apoio não teria chegado a este ponto, sendo assim, torna-se indispensável agradecer a todos, por difícil que seja fazê-lo sem esquecer de alguém:

- À Doutora Celina Pinto Leão, pela sua orientação, apoio e disponibilidade constante, a qual foi fundamental para a realização deste trabalho;
- À Doutora Mónica Barroso pela ajuda na escolha do tema;
- Ao Doutor Pedro Arezes que se demonstrou sempre disponível para responder a todas as questões e prestar apoio;
- À Dr^a Matilde do serviço de documentação da Universidade do Minho e a todos os restantes funcionários por estarem sempre disponíveis e colaborarem na distribuição dos questionários;
- Aos meus colegas e amigos da ESTSP Carlos Martins e Manuel Brandão e em especial ao grupo da Saúde Ambiental Marisa Freitas, Mafalda Nunes, Manuela Silva e Maria Paula Neves, pela sua amizade e todo o apoio dado ao longo deste ano em tantos aspectos;
- Aos meus pais e ao meu irmão pela ajuda e paciência;
- Finalmente e não menos importante aos meus amigos Ana Mónica e Filipe por toda a ajuda e incentivos prestados.

RESUMO

As bibliotecas são vistas actualmente como um recurso imprescindível ao sucesso no ensino superior, sendo a sua concepção, com base em critérios ergonómicos, fundamental para potenciar o desempenho dos seus utilizadores. Perante a falta de informação sobre as condições das bibliotecas do ensino superior em Portugal, e tendo presente a subjectividade individual associada ao conceito de conforto, este estudo teve como objectivo principal caracterizar as condições de trabalho e conforto nestes locais, através de uma abordagem objectiva e subjectiva.

No presente trabalho foram analisados os factores ambientais associados ao conforto, ruído, iluminação, ambiente térmico e características do mobiliário, em duas bibliotecas da Universidade do Minho. Englobou três épocas do ano de forma a incluir dias amenos, frios e quentes: Primavera, Inverno e Verão. Em cada uma das estações do ano, foram realizadas amostragens de campo ao longo de 4 dias em três períodos distintos, de forma a abranger a variação da temperatura e da iluminação ao longo do dia.

A caracterização e a quantificação objectiva dos factores ambientais em estudo tiveram por base a aplicação de uma *check-list* e a medição dos parâmetros de ambiente térmico (temperatura do ar, temperatura húmida, temperatura de globo e velocidade do ar), níveis de iluminância nos planos de trabalho e respectivas vizinhanças, níveis sonoros e dimensões dos elementos de mobiliário (cadeiras, mesas, bancadas, bancos e estantes). Para a abordagem subjectiva foi desenvolvido e aplicado um questionário de caracterização das Condições de Trabalho e Conforto em Bibliotecas de ensino superior (CTCB). Para além de permitir a caracterização dos utilizadores, este questionário permitiu qualificar os factores ambientais, em relação à sua percepção, preferência, aceitabilidade e afectividade.

As bibliotecas do ensino superior são actualmente utilizadas maioritariamente para a actividade de estudo. Em geral, os factores ambientais analisados apresentaram-se desadequados para estas actividades. O nível de ruído apresentou-se acrescido, sendo percebido pelos utilizadores dos espaços de leitura como um factor incomodativo. O ambiente térmico é percebido de forma distinta de acordo com a estação do ano, existindo uma clara preferência por ambientes mais quentes no Inverno e mais frescos no Verão. Os resultados obtidos revelaram uma preferência por elevados níveis de iluminação, com especial preferência por iluminação natural. O mobiliário é desadequado, favorecendo posturas incorrectas. Em relação à influência do género nas sensações de conforto, verificaram-se diferenças significativas em relação ao ruído, iluminação e mobiliário, sendo as situações de desconforto acentuadas por indivíduos do género masculino.

ABSTRACT

Libraries are currently seen as an indispensable resource to the success in higher education, being its design based on ergonomic criteria essential to maximize user' performance. Given the lack of information concerning the conditions in higher education libraries in Portugal, and taking into account the individual subjectivity associated with the comfort concept, this study's main objective was to characterize the comfort and the work conditions in these spaces, through an objective and subjective approach.

Environmental factors associated with comfort, namely noise, lighting, thermal environment and furniture were analyzed, in two libraries of the University of Minho. This study included three seasons to embrace warm, cold and hot days: spring, winter and summer. In each of the seasons, samples were collected over four days in three different periods, to cover the temperature and lighting variation throughout the day.

Objective quantification and characterization of environmental factors under study were based on the application of a check-list and measurement the thermal environment parameters (air temperature, wet temperature, globe temperature and air velocity), the illuminance levels on work plans and their immediate surroundings, noise levels and furniture dimensions (chairs, tables, benches, seats and shelves). For the subjective approach was developed and applied a questionnaire for the characterization of working conditions and comfort in libraries of higher education (CTCB, Portuguese abbreviation). Besides the characterization of users, higher education students, the questionnaire also allowed the qualification of the environmental factors in relation to their perception, preference, acceptance and affection.

The activity of study was identified as the most used by higher education students when they are in a libraries. In general, environmental factors analyzed were inadequate for these activities. The noise level was underlined, being perceived, by the reading spaces users, as a troublesome factor. The thermal environment was perceived differently according to the season with a clear preference for a warmer environment in the winter and a cooler one in the summer. The obtained results revealed a preference for high illuminance levels, with special preference for natural light. The furniture is inadequate, favoring incorrect postures. Regarding the influence of gender on comfort consciousness, significant differences were identified in relation to noise, illuminance and furniture, being the situations of discomfort intensified by male students.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
CAPÍTULO 1 - BIBLIOTECAS E AS SUAS CONDIÇÕES DE TRABALHO.....	4
1.1. RELEVÂNCIA DAS BIBLIOTECAS NO ENSINO SUPERIOR.....	4
1.2. O CONFORTO NAS BIBLIOTECAS.....	4
1.2.1 Conforto.....	4
1.2.2 Conforto e as bibliotecas.....	5
CAPÍTULO 2 – FACTORES AMBIENTAIS EM BIBLIOTECAS.....	7
2.1 O ESTUDO DOS FACTORES AMBIENTAIS.....	7
2.2. AMBIENTE TÉRMICO.....	9
2.2.1. Factores físicos do ambiente térmico.....	10
2.2.2. Conforto térmico.....	11
2.2.3. Avaliação de ambientes térmicos neutros.....	18
2.3. RUÍDO.....	21
2.3.1. Percepção de ruído.....	21
2.3.2. O Som.....	22
2.3.3. O ruído e o conforto em bibliotecas.....	22
2.3.4. Avaliação.....	26
2.4. ILUMINAÇÃO.....	26
2.4.1. A iluminação e a percepção humana.....	27
2.4.2. Fotometria.....	28
2.4.3. Características da iluminação.....	30
2.4.4. Avaliação dos níveis de iluminância.....	39
2.5. MOBILIÁRIO.....	40
2.5.1. Antropometria e o design mobiliário.....	40
2.5.2. Avaliação.....	47

PARTE II – ESTUDO.....	49
CAPÍTULO 3 – OBJECTIVOS DO ESTUDO	50
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA APLICADA.....	51
4.1. ASPECTOS GERAIS.....	51
4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO	51
4.2.1. <i>Check-list</i>	51
4.2.2. Metodologia de medição dos parâmetros ambientais.....	52
4.3. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO CTCB	53
4.3.1. Informação pessoal	54
4.3.2. Informação relativa à utilização da biblioteca	55
4.3.3. Factores ambientais	55
4.3.4. Apreciação geral	58
4.2.5. Controlo das características da sala	59
4.3.6. Localização.....	59
4.4. Validação do questionário.....	59
CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
5.1 – Caracterização da amostra	61
5.2. Factores ambientais	64
5.2.1. Ambiente térmico.....	64
5.2.2. Ruído	83
5.2.3. Iluminação	93
5.2.4. Mobiliário	106
5.2.5. Caracterização geral	118
5.2.6. Controlo	119
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO.....	123
6.1. CONCLUSÕES.....	123
6.2. TRABALHO FUTURO	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129

ANEXOS	139
ANEXO I – <i>CHECK-LIST</i>	140
ANEXO II – PONTOS DE AMOSTRAGEM	142
ANEXO III - QUESTIONÁRIO	143
ANEXO IV – LIVRO DE CÓDIGOS	146
ANEXO V – REPRESENTAÇÃO DOS INQUIRIDOS POR CURSO	150
ANEXO VI - ISOLAMENTO DE VESTUÁRIO	151
ANEXO VII – DETERMINAÇÃO DO METABOLISMO	152
ANEXO VIII – MEDIDAS DO MOBILIÁRIO	153
ANEXO IX – CARACTERIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO AFECTIVA DA Tar POR BIBLIOTECA	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Escala de sensação térmica (ISO 7730:2005).	18
Figura 2.2: PPD em função do PMV (ISO 7730:2005).	19
Figura 5.1: Distribuição da idade dos alunos.	62
Figura 5.2: Distribuição do tempo médio de permanência na biblioteca por semana (horas /semana).	63
Figura 5.3: Intervalo de 95% de confiança para a média da temperatura exterior em cada estação do ano por biblioteca.	65
Figura 5.4: Temperatura do ar interior em função da temperatura exterior.	66
Figura 5.5 Temperatura do ar interior em função da temperatura exterior em cada estação do ano.	66
Figura 5.6: Intervalo de 95% de confiança para a média da temperatura interior em cada estação do ano por biblioteca.	67
Figura 5.7: Intervalo de 95% de confiança para o Isolamento de vestuário (clo) em cada estação do ano, por biblioteca.	70
Figura 5.8: Intervalo de 95% de confiança em cada estação do ano por biblioteca: a) Índice PMV; b) Índice PPD.	71
Figura 5.9: Caracterização da percepção térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.	73
Figura 5.10: Caracterização da preferência térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.	74
Figura 5.11: Caracterização da percepção da diferença de temperatura do ar interior e exterior em relação temperatura exterior (°C) por estação do ano.	76
Figura 5.12: Caracterização da preferência da diferença de temperatura do ar interior e exterior em relação temperatura exterior (°C) por estação.	76
Figura 5.13: Caracterização da percepção da movimentação de ar em relação à velocidade (m/s).	77
Figura 5.14: Caracterização da percepção da movimentação de ar em relação à velocidade (m/s) por biblioteca.	78
Figura 5.15: Caracterização da preferência da movimentação de ar em relação à temperatura do ar (°C) por biblioteca.	79
Figura 5.16: Caracterização da avaliação térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano: a) Afectiva; b) Aceitabilidade.	80
Figura 5.17: Caracterização da tolerabilidade térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.	81
Figura 5.18: Intervalo de 95% de confiança para a média do L_{Aeq} em cada biblioteca.	84
Figura 5.19: Intervalo de 95% de confiança para a média do L_{Aeq} em cada biblioteca, por período.	85
Figura 5.20: Distribuição da percepção de existência de fontes de ruído provenientes de equipamentos da biblioteca.	86
Figura 5.21: Caracterização da percepção de ruído em relação ao L_{Aeq}	88
Figura 5.22: Caracterização da percepção de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo.	89
Figura 5.23: Caracterização da preferência de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo.	90
Figura 5.24: Caracterização da avaliação de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo. a) Aceitabilidade; b) Afectiva.	92
Figura 5.25: Intervalo de 95% de confiança para a média de iluminância dos postos de trabalho em cada estação do ano por período do dia.	94

Figura 5.26: Intervalo de 95% de confiança para a média de iluminância dos postos de trabalho por dia. a) Inverno; b) Primavera; c) Verão.	96
Figura 5.27: Caracterização da percepção da iluminação em relação ao nível de iluminância (lux) por biblioteca.	99
Figura 5.28: Caracterização da preferência da iluminação em relação ao nível de iluminância (lux).....	100
Figura 5.29: Caracterização da percepção da iluminação por zona.	103
Figura 5.30: Caracterização da preferência da iluminação por zona.....	104
Figura 5.31 – Caracterização da avaliação do nível de iluminância por biblioteca: a) Afectiva; b) Aceitabilidade.	105
Figura 5.32: Caracterização da percepção da altura da mesa.....	108
Figura 5.33: Distribuição da estatura dos alunos por sexo.	109
Figura 5.34: Distribuição dos alunos que apresentam sensações de dor na zona do pescoço.	110
Figura 5.35: Distribuição dos alunos que se encontram a utilizar portátil.	111
Figura 5.36: Distribuição da sensação de dores na coxa.....	113
Figura 5.37: Caracterização da altura da cadeira: a) Percepção; b) Preferência.	114
Figura 5.38: Caracterização da avaliação das cadeiras: a) afectiva; b) aceitabilidade.....	116
Figura 5.39: Caracterização da avaliação de aceitabilidade do acesso às estantes.	118
Figura 5.40: Caracterização afectiva geral da biblioteca.....	119

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Níveis de ruído de fundo recomendados (Adaptado de Zannin e Marcon, 2007).	26
Tabela 2.2: Escala de iluminância, lux (ISO 8995:2002).	32
Tabela 2.3: Relação entre níveis de iluminância da tarefa e da zona imediata (ISO 8995:2002).	32
Tabela 2.4: Temperaturas de cor da luz (ISO 8995:2002).	34
Tabela 4.1: Dimensões analisadas.	53
Tabela 5.1: Caracterização geral das bibliotecas.	61
Tabela 5.2: Amostra em estudo em relação ao género por biblioteca.	62
Tabela 5.3: Representação das razões que levaram os alunos a utilizar a biblioteca.	63
Tabela 5.4: Representação das actividades desenvolvidas pelos alunos.	64
Tabela 5.5: Resumo de resultados dos parâmetros térmicos.	68
Tabela 5.6: Comparação dos índices PPD-PMV objectivos e subjectivos em cada estação.	82
Tabela 5.7: Representação dos equipamentos identificados nos espaços de leitura como fontes de ruído pelos alunos.	87
Tabela 5.8: Distribuição da sensação de conforto do ruído por género (% total em relação ao género).	93
Tabela 5.9: Condições meteorológicas durante o estudo.	95
Tabela 5.10: Resumo dos resultados dos níveis médios de iluminância.	97
Tabela 5.11: Distribuição da sensação de conforto em relação ao nível de iluminância do ruído por género (% total em relação ao género).	106
Tabela 5.12: Critérios para a determinação das medições dos elementos de mobiliário.	106
Tabela 5.13: Resumo da análise objectiva dos elementos de mobiliário.	107
Tabela 5.14: Representação da principal característica de desconforto das cadeiras identificada.	116
Tabela 5.15: Distribuição da sensação de conforto em relação à cadeira, por género (% total em relação ao género).	117
Tabela 5.16: Representação do motivo de escolha do local por biblioteca.	120
Tabela 5.17: Representação das necessidades de controlo dos parâmetros pelos respondentes das bibliotecas.	120

SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

BGUM	Biblioteca Geral da Universidade do Minho
BPG	Biblioteca da Universidade do Minho em Guimarães
dB(A)	Décibel com ponderação A
CTCB	Questionário de caracterização das Condições de Trabalho e Conforto em Bibliotecas
CVS	Computer Vision Syndrome
DP	Desvio Padrão
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
ISO	Internacional Organization for Standard
L_{Aeq}	Nível Sonoro Contínuo Equivalente Ponderado A
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
Máx.	Máximo
Min.	Mínimo
PMV	Predicted Mean Vote
POE	Post Occupancy Evaluation
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied People
UM	Universidade do Minho

INTRODUÇÃO

A promoção de condições de trabalho adequadas tem sido alvo de uma ampla actuação por parte dos ergonomistas em ambientes industriais. As escolas por não serem vistas como um ambiente laboral, foram durante muito tempo eximidas de qualquer preocupação a este nível, tendo sido apenas ponderadas obrigações legais e alguns conhecimentos da prática (Graça *et al.*, 2007). Felizmente, existe actualmente uma consciência crescente para considerar as condições ambientais como factores determinantes na saúde, conforto e desempenho dos alunos.

Nos últimos anos têm surgido alguns planos que reportam a necessidade de tornar a escola num espaço seguro e saudável. No caso português encontra-se actualmente em acção o Programa Nacional de Saúde Escolar, cuja tutela pertence ao Ministério da Educação e a responsabilidade pela sua implementação aos centros de saúde.

A importância de actuar sobre o ambiente envolvente prende-se com a sua influência, de forma positiva ou negativa, nos processos cognitivos e de aprendizagem. Neste sentido, o conforto ambiental apresenta-se como essencial para melhorar o desempenho do aluno. Assim, o ambiente escolar deve ter condições adequadas para a promoção do conforto da comunidade educativa numa perspectiva de equidade.

As bibliotecas do ensino superior são vistas actualmente como um recurso imprescindível no processo de aprendizagem (Nagata *et al.*, 2008). O tempo de permanência dos alunos nestes espaços tem aumentado devido às recentes alterações no sistema de ensino, estando desta forma os alunos mais susceptíveis às influências das condições ambientais nas actividades por eles realizadas.

Factores ambientais como o ambiente térmico, a iluminação, o ruído e as características de mobiliário revelam-se como preponderantes na determinação de condições de conforto nas bibliotecas. Com base em vários estudos, têm surgido algumas recomendações direccionadas para estes ambientes, as quais interessa saber não só se estão a ser implementadas, como também determinar a sua aplicabilidade em diferentes contextos.

Na caracterização das condições ambientais das bibliotecas não devem ser apenas enfatizados os resultados valorativos de uma análise técnica dos parâmetros ambientais, nem só a opinião dos utilizadores, deve-se sim, tentar relacioná-los com o intuito de se constituir um ambiente que permita melhorar o rendimento dos seus ocupantes (Reboloso, 2002).

Perante a falta de conhecimento das actuais condições das bibliotecas do ensino superior portuguesas, bem como da percepção dos utilizadores sobre os aspectos do ambiente envolvente, surge a necessidade de avaliar as condições destes espaços numa perspectiva ergonómica através de uma abordagem objectiva e subjectiva. Neste sentido, o presente trabalho visa não só caracterizar as condições de trabalho e conforto das bibliotecas, mas também perceber as características e necessidades da população utilizadora, numa perspectiva integrada.

A dissertação apresentada encontra-se dividida em duas partes distintas de modo a facilitar a sua organização, correspondendo a primeira à revisão bibliográfica e a segunda ao desenvolvimento do estudo.

A primeira parte é constituída por dois capítulos. O primeiro retrata a actual importância das bibliotecas nas unidades de ensino superior, bem como a relevância da promoção de ambientes confortáveis nestes espaços. O segundo capítulo refere-se à caracterização dos vários factores ambientais em estudo. De modo a facilitar o desenvolvimento deste último capítulo, optou-se por dividi-lo em cinco subcapítulos. O primeiro reporta-se a uma análise que aborda os factores ambientais com mais ênfase nos meios académicos, numa tentativa de justificar os abordados neste trabalho. Engloba ainda a descrição de cada um dos factores, mais concretamente o ambiente térmico, o ruído, a iluminação e o mobiliário, abordando as suas características e os seus requisitos para os ambientes escolares, bem como os meios de análise e avaliação actuais.

A segunda parte deste trabalho, como referido anteriormente, engloba o estudo propriamente dito e é constituída por 4 capítulos. O primeiro capítulo desta parte, que corresponde em termos gerais ao Capítulo 3, detém os objectivos do trabalho numa abordagem exploratória. O Capítulo 4 apresenta a metodologia e encontra-se dividido em três subcapítulos os quais se referem aos aspectos gerais do estudo no que respeita aos seus critérios e etapas, ao modo de caracterização das condições de trabalho incluindo os procedimentos de medição e à delimitação do questionário. Os resultados e a respectiva interpretação encontram-se expostos no Capítulo 5. Para facilitar a análise dos mesmos, este capítulo foi dividido em dois subcapítulos, correspondendo o primeiro à caracterização da amostra e o segundo aos factores ambientais em estudo. Por fim o Capítulo 6 apresenta as principais conclusões deste trabalho e as possibilidades de trabalhos futuros.

PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. RELEVÂNCIA DAS BIBLIOTECAS NO ENSINO SUPERIOR

O sucesso escolar apresenta-se como um assunto de ampla complexidade. Desde há vários anos que este tema é alvo de vários estudos, os quais têm associado os resultados educacionais a inúmeras variáveis, entre as quais as características e condições das instalações escolares.

As bibliotecas afiguram-se como um dos recursos mais importantes relacionados com o desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, devendo estar presentes em todos os edifícios escolares (Nagata *et al.*, 2008). Segundo Council on Library and Information Resources (2005) elas devem ser vistas como uma extensão da sala de aula, sendo um elemento fundamental no actual sistema de ensino. Normalmente estes espaços têm diversos tipos de meios colocados à disposição dos alunos, como livros, revistas, computadores, materiais áudio e locais para estudo e consulta.

A afluência dos estudantes a bibliotecas académicas está normalmente relacionada com os meios disponibilizados e com questões de índole pessoal. Eles recorrem a estes locais para vários fins, sendo que alguns a consideram indispensável para estudar, outros utilizam-na como um local para descansar e há ainda aqueles que vão para conversar com os amigos, ouvir uns CD's ou até mesmo para "matar" tempo (Nagata *et al.*, 2008). O tempo dispendido pelos alunos no interior deste local varia normalmente em função da actividade a realizar, podendo ser de apenas alguns minutos ou até mesmo de várias horas.

No actual sistema de ensino superior, o aluno em vez de ser ensinado é estimulado a aprender por si próprio. Deste modo, é fundamental que lhe sejam proporcionadas ferramentas e meios para que se possa atingir os objectivos a que um ensino superior de qualidade se propõe. Assim sendo, as bibliotecas académicas tornam-se num espaço imprescindível para que os alunos se sintam atraídos para aí desenvolver as suas actividades.

1.2. O CONFORTO NAS BIBLIOTECAS

1.2.1 Conforto

O conforto caracteriza-se como uma condição ou sensação de bem-estar, apresentando como principal característica a subjectividade individual.

Um determinado meio é influenciado por diversos factores, os quais são interpretados diferentemente por cada indivíduo. Alguns autores referem que o conforto ambiental apenas é influenciado por aspectos térmicos, de iluminação, acústicos e ergonómicos, contudo, os factores humanos também são imprescindíveis para o bem-estar pleno do indivíduo (Krüger e Zannin, 2004; Dubois *et al.*, 2007).

Criar condições ambientais agradáveis para todos os indivíduos apresenta-se como um processo de vasta complexidade. Não chega conceber condições de conforto para apenas um dos factores, uma vez que esta situação não assegura o bem-estar dos ocupantes, nomeadamente quando existe outro que se apresenta insatisfatório (Dubois *et al.*, 2007). Além disso, os factores potenciais causadores de desconforto podem-se apresentar interactivos e a exposição a um agente de desconforto reduzir a capacidade do indivíduo se adaptar e até aumentar a sua vulnerabilidade a outro (Wallenius, 2004). Posto isto, o conforto deve ser visto como o resultado da interacção entre todos os intervenientes do ambiente envolvente, sendo essencial a consideração dos vários factores na realização de um estudo das condições de um espaço.

A concepção de locais com base em critérios de conforto, apesar de difícil, é imprescindível para o bem-estar do indivíduo e para a potenciação das suas capacidades na actividade a desenvolver. Contudo, o indivíduo não se apresenta como passivo a situações de desconforto. Nicol *et al.* (2006), citando Humphreys e Nicol (1998), referem o "princípio adaptativo", ou seja, em situações desconfortáveis, as pessoas reagem de modo a restabelecer o seu conforto, devendo as suas atitudes também ser alvo de consideração.

1.2.2 Conforto e as bibliotecas

A concepção ideológica muitas vezes estabelecida sobre as bibliotecas, caracterizando-as como locais adequados para o estudo, não é totalmente verdadeira. Estas são muitas vezes associadas a locais calmos, com temperaturas agradáveis, boas condições de iluminação, mesas e cadeiras confortáveis, entre outras características que estão muitas vezes longe da realidade, devido a não terem sido concebidas, nem mantidas, com base em critérios ergonómicos (Rooney, 1994).

As características ambientais de conforto de uma biblioteca deverão ser tidas sempre em consideração bem como, as expectativas dos utilizadores pois, para que um aluno possa conseguir uma aprendizagem bem sucedida é necessário estar perante um ambiente limpo, tranquilo, seguro, confortável e saudável (Schneider, 2002).

Factores ambientais como condições e idade do edifício, qualidade da manutenção, iluminação, cor, ambiente térmico, ruído e qualidade do ar interior têm sido relacionados com efeitos na saúde, segurança e aspectos psicológicos dos alunos (Young *et al.*, 2003), fazendo parte dos chamados facilitadores escolares. Deste modo, a optimização dos factores ambientais de um edifício escolar, com o objectivo de criar um espaço confortável e estimulante para a maioria dos utilizadores, é visto como um ponto fulcral para levar ao aumento do seu desempenho.

Ao longo dos anos têm sido efectuados vários estudos relacionados com as condições de conforto em instituições de ensino onde, apesar de grande parte destes incidirem sobre salas de aula, muitas das suas abordagens podem ser transpostas para as bibliotecas (Corgnati *et al.*, 2007; Enmarker e Boman, 2004; Wargocki *et al.*, 2005).

2.1 O ESTUDO DOS FACTORES AMBIENTAIS

Como factores ambientais entende-se os aspectos constituintes de um dado local, ou seja, tudo aquilo que cerca, envolve e rodeia o indivíduo. Quando consultado um dicionário da língua portuguesa, o “*ambiente*” é definido como o que envolve ou está à roda de alguma coisa ou pessoa, sendo que o conceito engloba não só aspectos materiais, como também morais.

Pode-se então pensar no ambiente como um lugar vivenciado e experimentado por quem o ocupa e utiliza, que detém particularidades térmicas, de iluminação, sonoras, de mobiliário, entre outras.

A nível ocupacional, o ambiente físico tem sido alvo de vários estudos de forma a ser correlacionado com a performance, conforto e segurança do indivíduo que com ele contacta. Ao longo dos tempos, algumas teorias têm vindo a ser propostas neste âmbito, mostrando que os factores ambientais influenciam de alguma forma a motivação, satisfação e produtividade do indivíduo, como a teoria da Hierarquia das Necessidades de Maslow e a dos Dois Factores de Frederic Herzberg (Woolfolk, 2000; Bueno, 2002).

Os trabalhos realizados nesta área têm sido bastante explorados por algumas disciplinas, como é o caso da Ergonomia e da Psicologia Ambiental.

A Ergonomia¹ é definida numerosas vezes de um modo simples como a ciência que estuda a interação Homem-Máquina, sendo o seu principal objectivo a adaptação do trabalho ao Homem (Dul e Weerdmeester, 2004). A International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (2006) cita várias definições de Ergonomia, entre as quais a da Ergonomics Association Executive Council (2000) que a caracteriza como “a disciplina científica interessada na compreensão das interacções entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica a teoria, princípios, dados e métodos de projecto com vista a otimizar o bem-estar humano e a performance de um sistema global”. Esta última definição, apesar de extensa, engloba várias das ideias associadas à ergonomia, mostrando que esta tem em vista a concepção de sistemas seguros e eficientes, bem como o conforto do indivíduo.

¹ Ergonomia deriva do grego *érgon* (trabalho) e *nómos* (lei - regras). Esta disciplina é também conhecida como factor humano (*Human factors*), sendo esta nomenclatura mais usual nos EUA (Scozka, 2005).

A Psicologia Ambiental (*Environmental Psychology*) apresenta-se como um campo de investigação da Psicologia que estuda as relações dinâmicas que se estabelecem nos espaços e ambientes entre seus utilizadores ou ocupantes e os cenários reais (Ribeiro, 2005).

Apesar de poderem diferir no objectivo, tanto a Psicologia Ambiental como a Ergonomia estudam o Homem em situações reais de trabalho, sendo por vezes complicado perceber até que ponto elas diferem, pois ambas tentam compreender as interações entre o Homem e o ambiente.

Nas Universidades os alunos desenvolvem tarefas, tal como num posto de trabalho, por isso é essencial controlar e otimizar as variáveis ambientais, de forma a evitar situações que diminuam o bom desempenho dos alunos (Lula e Silva, 2002).

O ambiente escolar também tem sido alvo de abordagem por estas duas disciplinas. A meados do século XIX, foram desenvolvidas recomendações para escolas nos EUA derivadas dos trabalhos de Bernard (1851 e 1854), citado por Graça *et al.* (2007), onde este enfatiza a relação entre os parâmetros ambientais e a performance escolar. Recentemente, em 2002, surge o relatório da National Clearing House for Educational Facilities, o qual relaciona a performance dos estudantes com alguns parâmetros ambientais, mais concretamente a qualidade de ar interior, a temperatura e humidade, ventilação, condições de iluminação e acústicas (Graça *et al.*, 2007). Também no contexto nacional têm surgido preocupações nesta vertente. Apesar de não ser vocacionado para o ensino superior, o Decreto-Lei nº 208/2002 de 17 de Outubro consagra a área da Ergonomia dos edifícios escolares como um dos pontos fundamentais para a qualidade de ensino.

Muitos estudos têm entretanto sido desenvolvidos não só com o intuito de perceber a influência destes factores no desempenho dos alunos (Wargocki *et al.*, 2005; Heschong, 1999; Stansfeld e Matheson, 2003), mas também de determinar novos critérios de referência, com vista à optimização dos factores ambientais e estruturais, gerando condições de conforto que permitam aumentar o rendimento académico (Schneide, 2002).

Os parâmetros de conforto em edifícios escolares, com mais ênfase nos estudos realizados em ambientes escolares são a iluminação, ambiente térmico, ruído e características do mobiliário, sendo sobre estes que o presente trabalho irá incidir.

Com base na abordagem de conforto referida anteriormente (ver secção 1.2.1), os factores ambientais determinantes para o bem-estar do aluno deverão ser abordados conjuntamente.

Os estudos realizados em ambiente escolar englobando em simultâneo mais que um parâmetro de conforto ambiental não são tão abundantes como os que os estudam separadamente.

Krüger e Zannin (2004) tiveram o intuito de cobrir toda a área do conforto ambiental, centrando-se para isso em três parâmetros, os quais consideram que os engenheiros civis e arquitectos devem ter em atenção na fase de projecto, nomeadamente o ruído, a iluminação e o ambiente térmico. Neste estudo é demonstrado uma interdependência entre os três factores ambientais analisados.

Graça *et al.*, (2007) apresentam um método de avaliação e optimização de parâmetros de conforto em edifícios escolares durante a fase de design, salvaguardando contudo a aplicabilidade da metodologia para avaliar edifícios escolares actuais de modo a introduzir melhorias. O método permite analisar quatro parâmetros de conforto: iluminação, ruído, ambiente térmico e funcionalidade.

Com uma abordagem diferente Reboloso, *et al.* (2002) apresentam um estudo sobre a qualidade ambiental do design de salas de aula convencionais do ensino superior. Através da aplicação de três instrumentos de avaliação (um questionário para o estudo da qualidade ambiental das salas de aula, uma ficha de registo de dados descritivos, e um questionário de relevância dos indicadores de qualidade ambiental das salas de aula), mostram a necessidade de considerar os vários aspectos do conforto de uma forma objectiva e subjectiva.

Existem ainda outros trabalhos, mesmo que realizados noutros âmbitos, que mostram a interacção entre os vários factores de conforto (ver Stansfeld e Matheson, 2003).

2.2. AMBIENTE TÉRMICO

O ambiente térmico integra um conjunto de variáveis que influenciam as trocas de calor entre o organismo do indivíduo e o meio ambiente, sendo um factor que intervém tanto na saúde e bem-estar, como no desempenho e produtividade.

De forma a garantir o bom funcionamento do seu organismo, o ser humano necessita de manter a temperatura interna do corpo dentro de limites muito estreitos², o que torna indispensável a procura constante de equilíbrio entre o homem e o meio envolvente. Neste sentido, a produção

² A temperatura interna de um indivíduo adulto deve encontra-se em torno dos $37^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (Miguel, 2007).

interna de calor deverá ser igual ao calor cedido ao ambiente, e a temperatura da pele e a transpiração situarem-se dentro de certos limites (Miguel, 2007).

O corpo humano apresenta-se como um elemento capaz de trocar energia com o ambiente por radiação, convecção e condução, bem como de perder calor por evaporação. Possui ainda a capacidade de se adaptar às condições térmicas através de mecanismos termorreguladores, nomeadamente a sudação, a termogénese e a circulação sanguínea (Budaiwi, 2007; Nunes, 2006). Nas bibliotecas é pouco provável que as temperaturas estejam associadas a disfunções corporais graves, contudo a termorregulação é importante para manter o equilíbrio térmico (Charles, 2003).

No sentido de proporcionar condições favoráveis ao equilíbrio térmico, muitos edifícios encontram-se dotados de sistemas que permitem arrefecer, aquecer e humedecer o ar ambiente, facultando condições agradáveis para a sua ocupação.

A procura de condições térmicas ideais para determinados ambientes, espaços e actividades tem sido alvo de investigações constantes. Com base nos resultados de estudos de campo, como por exemplo o de Harner (1974 *cit. in* Schneide, 2002) e o de Wargocki *et al.* (2005), gamas de temperatura, humidade e velocidade do ar têm vindo a ser estabelecidas, metodologias de determinação das condições e parâmetros de conforto térmico têm surgido e modelos já existentes adaptados.

Os espaços de leitura de bibliotecas, devido ao carisma das actividades desempenhadas pelos ocupantes, carecem de condições térmicas satisfatórias, sendo para isso imprescindível perceber quais as gamas de parâmetros térmicos ideais a estabelecer.

2.2.1. Factores físicos do ambiente térmico

Os factores físicos associados ao ambiente térmico correspondem à temperatura do ar, velocidade do ar, calor radiante e humidade relativa.

Segundo Nunes (2006) “A temperatura da matéria é uma medida do movimento das partículas (...) ‘quente’ e ‘frio’ são medidas relativas da energia cinéticas das partículas”.

A temperatura do ar (T_a) encontra-se relacionada com as trocas de calor entre o Homem e o ambiente por convecção e pode ser medida através de grandezas físicas que variam proporcionalmente com a temperatura (Nunes, 2006). Geralmente é determinada mediante a utilização de um termómetro comum e expressa-se em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), graus Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

ou Kelvin (K), sendo o primeiro o mais usual no nosso país.

A velocidade do ar (V_{ar}) é um factor que intervém nas trocas de calor por convecção e evaporação (Miguel, 2007). Caracteriza-se como um parâmetro difícil de medir devido às diferentes mudanças de direcção e de intensidade. Contudo, pode ser determinada através de um anemómetro (de rotação ou termoanemómetro), sendo a unidade o metro por segundo (m/s).

O calor radiante pode ser avaliado pela temperatura média radiante, a qual se define como a temperatura uniforme de um local negro imaginário, que produza a mesma perda de calor por radiação entre as pessoas e a zona envolvente, como no local real (Brüel & Kjaer, 1994). A sua determinação pode ser realizada em função da temperatura de globo, temperatura do ar e da velocidade do ar. Para a determinação da temperatura de globo (T_g), recorre-se a um termómetro de globo, que consiste numa esfera de cobre oca pintada de cor negro-mate para a absorção da radiação infravermelha quase na totalidade (Cabral e Veiga, 2007; Miguel, 2007).

A humidade relativa (HR) apresenta-se como a relação entre a quantidade de vapor de água existente no ar e a quantidade máxima de humidade que existiria se o ar estivesse saturado a uma mesma temperatura, sendo expressa em percentagem (%). Trata-se de um factor ambiental determinante no conforto térmico devido a intervir nas trocas de calor por evaporação ao nível do Homem (Miguel, 2007). Pode ser obtida através de um psicómetro, o qual é constituído por dois termómetros, um de bolbo seco (temperatura do ar) e um de bolbo húmido (temperatura húmida), mediante a relação das temperaturas obtidas, normalmente através da utilização de um diagrama psicométrico. Também os higrómetros são muito utilizados para a sua medição.

2.2.2. Conforto térmico

O conforto térmico, claramente subjectivo, é definido pela ISO 7730:2005 como um “estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Trata-se de um estado essencial que só pode ser alcançado quando os parâmetros físicos de ambiente térmico se encontrem dentro de uma gama específica designada de “zona de conforto”, ou seja, quando proporcionem condições que permitam ao organismo ajustar-se facilmente (OSH, 2007; Budaiwi, 2007).

Para que um indivíduo se encontre em conforto térmico existem segundo Miguel (2007) seis condições fisiológicas que devem ser simultaneamente satisfeitas, sendo estas: equilíbrio térmico, ausência de arrepios, débito óptimo de sudação, temperatura média cutânea óptima, pele relativamente seca e ausência de secura das mucosas bucofaringicas.

Perante as diferenças individuais na sensação de conforto, é difícil satisfazer todos os ocupantes de um espaço, devendo a actuação sobre o meio ambiente centrar-se na tentativa de reduzir o número de indivíduos insatisfeitos. Segundo a ISO 7730:2005 mesmo quando estamos perante um ambiente com neutralidade térmica, existem 5% de insatisfeitos com aquelas condições.

Em meios escolares a manutenção de um clima confortável é essencial para a melhoria do desempenho (Wargocki *et al.*, 2005; Kroemer e Grandjean, 2005). O aquecimento do aluno pode gerar cansaço e sonolência, bem como a redução do desempenho físico e uma maior ocorrência de erros, enquanto o arrefecimento pode reduzir o estado de alerta e a concentração (Kroemer e Grandjean, 2005).

Os primeiros estudos científicos sobre os efeitos da qualidade do ambiente térmico em meios escolares e a performance dos estudantes começaram por volta de 1950 (Corgnati *et al.*, 2007).

Wargocki *et al.* (2005), num estudo realizado em salas de aula com crianças de 10 anos, demonstrou que com a melhoria das condições de temperatura do ar, o desempenho cognitivo era superior.

2.2.2.1. Parâmetros de conforto térmico

Os parâmetros determinantes para o conforto térmico vulgarmente mencionados são os ambientais e pessoais. No entanto, existem ainda referências a outros aspectos, nomeadamente socioculturais (Nunes, 2006).

Ambientais

A ISO 7730:2005 propõe para salas de aula e espaços similares a estas, como é o caso das bibliotecas, uma temperatura operativa³ para o Verão de $24,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ e para o Inverno de $22,0 \pm 2^\circ\text{C}$. Estes critérios têm como base a consideração de um nível de vestuário normal consoante a época, 0,5 clo no Verão e 1,0 clo no Inverno, e um metabolismo de 1,2 met.

Através de uma análise da bibliografia, é possível identificar recomendações diferentes das presentes na norma para actividades consideradas igualmente sedentárias.

Kroemer e Grandjean (2005) referem que a temperatura em ambientes de escritório deve estar entre 20 e 21°C no Inverno e 20 e 24°C no Verão. Já Miguel (2007) menciona para estas

³ Temperatura uniforme de um recinto negro imaginário em que o ocupante troca a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que num recinto real não uniforme (ISO 7730:2005).

actividades, uma gama entre 20 e 22°C. Munovic *et al.* (2008), citando a CIBSE Guide, refere que em espaços de ensino a temperatura deveria estar entre 19 e 21°C no Inverno.

Estudos realizados em ambiente escolar levam-nos a ponderar e a reflectir sobre os valores anteriormente referidos. Harner (1974), citado por Schneide (2002), encontrou a gama de temperatura ideal para leitura e cálculos matemáticos, estando esta compreendida aproximadamente entre 20 e 23,3 °C, referindo ainda que temperaturas acima de 23,3 °C são adversas para este tipo de aprendizagem. Mais recentemente, Wargocki *et al.* (2005) demonstrou, através de um estudo realizado em escolas da Dinamarca, que uma redução da temperatura de 23.6 para 20°C origina um aumento do rendimento dos alunos para actividades de leitura e subtracção.

A variabilidade de recomendações deve-se certamente ao âmbito e modo da sua determinação, dado que existem várias varáveis que intervêm na sensação de conforto térmico.

Estudos têm revelado que a temperatura exterior e a possibilidade de controlo da temperatura interior influenciam a preferência térmica. Neste sentido, Corgnati *et al.* (2007) realça os estudos realizados por McIntyre (1984) antes da teoria de Fanger, o qual coloca em causa a concepção da preferência dos indivíduos por ambientes neutros. Este estudo permitiu verificar que pessoas de climas moderados preferem os denominados ambientes “ligeiramente frescos” e por outro lado, que as pessoas de climas frios preferem ambientes “ligeiramente moderados”. O mesmo autor também refere que a existência de sistemas de climatização podem influenciar a sensação de conforto, visto que pessoas em ambientes interiores regulados naturalmente estão confortáveis dentro de uma gama de valores de microclima maior que em ambientes interiores fechados completamente condicionados. Estudos recentes têm apoiado esta concepção (Corgnati *et al.*, 2007; ISO 7730:2005).

Existem ainda abordagens sobre a influência da estação do ano na preferência térmica dos indivíduos no interior dos edifícios, mostrando que existem diferenças claras de percepção de conforto térmico ao longo do ano (Corgnati *et al.*, 2008; Conceição *et al.*, 2008).

Ainda em relação à temperatura no interior do edifício é importante salientar que a variação da temperatura vertical também pode ser um factor associado à sensação de desconforto térmico. Neste sentido, a ISO 7730:2005 recomenda que a diferença de temperatura entre o nível da cabeça e dos tornozelos não seja maior que 3 °C.

Com base nos estudos realizados, pode-se concluir que proporcionar temperaturas confortáveis

nas bibliotecas tendo como base as directrizes actuais e as preferências dos seus utilizadores, é de extrema importância para aumentar o seu desempenho, contudo não se pode esquecer a necessidade de preservar os livros e outros documentos nelas armazenados.

As bibliotecas académicas detêm em geral uma grande quantidade de livros que se encontram acessíveis aos alunos, podendo a sua degradação ocorrer mais rapidamente devido a factores ambientais como a temperatura, humidade, iluminação e qualidade do ar, os quais potenciam deteriorações físicas, químicas e biológicas (Urgellès e Crehuet, 2001).

Segundo Flieder e Duchein (1993), a temperatura ideal em espaços que contenham livros e documentos de arquivos deverá ser de $18\pm 1^{\circ}\text{C}$, valores que o autor considera contudo difíceis de atingir. Já Rooney (1994), com base numa revisão bibliográfica extensa, conclui que a temperatura nestes espaços deverá estar compreendida entre 20 e 22°C , tendo em conta não só a conservação dos livros, mas também a satisfação dos estudantes.

A velocidade do ar também influencia o conforto térmico quer de uma forma positiva, quer negativa, devido à sua intervenção nos processos de troca de calor. Segundo Fanger (1972) citado por Kroemer e Grandjean (2005) movimentações do ar maiores que $0,5$ m/s são desagradáveis mesmo quando o ar é quente. Referem ainda, que o desconforto depende também da direcção do ar e das partes do corpo a ele expostas, sendo as correntes de ar vindas de trás as mais incómodas, e o pescoço e os pés, os pontos do corpo mais sensíveis.

A ISO 7730:2005 recomenda para espaços similares a salas de aula um limite de velocidade do ar de $0,19$ m/s no Verão e $0,16$ m/s no Inverno. Por outro lado, Kroemer e Grandjean (2005) referem que em geral, pessoas sentadas consideram desagradáveis movimentações de ar superiores a $0,2$ m/s, podendo também ser manifestado desconforto com $0,1$ m/s quando se realiza um trabalho de precisão durante longos períodos de tempo.

Em relação à humidade relativa, Kroemer e Grandjean (2005) referem que esta deve estar em ambientes interiores compreendida entre 40 e 50% de forma a assegurar o conforto dos seus ocupantes. Contudo, tendo em consideração carácter higroscópio dos livros, Flieder e Duchein (1993) referem que a humidade nas bibliotecas deverá ser de $55\pm 5\%$. Quando o papel absorve demasiada humidade aumenta o seu volume e quando perde contrai-se, situação que leva à perda da sua maleabilidade, resistência e elasticidade. Note-se ainda que humidades inferiores a 40% tornam as colas dos livros quebradiças e induzem as tintas a escamarem (Urgellès e Crehuet, 2001). Valores superiores a 60% potenciam o crescimento microbiano (Flieder e

Duchein, 1993). Num sentido mais amplo, contemplando quer a conservação dos livros, quer o conforto dos ocupantes, Rooney (1994) refere que a humidade deve estar entre os 50 e 55 %.

A assimetria radiante com origem em tectos e paredes frias pode causar desconforto. Segundo Miguel (2007) a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura das paredes não deve ser superior a 2°C.

Individuais

A faixa de temperatura em que uma pessoa se sente confortável é muito variável dependendo, para além das variáveis ambientais, da roupa que usa e do esforço físico que realiza (Kroemer e Grandjean, 2005). Porém, outros factores associados aos indivíduos também podem interferir com a sensação de conforto térmico, nomeadamente o género, idade, peso, etnia, estado de saúde, tempo de permanência em determinado local e frequência de utilização desses espaços (Cabral e Veiga, 2007).

A produção de calor interno devido a acção metabólica é um dos aspectos do indivíduo que mais interfere com a sensação de conforto térmico. Mesmo em repouso, o organismo detém actividade metabólica, metabolismo basal⁴. Com a actividade, o metabolismo tende a aumentar dependendo do tipo de esforço desenvolvido, sendo caracterizado como metabolismo de actividade.

A taxa de metabolismo, para além da actividade desempenhada, depende do género, idade, tamanho e peso da pessoa. Normalmente apresenta-se em W/m², contudo o met⁵ também é frequentemente utilizado. Segundo a ISO 7730:2005, o metabolismo para actividades sedentárias é cerca de 1,2 met, no entanto, Dear e Foutain (1994) referem que o metabolismo para actividades de escritório ronda os 1,3 met.

O género também se revela um aspecto de interesse na análise térmica de ambientes. Homens e mulheres detêm taxas metabólicas distintas, sendo estas normalmente superiores nos indivíduos do género masculino. Esta situação pode estar na causa de diferenças na percepção de conforto térmico entre géneros. Estudos têm mostrado que aparentemente a insatisfação com o ambiente térmico é mais frequente nos indivíduos do sexo feminino que nos do sexo

⁴ Consiste na quantidade mínima de calor produzida por um indivíduo durante o repouso absoluto a uma temperatura ambiente de 20°C, alguns instantes após o despertar (Miguel, 2007).

⁵ 1 met corresponde ao metabolismo de um indivíduo sentado, em repouso e equivale a 58,15 W/m² (Veiga e Cabral, 2007).

masculino (Dear e Fountain, 1994), contudo o significado prático das diferenças de género ainda não é claro (Charles, 2003).

O vestuário é outro aspecto a ter em consideração, visto constituir uma barreira entre a superfície da pele e o ambiente, podendo dificultar a dissipação de calor, actuando desta forma sobre as trocas de calor por convecção, radiação e evaporação (Cabral e Veiga, 2007; Miguel, 2007). A resistência de vestuário corresponde ao somatório da resistência térmica de cada peça. O tipo de vestuário utilizado varia em função da empresa, da estação do ano, do estado meteorológico, do género e da própria cultura. A resistência térmica do vestuário vem normalmente expressa numa unidade simples, o clo⁶.

A frequência elevada e durante largos períodos de tempo de um dado ambiente térmico pode levar a uma adaptação física do indivíduo a esse ambiente. No entanto, esta adaptação pode também ocorrer ao nível psicológico através da alteração na percepção do ambiente térmico.

Socioculturais

Padrões de roupa são muitas vezes comuns em determinados grupos de indivíduos derivados da sua etnia, religião ou profissão, os quais recorrem ao mesmo género de vestuário independente do clima exterior (Fountain *et al.*, 1996). Contudo, os sistemas de climatização dos edifícios não são projectados a pensar num grupo de indivíduos que o possa frequentar, mas no seu todo, podendo originar situações de desconforto.

Note-se no entanto que não é apenas o tipo de vestuário que pode potenciar alterações na sensação térmica. O facto de os indivíduos esperarem estar perante um determinado ambiente por saberem que não tem ar condicionado, ou porque as temperaturas exteriores são demasiado elevadas ou baixas, pode condicionar a sua percepção térmica.

A influência da expectativa na sensação de conforto térmico apresenta-se algo complexa.

A expectativa em relação à existência de ar condicionado num edifício e à sua actuação leva por vezes o indivíduo a eximir-se de qualquer responsabilidade de termorregulação, uma vez que considera que são os sistemas de climatização que lhes têm que proporcionar condições térmicas agradáveis (Fountain *et al.*, 1996). Também o facto de um indivíduo esperar que um edifício não detenha nenhum sistema de climatização influencia a sua sensação térmica.

⁶ 1 Clo afigura um isolamento de vestuário igual a $0,155 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ (Miguel, 2007).

Segundo Brager e Dear (1998), em ambientes naturalmente ventilados, os ocupantes são mais tolerantes às oscilações da temperatura e preferem uma evolução da temperatura similar à do clima exterior.

Adaptação

A ausência da possibilidade de controlo ou manutenção da temperatura por parte dos ocupantes de um espaço está ligada à insatisfação com a temperatura (Ribeiro, 2005). O indivíduo em situações de desconforto tenderá a alterar a sua situação através da adaptação ao ambiente em que se encontra, consciente ou inconscientemente, através de alterações no vestuário, nos tempos e locais de permanência, alterações de postura, diminuição da actividade, bem como actuações sobre o sistema de climatização e janelas. Estes aspectos são muitas vezes difíceis de quantificar e podem levar a uma aceitação por temperaturas interiores diferentes das recomendadas (ISO 7730:2005).

Na maioria dos edifícios modernos, particularmente debaixo de condições climáticas severas, o recurso a sistemas HVAC é essencial para alcançar condições de conforto térmico aceitáveis (Budaiwi, 2007). Porém, estes sistemas necessitam de funcionar correctamente e as gamas de temperatura devem ser bem definidas, para que se proporcionem desta forma condições de conforto nos ambientes.

2.2.2.2. Conservação da energia

Tendo em vista a preservação do meio ambiente e a contenção de custos, a sustentabilidade energética em edifícios torna-se imprescindível.

O controlo impróprio dos sistemas de aquecimento é um dos principais factores relacionados com os gastos energéticos acrescidos em edifícios (Theodosiou e Ordoumpozanis, 2008).

A utilização racional e eficiente dos sistemas HVAC em ambientes escolares pode para além de proporcionar condições de conforto aos alunos, reduzir o consumo de energia (Conceição *et al.*, 2008). Perante esta situação, é imperativo criar um equilíbrio entre os gastos energéticos e o conforto térmico. Nos seus estudos Buratti e Ricciardi (2008) concluem que este tipo de sistemas parece assegurar o conforto nas estações frias, porém, verificaram que durante a Primavera eles são desligados e a ventilação natural não é suficiente para manter níveis de conforto aceitáveis.

Uma preocupação com as características térmicas do edifício na fase de concepção é primordial

para permitir o conforto dos ocupantes sem a necessidade de recorrer frequentemente a este tipo de sistemas.

2.2.3. Avaliação de ambientes térmicos neutros

A grande maioria dos estudos relacionados com conforto térmico a partir da década de oitenta tem por base os trabalhos de Fanger. Perante os resultados obtidos nas suas investigações com seres humanos, recorrendo a câmaras com o clima completamente controlado (Corgnati *et al.*, 2007), surge uma nova abordagem ao conforto térmico centrado nas pessoas, no seu vestuário e nas actividades físicas desempenhadas.

A teoria de Fanger contempla dois índices. Um dos Índices estima o nível de satisfação dos indivíduos, descrevendo a sensação térmica para o corpo como um todo, Predicted Mean Vote (PMV). Para isso, recorre a uma escala de sete graus bipolar contendo um grau central de conforto, o zero, três graus crescentes positivos que descrevem sensações de calor e três graus crescentes negativos que correspondem a sensações de frio (Figura 2.1). O outro Índice consiste no percentual provável de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico, Predicted Percentage of Dissatisfied People (PPD).

+3 Muito Quente
+2 Quente
+1 Ligeiramente Quente
0 Neutro/Confortável
-1 Ligeiramente Frio
-2 Frio
-3 Muito Frio

Figura 2.1: Escala de sensação térmica (ISO 7730:2005).

O PPD-PMV é baseado num modelo estático onde o indivíduo é considerado como passivo em relação às trocas térmicas (Buratti e Ricciardi, 2008). Esta nova metodologia foi adoptada pela International Organization for Standard (ISO) em 1984, dando origem à ISO 7730:1984, a qual tem sofrido algumas alterações até à actualidade, e pela ASHRAE 55-1981 “Thermal environment conditions for human occupancy”.

Para estimar o Índice PPD-PMV é necessário determinar os parâmetros físicos do ambiente térmico e conhecer a actividade desempenhada e o isolamento de vestuário. Estes parâmetros

são essenciais para estimar o PMV através do recurso a um modelo matemático ou à utilização de tabelas apresentadas na ISO. O PPD é determinado matematicamente a partir do PMV (Eq. 2.1) ou através do gráfico apresentado na Figura 2.2.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 PMV^2) \quad \text{Equação (2.1)}$$

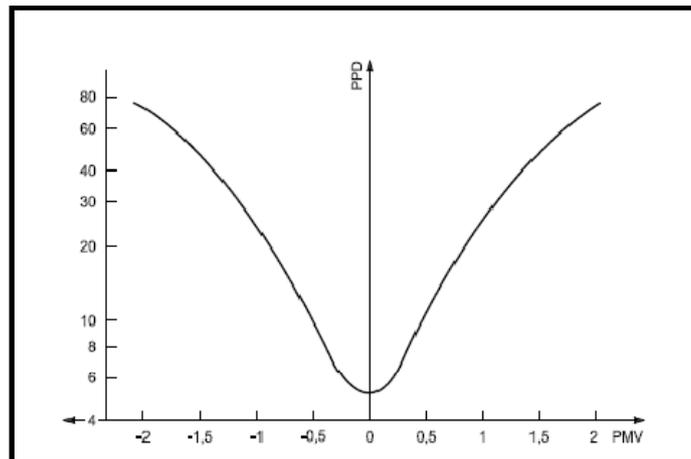


Figura 2.2: PPD em função do PMV (ISO 7730:2005).

Para caracterizar ambientes como confortáveis, a norma recomenda limites para o índice de PMV-PPD, devendo o PMV estar entre -0,5 e 0,5 e o PPD ser menor que 10%.

O modelo proposto por Fanger foi testado em diferentes contextos reais de forma a verificar a sua adequabilidade, sendo muitas vezes contestado. A chamada teoria adaptativa vem contrariar os pressupostos da sua teoria, ao dar ênfase o papel activo do indivíduo, através da crença que este, consciente ou inconscientemente, procura o conforto térmico ambiente, não sofrendo passivamente as condições impostas pelo ambiente circundante (Corgnati *et al.*, 2007). Conceição *et al.* (2008) citando Dear *et al.* (1997) e Dear e Brager (2001), referem o ajuste comportamental, factores fisiológicos e psicológicos como elementos activos dos indivíduos que podem interagir com a sensação térmica.

No desenrolar das pesquisas, vários modelos adaptados foram desenvolvidos com base em estudos de campo realizados em diferentes países do mundo e em diferentes condições. Os seus resultados têm normalmente revelado um desacordo entre o PMV objectivo e a sensação térmica resultante da análise subjectiva (Corgnati *et al.*, 2007; Hwang *et al.*, 2009), contudo, modelos adaptados têm revelado um bom acordo entre as duas abordagens (Buratti e Ricciardi, 2008).

Fanger e Toftum (2002) apresentam uma extensão do modelo PMV para ser utilizado em climas temperados, em espaços não equipados com sistemas de ar condicionado, combinando desta forma o modelo estático de PMV com a teoria adaptativa. Estes autores propõem assim uma extensão do modelo PMV baseada no factor expectativa, o qual deve ser multiplicado ao valor PMV, considerando desta forma uma variável psicológica (Conceição *et al.*, 2008).

A ISO 10551:2001 tem também como base os trabalhos de Fanger. Ela estabelece uma abordagem para a determinação de conforto térmico apoiando-se nas avaliações expressas pelas pessoas sujeitas a determinados ambientes, podendo os resultados obtidos complementar metodologias físicas ou fisiológicas.

O ambiente escolar tem sido um local de estudo de interesse devido às características específicas das actividades aí desenvolvidas. A maior parte dos trabalhos realizados neste ambiente têm em vista a comparação entre a análise objectiva e a subjectiva.

De modo a verificar a aplicabilidade do modelo de Fanger e de modelos adaptados, estudos comparativos com as opiniões dos alunos têm sido realizados. No seu estudo Corgnati *et al.* (2007), tendo como base os estudos de Fanger, propõem-se a descobrir uma tendência significativa e a correlação, entre as percepções subjectivas e os parâmetros ambientais medidos, aplicando uma nova metodologia de investigação em períodos quentes. Estes autores propuseram-se a realizar um estudo em ambientes ventilados naturalmente, nos quais os ocupantes possuem poucas oportunidades de ajuste comportamental, seleccionando deste modo salas de aula. A abordagem subjectiva é usada para determinar a percepção de ambiente térmico em termos de aceitabilidade e preferência, sendo para isso utilizados questionários. No seguimento desta investigação, Corgnati *et al.* (2008) complementam o estudo anterior realizando a investigação a meia estação, concluindo que há uma preferência para ambientes “ligeiramente mornos” no Inverno e para ambientes “neutros” na estação temperada.

No mesmo sentido dos estudos de Corgnati *et al.* (2007, 2008), também Buratti e Ricciardi (2008) pretendem encontrar uma correlação entre os dados medidos pelos equipamentos e as respostas subjectivas dos ocupantes. Realizaram um trabalho experimental em salas de aula de três universidades italianas, onde através da aplicação de um questionário de escolha múltipla em três estações do ano (Outono, Inverno e Primavera) e do cálculo dos índices de conforto de Fanger e de Wray concluem, ao compararem os valores de PMV das medições e os valores de PMV referentes aos questionários, que os dados dos questionários tendem a acentuar situações

de desconforto.

2.3. RUÍDO

O ruído é visto como um factor preponderante no conforto em ambientes interiores. O seu conceito não se remete apenas a elevados níveis de pressão sonora, mas refere-se a qualquer som desagradável e indesejado capaz de causar incómodo. Perante esta definição, é pertinente referir que a percepção e reacção ao ruído são diferentes de indivíduo para indivíduo, podendo ser influenciada por vários factores pessoais.

A problemática da exposição ao ruído tem sido largamente estudada em vários contextos, desde ambientes industriais, a habitacionais, escolas, entre muitos outros.

As actividades decorrentes em bibliotecas são caracterizadas como “sensíveis ao ruído” devido às suas exigências cognitivas (Kroemer e Grandjean, 2005). Nestes espaços um ruído mesmo sendo caracterizado como “baixo”, pode exercer efeitos indesejados sobre os seus ocupantes, afectando deste modo as condições óptimas à aprendizagem que deveriam estar presentes.

A problemática do ruído nas bibliotecas é muitas vezes acrescida devido à falta de diferenciação de espaços para estudo individual e em grupo. O estudo em grupo é uma característica actualmente comum nas bibliotecas do ensino superior, situação que pode potenciar níveis de ruído penosos para os ocupantes que necessitam de uma maior concentração.

Perante o referido, surge a necessidade de perceber quais as fontes de ruído consideradas incomodativas pelos utilizadores das bibliotecas e quais os níveis por eles considerados aceitáveis.

2.3.1. Percepção de ruído

As ondas sonoras quando alcançam o ouvido são canalizadas para o tímpano, o qual transforma as vibrações sonoras em vibrações mecânicas que são transmitidas pelos ossículos (martelo, estribo e bigorna) para a perilinfa. Aqui os fluidos transmitem as vibrações até à membrana basilar. Esta contém o órgão de Corti, o qual detém as células sensíveis ao som, células ciliares. Este é o órgão responsável pela geração dos impulsos nervosos que são posteriormente transmitidos ao cérebro, dando origem a reacções psicofisiológicas.

A percepção da intensidade do som deve-se à intensidade de movimento das fibras basilares,

relacionando-se deste modo com a quantidade de estímulos transmitidos ao cérebro (Cabral e Veiga, 2008).

2.3.2. O Som

O som pode ser caracterizado como flutuações de pressão, com origem numa dada fonte sonora, que se dissipam sobre a forma de onda num meio elástico, normalmente o ar, as quais são reconhecidas pelo ouvido humano.

A tonalidade com que o som é percebido encontra-se associada à sua frequência. Esta é caracterizada como o número de oscilações do movimento vibratório por segundo, sendo que as baixas frequências produzem sons graves e as altas sons agudos.

Por sua vez o nível de som encontra-se associado à pressão sonora (Kroemer e Grandjean, 2005).

O Nível Sonoro Contínuo Equivalente Ponderado A (L_{Aeq}), representa um nível sonoro constante equivalente a todos os ruídos durante o tempo de exposição, obtido através de um filtro de ponderação A (Nunes, 2006; Miguel, 2007).

Quando se refere à ponderação A, está-se a indicar que decorreu um processo de filtragem de frequências, devido à sensibilidade humana a este tipo de frequências ser menor. Existem quatro filtros que respondem de forma não linear às frequências (A, B, C e D). O filtro de ponderação A é o que mais se aproxima da resposta do ouvido humano, daí ser o mais adequado à avaliação de índices subjectivos de incómodo (Nunes, 2006).

A escala linear da pressão sonora apresenta cerca de um milhão de unidades. Perante esta situação e pelo facto do ouvido humano responder ao ruído de forma logarítmica recorre-se uma unidade chamada de decibel (dB). Assim, e tendo em conta a curva de ponderação usada, o L_{Aeq} apresenta-se em dB(A), sendo a sua determinação normalmente realizada com um sonómetro integrador.

2.3.3. O ruído e o conforto em bibliotecas

A exposição ao ruído encontra-se muitas vezes relacionada com o dano auditivo, estando esta problemática normalmente associada a níveis elevados em meio industrial. No entanto, estudos têm revelado que níveis mais baixos de ruído também podem ter efeitos prejudiciais.

As actividades decorrentes nas bibliotecas podem ser caracterizadas como calmas, sendo o nível

de ruído existente nestes espaços normalmente baixo, mas que no entanto, dependendo dos seus níveis, poderá ser problemático.

Estudos sobre o ruído em meio escolar têm-se mostrado concordantes, referindo que ele não só se apresenta como uma fonte de desconforto, como também interfere no desempenho escolar (Fernandes, 2006; Stansfeld e Matheson, 2003). A origem destas situações encontra-se normalmente associada à interferência na inteligibilidade, diminuição da concentração, redução da capacidade de raciocínio, ansiedade, irritação, cefaleias e alterações do humor (Stansfeld e Matheson, 2003; Chiang e Lai, 2008; Enmarker e Boman, 2004). Stansfeld e Matheson (2003) acrescentam que estudos laboratoriais têm mostrado diminuições no desempenho de actividades de leitura derivados de exposições ao ruído.

O desconforto associado a este agente físico depende das suas características, nomeadamente o nível sonoro e o tipo de ruído, sendo deste modo influenciado pela fonte sonora (Yang e Kang, 2005). No entanto, factores psicológicos têm sido sugeridos como os maiores contribuidores para a variação na reacção ao ruído (Wallenius, 2004). Cada pessoa reage de uma forma diferente ao ruído e a nossa atitude numa situação concreta pode ser um factor decisivo para a sua percepção, dependendo o nível de desconforto do grau de interferência nas actividades (Dreossi e Momensohn, 2005; Nunes, 2006; Stansfeld e Matheson, 2003).

Segundo Kjellberg *et al.* (1996), citado por Ribeiro (2005), o desconforto ao ruído é maior quando este tem origem na utilização de equipamentos por outros ocupantes do espaço. Também ruídos não familiares, intermitentes e imprevisíveis são considerados mais problemáticos que ruídos familiares e contínuos (Kroemer e Grandjean, 2005). Segundo Cohen (1978), citado por Enmarker e Boman (2004), um ruído previsível apresenta-se menos irritante e oferece uma maior possibilidade de o indivíduo se preparar.

A idade e o género também poderão exercer efeito sobre a percepção do ruído. É do conhecimento geral que com o envelhecimento a capacidade auditiva vai-se reduzindo (presbiacusia). No entanto, Enmarker e Boman (2004) concluem da análise de vários estudos, que em geral o desconforto não está relacionado com a idade, apesar de se considerar que esta pode levar a um aumento da sensibilidade ao ruído. Em relação à influência do sexo, Yang e Kang (2005) não encontraram nos seus estudos diferenças significativas na percepção entre homens e mulheres. Porém, segundo os estudos de Kjellberg *et al.* (1996), citado por Enmarker e Boman (2004), as mulheres revelam maior desconforto que os homens.

Também as crenças podem afectar a percepção de conforto em relação ao ruído, ou seja, quando um indivíduo acredita que está a sofrer de problemas de saúde por causa do ruído, é mais provável que o seu desconforto seja maior (Job, 1996).

As bibliotecas assumem-se como locais onde são desenvolvidas actividades que requerem elevados níveis de concentração, devendo apresentar condições de conforto acústico, as quais são essenciais para uma boa aprendizagem (Zannin e Marcon, 2007).

As fontes de ruído normalmente identificadas em bibliotecas podem ter a sua origem tanto no seu exterior, ruído ambiental, como no interior.

Como principais fontes de ruído interior, é possível destacar os sistemas de ventilação e climatização, as cadeiras (principalmente devido ao seu arrastamento), os próprios utilizadores e alguns materiais típicos destes espaços como impressoras, computadores, máquinas de calcular, livros e canetas (Dreossi e Momensohn, 2005; Salter, 2002; Munovic *et al.*, 2008).

Um adequado *layout*, com os equipamentos mais ruidosos afastados das áreas de leitura e as mesas e estantes adequadamente dispostas, bem como a substituição de materiais (ex. pés das cadeiras, e pisos) e a adopção de materiais com elevado índice de absorção sonora, podem ser uma excelente forma de reduzir os ruídos com origem no interior (Dreossi e Momensohn, 2005; Salter, 2002).

Como referido, os utilizadores são uma das fontes de ruído, nomeadamente devido à comunicação. Uma conversação normal encontra-se entre os 55 e 65 dB (A) (Hedge, 2006), podendo ser uma fonte de incómodo não só pelo seu nível, mas também pelo seu conteúdo (Kroemer e Grandjean, 2005). A opção por uma separação de espaços destinados a leitura individual e ao estudo em grupo, uma maior sensibilização dos alunos e uma redefinição do *layout* de forma a evitar aglomerados de ocupantes, são algumas das opções para atenuar esta situação.

As janelas, apesar de muitas vezes referidas como essenciais em edifícios sustentáveis, podem ser caracterizadas como uma fonte de ruído exterior quando abertas, dado que permitem uma fácil penetração do ruído ambiental no interior do edifício (Krüger e Zannin, 2004; Salis, *et al.*, 2002; Chiang e Lai, 2008). Chiang e Lai (2008) verificaram que com as janelas abertas os níveis de ruído são 20 dB(A) superiores ao estabelecido para salas de aula. Neste sentido, Krüger e Zannin (2004) referem que para manter o conforto acústico é necessário manter as janelas fechadas.

Muitos estudos e directrizes têm referido o ruído ambiental como um dos principais problemas acústicos em meio escolar (Chiang e Lai, 2008; Krüger e Zannin, 2004; Garavelli, *et al.*, 2007). A falta de isolamento acústico e uma inadequada localização têm sido mencionadas como as principais causas de influência do ruído ambiental nos espaços escolares (Zannin e Marcon, 2007). Perante o referido, o projecto acústico de uma escola deve começar com a selecção do local, devendo ser evitada a sua localização em áreas ruidosas.

Os mapas de ruído⁷ são um bom instrumento para ajudar na determinação da localização dos estabelecimentos de ensino. Portugal detém o Regulamento Geral do Ruído, Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro, o qual impõem limites de ruído ambiental para as zonas sensíveis. Estas zonas encontram-se vocacionadas para conter vários edifícios sensíveis ao ruído, nomeadamente as escolas.

Landström *et al.* (1995), citado por Ribeiro (2005), refere que é “difícil, ou até mesmo impossível, encontrar um valor objectivo de ruído ambiente susceptível de ser aceite universalmente pelas pessoas”. Contudo, é crucial controlar os níveis de ruído nas bibliotecas de forma a potenciar o conforto acústico para a maioria dos seus utilizadores, sendo para isso necessário perceber quais os níveis adequados para as áreas de leitura.

Os níveis associados ao desconforto não se apresentam muito elevados. Segundo Thiery e Meyer (1988), citados por Dreossi e Momensohn (2005), níveis de ruído entre 50 e 65 dB(A) podem causar desconforto auditivo. Engel, *et al.* (2006) refere que estímulos entre 55 e 75 dB(A) são passíveis de causar distração, bem como reduzir a concentração e performance. Segundo Schneider (2002) um ruído de 45 dB (A) é ideal para bibliotecas, considerando que níveis mais elevados podem afectar o desempenho e a concentração. Segundo o mesmo autor os ocupantes parecem não gostar de um silêncio total, preferindo a existência de níveis baixos de ruído.

Um elevado ruído de fundo tem sido largamente associado aos espaços escolares (Chiang e Lai, 2008; Krüger e Zannin, 2004; Garavelli, *et al.*), existindo recomendações que deverão ser aplicadas.

Segundo Salter (2002), o ruído de fundo nas áreas de leitura de bibliotecas deveria estar entre 25 e 30 dB(A). Contudo, há recomendações com valores mais elevados para este parâmetro. Zannin e Marcon (2007) citam recomendações de vários países, as quais se encontram na

⁷ Apoiam a elaboração, alteração e revisão dos planos directores municipais (PDM) e dos planos de urbanização (PU).

Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Níveis de ruído de fundo recomendados (Adaptado de Zannin e Marcon, 2007).

País	Ano	L_{Aeq}
Brasil	1987	35-45
Estados Unidos	2002	30-40
Alemanha	1987	30-40
França	2002	33

Segundo Stansfeld e Matheson (2003), a percepção de controlo sobre fontes de ruído pode reduzir a convicção de que o ruído pode ser prejudicial, podendo ter implicações na percepção de conforto por parte dos indivíduos.

Numa biblioteca, as estratégias de controlo do ruído por parte dos seus ocupantes poderão passar pela selecção de lugares afastados das zonas ruidosas, e sempre que possível, por fechar as janelas e as portas.

2.3.4. Avaliação

A Avaliação Pós Ocupação (*Post Occupancy Evaluation* - POE) para a qualidade do ambiente de ensino é um modo simples e eficaz de demonstrar a performance dos edifícios (Chiang e Lai, 2008).

A análise comparativa entre observações objectivas dos níveis de ruído com as subjectivas dos seus ocupantes parece ser frequente, sendo obtido na generalidade uma boa correlação entre estas. Ayr *et al.* (2003) aplicaram escalas de avaliação subjectiva em escolas, verificando que os níveis de L_{Aeq} se correlacionam com as classificações de desconforto, insatisfação e nível sonoro. Também Yang e Kang (2005) verificaram que a avaliação subjectiva se relaciona bem com o nível sonoro, especialmente quando este é inferior a 73 dB(A).

Com um ponto de vista distinto, Wallenius (2004) refere que a melhor forma de determinar o desconforto ao ruído é através da análise subjectiva, pois considera que a relação dose-resposta tem um fraco poder preditivo.

Job (1996) menciona, citando vários autores, que o ruído é considerado excessivo quando pelo menos 10% dos indivíduos está seriamente afectado ou incomodado pelo ruído.

2.4. ILUMINAÇÃO

Para a execução de tarefas com requisitos visuais de forma eficiente não chega deter uma boa capacidade oftalmológica, é também imprescindível o indivíduo estar integrado num espaço com uma iluminação adequada na sua envolvente, devendo estes dois factores actuar de forma complementar (Nunes, 2006). Os ambientes visuais devem ser concebidos de modo a permitir a execução das várias actividades com eficiência, precisão, segurança e em condições de conforto, mesmo em circunstâncias difíceis durante longos períodos de tempo (ISO 8995:2002).

No espaço de leitura de uma biblioteca a iluminação deve ser adequada para que o utilizador consiga ver o objecto de leitura, normalmente um livro ou o ecrã de um computador, por períodos de tempo alargados sem que ocorra fadiga (Atmodipero e Pardede, 2004; Dean, 2005). No entanto, nos edifícios educacionais as condições de iluminação são muitas vezes insatisfatórias (Lula e Silva, 2002), condicionando o processo de aprendizagem.

Existem vários estudos que demonstram o efeito da quantidade de iluminação de um plano de trabalho no desempenho dos indivíduos, nomeadamente dos alunos. No entanto, para determinar a iluminação de um dado espaço não se deve apenas atribuir interesse à sua quantidade, mas também à sua qualidade (Schneider, 2002; Winterbottom e Wilkins, 2009).

Perante o referido anteriormente, ao caracterizar, estudar ou definir as características de iluminação de um espaço deve-se ter em consideração alguns aspectos tais como: as tarefas desempenhadas, a iluminância, a luminância e os contrastes, a direcção da iluminação, a cor da iluminação e das superfícies, a possibilidade de encandeamento, a cintilação e a iluminação natural. Para além destes parâmetros, verifica-se recentemente uma grande ênfase sobre a importância para o conforto visual da possibilidade de controlo da iluminação natural e artificial por parte dos ocupantes.

Tendo em consideração o papel crítico que a iluminação exerce no desempenho e conforto dos alunos (Schneider, 2002), é imprescindível ter em consideração os vários parâmetros da iluminação tanto na fase de concepção, como na manutenção das bibliotecas do ensino superior.

2.4.1. A iluminação e a percepção humana

A visão tem um papel de extrema importância no dia-a-dia do Homem. Ela é responsável pela obtenção de mais de 80% da informação do ambiente envolvente (Wolska, 2006), permitindo deste modo, que o indivíduo desempenhe vários tipos de actividades e aperceba-se de tudo o

que o rodeia com destreza.

Os órgãos receptores responsáveis pela visão são os olhos. Cabe a eles captar energia sob a forma ondas de luz e convertê-la em impulsos nervosos (Kroemer *et al.*, 2005). Contudo, os estímulos de radiação electromagnética percebidos pelo Homem estão confinados a um comprimento de onda que varia sensivelmente entre 400 e 760 nm⁸ (Wu *et al.*, 2006), não estando contudo esta gama bem delimitada, dependendo do fluxo radiante que incide na retina e da sensibilidade espectral do observador (Wolska, 2006).

O funcionamento do sistema visual é algo complexo, contudo, podemos resumir-lo da seguinte forma: a luz emitida por uma fonte luminosa ou reflectida por um objecto é captada pelo globo ocular produzindo por meio de um processo fotoquímico impulsos nervosos, que são emitidos através do nervo óptico até ao cérebro, dando origem a sensações visuais (Wolska, 2006; Kroemer *et al.*, 2005).

O globo ocular é muitas vezes comparado com uma máquina fotográfica. Ele é composto por três partes com funções distintas. A primeira é constituída pela córnea, íris e cristalino, estando associada ao sistema óptico onde há captação e focalização (Wolska, 2006), ou seja, a quantidade de luz que entra no olho é controlada pela íris, a qual tem a capacidade de dilatar ou contrair a pupila. Por sua vez, o cristalino permite a focagem através das suas mudanças de forma, as quais são conhecidas por acomodação (Miguel, 2007). A segunda parte do globo ocular é constituída pelo vítreo, uma massa incolor que enche o segmento posterior do olho e a terceira a retina (Wolska, 2006).

A retina é a região fotossensível do olho (Nunes, 2006), visto deter as células fotoreceptoras, os cones⁹ e os bastonetes¹⁰, as quais iniciam o processo visual convertendo a imagem do mundo físico em sinais de neurais.

2.4.2. Fotometria

O fluxo luminoso, Φ , corresponde à quantidade de luz emitida (W_{rad}) por uma dada fonte luminosa

⁸ 1 nanómetro (nm) = 10⁻⁹ metros (m)

⁹ Os cones correspondem a cerca de 7 milhões de células da retina e operam numa gama de intensidade luminosa entre 10³ a 10⁶ lux, ou seja, são responsáveis pela visão diurna (Anshel, 2005; Wu *et al.*, 2006).

¹⁰ Os bastonetes representam cerca de 120 milhões de células e possibilitam uma visão nocturna até 10⁻² lux com baixa resolução e elevada sensibilidade, mas sem informação de cor (Anshel, 2005; Wu *et al.*, 2006).

numa unidade de tempo (t), sendo a unidade de medida o lúmen, lm¹¹, e pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$\Phi = \frac{W_{rad}}{t} \quad \text{Equação (2.2)}$$

O fluxo luminoso está associado às lâmpadas e aparelhos de iluminação, sendo indicado pelo fabricante das mesmas.

Intensidade luminosa, I, corresponde ao fluxo luminoso (Φ) emitido por unidade de ângulo sólido da direcção considerada (Ω)¹², sendo a unidade de medida o candela, cd, e calculada através de:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad \text{Equação (2.3)}$$

O valor referente à intensidade luminosa é proporcionado pelo fornecedor.

A iluminância ou nível de iluminação, E, corresponde à medida do fluxo luminoso (Φ) emitido numa determinada direcção por unidade de superfície (S), sendo a sua unidade de medida o lux, lx¹³, e expressa-se por:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad \text{Equação (2.4)}$$

É normalmente referida como o principal factor que interfere com a rapidez, segurança e conforto de uma pessoa que desempenha uma tarefa visual (ISO 8995:2002). A sua determinação é imprescindível pelos higienistas para decidir se a iluminação é adequada a uma dada actividade num determinado espaço ou se deve ser alvo de intervenção, sendo determinada por um equipamento designado de luxímetro.

A luminância, L, é a medida do brilho causado por uma superfície, definindo-se como o quociente entre a intensidade luminosa (I) emitida ou reflectida numa determinada direcção e a área projectada da fonte num plano perpendicular a essa direcção (A) (Miguel, 2007):

$$L = \frac{I}{A} \quad \text{Equação (2.5)}$$

¹¹ 1 lumen corresponde ao fluxo emitido uniformemente no interior de um ângulo sólido (Ω) igual a 1 esterradiano (sr) por uma fonte punctiforme de intensidade (I) constante e igual a 1 candela (cd) (Miguel, 2006).

¹² Ω corresponde à relação entre uma superfície cortada numa esfera e o quadrado do raio da esfera, sendo que o ângulo sólido completo vale 4π (Cabral e Veiga, 2007).

¹³ 1 lux corresponde à iluminância de uma superfície de 1m² quando sobre ela incide 1lm de fluxo luminoso (1lm/1m²), sendo 10,76 lux = 1 fc.

A unidade de medida é candela por metro quadrado, cd/m^2 e mede-se com um luminancímetro ou brilhómetro.

2.4.3. Características da iluminação

2.4.3.1. Níveis de iluminação

Os níveis de iluminância têm sido amplamente estudados. A investigação realizada tem tentado não só perceber os níveis mínimos de iluminância necessários para executar uma dada tarefa (Atmodipoero e Pardede, 2004), mas também identificar quais os níveis ideais para que não ocorram efeitos prejudiciais para os indivíduos (Veitch, 2001) e para que estes atinjam o máximo da sua rentabilidade (Juslén e Tenner, 2005).

Nos seus estudos laboratoriais, Atmodipoero e Pardede (2004) concluem que os níveis de iluminância necessários para a realização de uma actividade de leitura diferem de indivíduo para indivíduo, devido à variabilidade das capacidades oftalmológicas e à subjectividade de percepção. No seu estudo, eles encontraram valores de iluminância necessários para esta tarefa muito baixos, sendo o mínimo de 0,13 lux e o máximo necessário de 15,32 lux. Contudo, os autores não consideraram no seu trabalho, a possibilidade dos níveis de iluminância necessários irem além dos que permitem ver uma determinada tarefa, ou seja, não apreciaram a necessidade dos indivíduos se sentirem confortáveis e carecerem de realizar a sua tarefa por elevado períodos de tempo.

As implicações possíveis que a iluminância pode causar nos indivíduos, quer pela sua carência, quer pelo seu excesso, também têm sido alvo de várias investigações, como é o caso da fadiga visual¹⁴, stress e alterações nos ciclos circadianos¹⁵ (Juslén e Tenner, 2005; Veitch, 2001). Contudo, é no estudo do efeito da iluminação no desempenho do indivíduo que as investigações têm incidido mais.

Juslén e Tenner (2005) numa extensa revisão bibliográfica concluíram que alterações de iluminância poderão ter implicações no aumento da produtividade e na redução de erros no

¹⁴ Fadiga visual deriva de um esforço psicofisiológico derivado do processo de acomodação à iluminação de um dado ambiente através da capacidade reflexa da pupila. Encontra-se normalmente associada a sintomas de como uma visão tontada, cefaleias, contracção dos músculos faciais e postura geral do corpo incorrecta (Miguel, 2007), sendo estes sintomas temporários.

¹⁵ O ciclo circadiano tem uma duração de 24 horas e contempla períodos em que as funções vitais aumentam (dia) e períodos onde estas diminuem (noite). A luz é considerada o maior estímulo para a sincronização destes ciclos. A exposição à luz suprime a secreção de melatonina, sendo que esta é uma indutora do sono (Veitch, 2001).

trabalho. Juslén, *et al.* (2007) reforçaram esta visão nos seus estudos em condições reais de trabalho onde verificaram um aumento de produtividade de 4,5% após os indivíduos seleccionarem os níveis de iluminância, concluindo ainda que os trabalhadores têm preferências sobre os níveis de iluminação.

Quanto à preferência dos indivíduos, não parece verificar-se consenso na comunidade científica. Ribeiro (2005) cita um estudo realizado por Bosti na década de oitenta, onde o autor verifica que metade dos empregados de escritório que apresentavam queixas, indicavam excesso de iluminação. Já Nicol *et al.* (2006) verificam que em geral as pessoas parecem preferir um meio mais luminoso, pois até mesmo com níveis elevados de iluminância, havia uma satisfação geral com o ambiente. Também neste sentido Juslén *et al.* (2007) referem que as pessoas quando têm controlo sobre a iluminação tendem a aumentá-la.

A abordagem sobre os níveis de iluminância mostrou que as suas necessidades para uma determinada tarefa são influenciadas por algumas variáveis como: a própria actividade, os contrastes e reflectâncias, o tamanho do objecto (Wolska, 2006), a distância entre o objecto e os olhos (Atmodipoero e Pardede, 2004) e algumas características do próprio sujeito como a idade, o grau de fadiga, aspectos culturais (Reinhart e Voss, 2003) e o estilo de vida (Atmodipoero e Pardede, 2004).

Com base em alguns estudos, surgiram recomendações sobre os níveis de iluminação para determinadas tarefas, os quais apresentam diferenças consoante a norma que lhe dá origem.

A ISO 8995:2002 especifica, para vários locais de trabalho em recintos fechados e tarefas típicas, requisitos de iluminação válidos para condições visuais normais, tendo em conta as exigências para um desempenho de trabalho seguro, saudável e eficiente, durante todo o período laboral. Na determinação dos valores de referência teve-se em consideração as exigências visuais da tarefa, a segurança, aspectos psico-fisiológicos como o conforto visual e bem-estar, a experiência prática e a sustentabilidade energética (ISO 8995:2002).

Um dos requisitos de iluminação presentes na norma é a iluminância mantida (\bar{E}_m , lux) a qual corresponde ao valor mínimo referente à iluminação média de uma dada superfície. No entanto, a norma ISO salvaguarda que quando a tarefa é realizada durante períodos de tempo demasiado curtos ou então os detalhes são extraordinariamente grandes ou com elevados contrastes, os níveis de iluminação médios podem ser inferiores aos recomendados, não devendo em trabalhos

contínuos ser inferior a 200 lux.

Por vezes os níveis de iluminação em espaços escolares não são adequados devido ao seu design e infra-estruturas (Winterbottom e Wilkins, 2009), podendo ter implicações sobre o desempenho dos alunos.

Nas áreas de leitura das bibliotecas, de acordo com a ISO 8995:2002, os níveis de iluminância médios devem ser no mínimo de 500 lux nos planos de trabalho e 300 lux nas vizinhanças. No entanto, é importante ter em consideração que professores e alunos podem ter preferências sobre os níveis de iluminância (Winterbottom e Wilkins, 2009).

A ISO 8995:2002 recomenda ainda uma escala de iluminância descontínua que deverá ser adoptada, apresentando-se esta na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Escala de iluminância, lux (ISO 8995:2002).

Escala de iluminância (lux)													
20	30	75	100	150	200	300	500	700	1000	1500	2000	3000	5000

Deve ser dado também interesse sobre iluminância das zonas circunvizinhas ao plano de trabalho (*immediate sources*), a qual deverá ser relacionada com a iluminância do mesmo, evitando deste modo situações de tensão visual e desconforto, isto porque, quando os níveis de iluminação oscilam rapidamente, o processo de acomodação não ocorre.

A iluminância dos ambientes imediatos pode ser mais baixa que a iluminância da tarefa mas não deverão, segundo a ISO 8995:2002, ser menores que os valores referenciados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Relação entre níveis de iluminância da tarefa e da zona imediata (ISO 8995:2002).

Iluminância da tarefa lux	Iluminância da vizinhança lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	A mesma que a da tarefa

Os níveis de iluminância de uma determinada área variam gradualmente. Perante esta situação, é necessário garantir a uniformidade da iluminação para que não existam oscilações elevadas. A uniformidade apresenta-se como a relação entre o valor de iluminância mínimo e o valor médio num dado plano de trabalho ou sua vizinhança. Tendo por base o referido, e segundo a ISO 8995:2002, a uniformidade da iluminância da tarefa não deverá ser inferior a 0,7 e a uniformidade da iluminância da vizinhança a 0,5, isto é, a iluminância em qualquer ponto do

plano de trabalho, não deve ser inferior a 70% da iluminância média e nas vizinhanças a 50%.

2.4.3.2. Qualidade da iluminação

De forma a funcionarem eficazmente, os olhos necessitam de perceber contrastes, ou seja, diferenças de luminâncias, visto que é a sensibilidade a contrastes que permite apreciar nuances de sombra e de luz, as quais podem ser decisivas para a percepção de formas (Kroemer *et al.*, 2005). Contudo, estas diferenças de luminância não devem ser demasiado acentuadas. Normalmente o campo visual divide-se em três zonas, a área da tarefa, a área circunvizinha e o ambiente geral, as quais têm requisitos diferentes de contrastes. A diferença entre a área da tarefa e a vizinhança imediata não pode ser superior a três vezes e a diferença entre a área da tarefa e o ambiente geral não deve ser maior que dez vezes, caso contrário pode ocorrer desconforto ou fadiga (Dul *et al.*, 2004).

Outra característica da iluminação que deve ser considerada refere-se à possibilidade de encandeamento. O encandeamento (*glare*) é a sensação visual causada por luminâncias ou contrastes maiores que aqueles a que os olhos estão adaptados, podendo causar desconforto ou perda do desempenho visual (Osterhaus, 2005).

Existem normalmente dois géneros de encandeamento, o directo, quando uma fonte de luz incide directamente nos olhos e o indirecto, quando é reflectida por uma superfície. No entanto, também podemos classificá-lo do ponto de vista psicofisiológico em encandeamento de desconforto e de inaptidão. O encandeamento de inaptidão refere-se a uma diminuição do desempenho visual devido à excessiva difusão de luz nos olhos, a ponto de prejudicar a visão de detalhes ou objectos (Winterbottom e Wilkins, 2009; Wolska, 2006). Ao contrário deste, o encandeamento de desconforto não necessita que ocorra redução do desempenho visual. Ele tem origem na diferença de luminâncias que pode aumentar a actividade da pupila e por sua vez levar à ocorrência fadiga ocular e cefaleias (Winterbottom e Wilkin, 2009).

Uma das fontes de encandeamento mais referidas na literatura é a iluminação natural, mais concretamente a que provem de janelas. Contudo, segundo Hopkinson (1970) citado por Galasiu e Veitch (2006), o encandeamento da luz natural é mais tolerado pelas pessoas que o de outras fontes luminosas. Neste trabalho, os autores também especularam que quando a visão para o exterior de uma janela é agradável, a tolerância ao encandeamento aumenta. Galasiu e Veitch (2006) referem que para além da vista para o exterior, o grau de desconforto relativo ao encandeamento das janelas depende da distância entre janela e a tarefa, sendo muito variável

de pessoa para pessoa.

A ocorrência de possíveis encandeamentos deve ser evitada, através de protecções nas luminárias e de cortinas ou persianas ajustáveis nas janelas (ISO 8995:2002). Estruturas exteriores também podem ajudar no controlo da iluminação natural, como palas ou quebra-sóis (*sunshade*).

A cor é também um dos aspectos que influencia o conforto e conseqüentemente o desempenho do trabalhador. A escolha de uma cor que não seja do agrado dos indivíduos para o ambiente de trabalho, pode induzir efeitos psicológicos negativos como stress, angústia ou desequilíbrios psicológicos (Cabral e Veiga, 2007). Há dois grandes grupos de cores, as quentes e as frias. As cores quentes são mais estimulantes e dão a impressão de estreiteza, enquanto as frias são mais repousantes e dão sensação de espaço (Ribeiro, 2006).

A cor aparente da luz emitida por uma dada fonte luminosa, pode ser descrita pela sua temperatura de cor, sendo normalmente as lâmpadas divididas em três grupos.

Tabela 2.4: Temperaturas de cor da luz (ISO 8995:2002).

Aparência da cor	Temperatura da cor
Quente	Abaixo de 3300K
Intermédia	3300K a 5300K
Fria	Acima de 5300K

Segundo Winterbottom e Wilkins (2009) as lâmpadas em salas de aula deveriam ter uma temperatura de cor de 3500K. Porém, de acordo com Begemann *et al.* (1997), citado por Galasiu e Veitch (2006), a escolha da cor deve depender da disponibilidade de luz natural. Com níveis baixos de iluminação natural (500 lux) a preferência média pela cor ronda os 3300K e com níveis mais elevados (1500 lux) a temperatura da cor preferida aumenta para 4300K. Também pode ter-se em consideração na escolha da cor o nível de iluminância, a cor das superfícies iluminadas e o clima ambiente (Wolska, 2006). No entanto, perante as bibliotecas deterem uma elevada quantidade de livros, é importante considerar a possibilidade da iluminação contribuir para a sua deterioração. Segundo Flieder e Duchein (1993) deve optar-se nestes espaços por lâmpadas de cor quente que permitam eliminar a radiação ultravioleta e infravermelha, a qual se encontra associada a reacções fotoquímicas lesivas sobre os materiais.

No que diz respeito à cor das paredes, tectos e pavimentos, é aconselhado normalmente que estas possuam uma distribuição de cores que não induza encandeamento, devendo deste modo

os tectos ser de cor branca, as paredes de cor branca ou de outras cores claras e os pavimentos de cores mais escuras (Cabral e Veiga, 2007). Em ambientes escolares, Schneider (2002) verificou um aumento do desempenho dos alunos quando as paredes foram pintadas de cores de pastel em vez de branco.

2.4.3.3. Luz natural

A luz natural é considerada uma luz branca, por apresentar intensidades em todos os comprimentos de onda visíveis, sendo considerada o tipo de iluminação ideal (Nunes, 2006; Dean, 2005). Em espaços interiores, esta pode ser facultada por janelas e clarabóias

O meio de iluminação predominante nos espaços escolares até aos anos cinquenta era a luz natural (Schneider, 2002). Contudo, com a descida dos preços da energia eléctrica começou a desenvolver-se uma tendência para criar espaços sem este tipo de iluminação. Recentemente esta tendência inverteu-se surgindo novamente um interesse em aumentar a luz natural em edifícios escolares.

Vários estudos realizados nos últimos anos têm-se debruçado sobre a análise da iluminação natural em ambientes interiores, no âmbito dos efeitos psicológicos a ela associados (Veitch, 2006) e influências sobre a produtividade (Heschong, 1999; Nicol *et al.*, 2006), como também da sustentabilidade energética dos edifícios (Galasiu e Veitch, 2006). De acordo com Benya (2001) citada por (Schneider, 2002), as recentes mudanças, incluindo janelas energeticamente eficientes e clarabóias, são um reconhecimento renovado dos efeitos positivos da luz natural a nível psicofisiológico, levantando deste modo o interesse no aumento da luz natural nas escolas.

O estudo realizado por Heschong (1999), englobando cerca de 21000 alunos e mais de 2000 salas de aula, revelou-se um ícone da investigação sobre os efeitos da iluminação natural em ambientes escolares. O trabalho mostra que a presença deste tipo de iluminação melhora o desempenho dos alunos, visto terem sido observados progressos maiores a matemática e leitura quando estavam inseridos em salas com janelas maiores. Também se verificou que a luz natural proveniente de clarabóias tem um efeito positivo, bem como a possibilidade de abrir as janelas.

A associação positiva entre luz natural e o aumento do desempenho dos alunos, pode dever-se ao facto de esta permitir uma melhor visão devido ao aumento dos níveis de iluminação, melhor

cor e *modeling*¹⁶, redução dos efeitos de cintilação¹⁷, estimulação mental e uma influência positiva nos ciclos circadianos (Jayanetra, 2004).

Estudos que demonstram a preferência por ambientes com iluminação natural em relação à artificial remontam já à década de 80 (Galasiu e Veitch, 2006). Segundo Love citado por Galasiu e Veitch (2006), os ocupantes de um espaço podem ser satisfeitos com níveis de luz natural mais baixos que os níveis de luz normalmente requeridos com a iluminação eléctrica. Galasiu e Veitch (2006) citam ainda estudos realizados por Veitch *et al.* (1993) e Herwagen e Herwagen (1996), onde é possível verificar que os alunos universitários identificam que trabalhar sob iluminação natural que artificial. Note-se ainda que quando é utilizada iluminação natural e artificial, as pessoas sobrestimam a contribuição da luz do dia e o seu grau aumenta com a distância às janelas (Galasiu e Veitch, 2006).

A presença de janelas tem sido um factor preferencial por parte dos ocupantes de um espaço. Estas não são uma mera fonte de iluminação, pois, na maior parte das vezes, actuam a mais níveis, podendo ter implicações psicológicas e físicas no indivíduo. Elas têm sido muitas vezes referidas como estimulantes, devido a proporcionarem um contacto visual com o mundo exterior (Ribeiro, 2006). As implicações psicológicas também passam por outros aspectos, como a estabilidade e a inspiração (Lee e Kim, 2007). Tem-se verificado uma preferência por postos de trabalho próximos de janelas (Galasiu e Veitch, 2006). As razões para esta situação prendem-se não só com facto destas proporcionarem iluminação natural e vista para o exterior, mas também por permitirem perceber o estado do tempo e aumentar a ventilação quando são abertas (Heschong, 1999). A existência de janelas num espaço tem sido também relacionada com o aumento da produtividade (Nicol *et al.*, 2006).

A orientação, o tamanho e a natureza dos vidros das janelas, são factores que condicionam a entrada de iluminação natural. Estudos têm mostrado que existe uma preferência por janelas grandes, contudo alguns trabalhos realizados nesta área revelam que a preferência pelo tamanho das janelas é influenciada pela paisagem exterior e de acordo com o tipo de espaço (Galasiu e Veitch, 2006).

Em espaços interiores, a iluminação natural não tem sido apenas associada a efeitos positivos. Quando indevidamente projectada, pode estar na origem de encandeamentos e alterações do

¹⁶ *Modelling* refere-se ao equilíbrio entre a luz indirecta e a luz directa.

¹⁷ Associada ao efeito estroboscópico.

ambiente térmico, nomeadamente o sobre aquecimento das zonas próximas das janelas (Hygge e Löfberg, 1999; Nicol *et al.*, 2006; Krüger e Zannin, 2004). As janelas têm também sido referidas como uma possível fonte de distração (Ribeiro, 2006). A iluminação natural em dias nublados em que há flutuações frequentes de luz, pode ocasionar desconforto, devido ao sistema visual tentar de forma subconsciente e continuada adaptar-se às mudanças de iluminação (Kim e Kim, 2007). Deste modo, é importante em tarefas com requisitos visuais manter o nível de luz relativamente constante. Quando intensa, encontra-se ainda associada ao desgaste acrescido das colecções. A radiação ultravioleta em grande quantidade induz a tinta a descolar-se e leva a um processo fotoquímico de oxidação que por sua vez provoca uma diminuição das propriedades mecânicas das fibras que constituem a celulose (Urgellès e Crehuet, 2001).

2.4.3.3. Controlo da iluminação

As implicações dos sistemas de controlo no bem-estar dos ocupantes e na sua produtividade tem sido alvo de vários trabalhos de investigação.

Apesar de existirem estudos que referem que instalações que não tinham nenhum controle para o utilizador possuíam melhor iluminância no plano de trabalho, de acordo com as recomendações actuais (Galasiu e Veitch, 2006), a existência de controlos da iluminação natural e eléctrica pelos ocupantes parece contribuir para a melhoria da produtividade (Juslén *et al.*, 2007). Esta situação pode dever-se à possibilidade da maioria dos ocupantes preferir ter o controlo sobre os sistemas de iluminação e poder liga-los e desliga-los quando precisarem ou quiserem (Galasiu e Veitch, 2006).

Os sistemas de controlo da iluminação das janelas revestem-se de extrema importância no controlo do encandeamento e aquecimento do espaço. Estudos têm mostrado que os indivíduos usam conscientemente as cortinas e persianas para evitar ou reduzir a penetração de radiação solar em dias de sol (Reinhart e Voss, 2003) com o objectivo de evitar luz solar directa, ou um aquecimento excessivo (Galasiu e Veitch, 2006). Deste modo, as cortinas são importantes para controlar os efeitos de mudanças de iluminância ao ar livre e produzir um valor mais constante de iluminância média em recinto fechado (Nicol *et al.*, 2006).

A facilidade no uso dos controlos da iluminação e a consciência e formação do ocupante relativamente a estes controles são factores essenciais para a obtenção de uma iluminação mais confortável, juntamente com um consumo de energia reduzido (Galasiu e Veitch, 2006). Uma

má utilização de controlos pode estar na origem de efeitos nocivos. Quando não ajustadas correctamente, as sombras das persianas podem produzir padrões de iluminação sobre as secretárias, que devido por vezes à sua frequência, podem induzir stress visual (Winterbottom e Wilkins, 2009).

Winterbottom e Wilkins (2009) referem que as salas de aula deveriam ter sistemas que escurecessem automaticamente e que estivessem livres de cintilação, contudo, esta visão é contrariada pelos estudos de Escuyer e Fontoynt (2001) citados por Galasiu e Veitch (2006) onde referem que os ocupantes preferem ter o controlo sobre os sistemas de iluminação e os de Reinhart e Voss (2003), os quais verificam que os ocupantes de um espaço são normalmente contra o encerramento automático das cortinas.

2.4.3.4. Sustentabilidade energética

Os sistemas de iluminação deveriam satisfazer as exigências de um interior particular, tarefa ou actividade sem desperdício de energia. Porém, é importante não comprometer aspectos visuais simplesmente para reduzir consumo de energia (ISO 8995:2002).

Uma grande quantidade de energia pode ser poupada através de projectos de iluminação bem definidos que têm em consideração o equilíbrio entre os níveis de iluminação e o consumo energético requerido. Para isso é necessária a utilização de sistemas de iluminação artificial e natural de forma apropriada, bem como a aplicação de sistemas de controlo fáceis e simples de usar.

A iluminação natural é vista actualmente como um aspecto fundamental a ter em consideração nos espaços interiores para providenciar um melhor aproveitamento energético.

Outro aspecto importante que interfere na sustentabilidade energética é a manutenção dos meios de iluminação (luminárias, janelas e clarabóias), pois uma instalação com lâmpadas novas e superfícies limpas pode proporcionar uma iluminância 25% maior que a projectada, mas só metade do valor inicial quando as lâmpadas estão velhas e com acumulação de sujidade (Winterbottom e Wilkins, 2009).

2.4.3.5. Utilização de computadores

Segundo Demb *et al.* (2004), os computadores portáteis são vistos pelos alunos como essenciais ao sucesso académico. Perante esta situação e devido à evolução do ensino, cada vez são mais os alunos que levam o seu portátil para as bibliotecas.

Uma das grandes diferenças entre ler o texto de um livro e o de um computador, é que os últimos têm monitores auto iluminados e o livro necessita de uma fonte de iluminação externa. Outra diferença é a localização do objecto de leitura. O livro normalmente é colocado sobre a mesa, enquanto o monitor se encontra perpendicularmente a esta.

A utilização do computador é considerada uma tarefa com exigências visuais elevadas, podendo levar a problemas de visão. Quando as exigências visuais de uma tarefa que requer a utilização de um computador excedem as capacidades visuais ocorre o *Computer Vision Syndrome* (CVS) (Anshel, 2005). Um estudo realizado pela National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) indicou que 88% das pessoas que trabalham com computadores mais de três horas por dia apresentavam fadiga visual (Anshel, 2005). Estudos revelam ainda é mais provável ocorrer desconforto visual em utilizadores femininos do que em masculinos (Anshel, 2005).

Para além do tempo que as pessoas passam no computador, factores como a localização e orientação do ecrã e um sistema de iluminação inadequado podem estar na origem da fadiga visual. Deste modo, nas bibliotecas deve existir um equilíbrio entre a luz natural e a artificial, bem como uma localização adequada dos postos de trabalho em relação a estas fontes de iluminação, evitando posições de contra luz, pois estas diminuem a visibilidade e aumentam o esforço visual (Ribeiro, 2006).

2.4.4. Avaliação dos níveis de iluminância

Metodologias para proceder à avaliação da iluminação natural em espaços interiores têm vindo a surgir e a ser melhoradas, sendo algumas aplicadas na fase de projecto, como é o caso dos Modelos em Escala Reduzida, e outras para verificar a influência do espaço construído no comportamento e conforto dos indivíduos, avaliação POE (Graça *et al.*, 2001). Métodos baseados em equações como o Glare Index e o United Glare Rate para a avaliação de desconforto são também largamente utilizados (Lee e Kim, 2007).

Apesar da maior parte dos estudos abordados neste trabalho se terem baseado numa abordagem objectiva, existem trabalhos que tiveram também em atenção a opinião dos indivíduos obtendo bons resultados.

Nicol *et al.* (2006) aplicaram uma escala de percepção da claridade e preferência com 5 graus, onde verificaram um juízo gradualmente crescente de claridade com o aumento dos níveis de iluminância. Também Hygge e Löfberg (1999) utilizaram escalas com cinco níveis de satisfação

para avaliarem vários aspectos, entres os quais a iluminação e as janelas. Já Kim e Kim (2007) optaram por escalas de sete graus para estas análises.

2.5. MOBILIÁRIO

A adequabilidade do mobiliário escolar aos seus utilizadores é fundamental para a promoção de condições de conforto. Quando mal concebidos e não adaptados às características dos alunos, os móveis podem ocasionar defeitos na configuração postural dos seus utilizadores e por sua vez desenvolver situações de desconforto e até mesmo patologias (Nowak, 2006).

Nos últimos anos tem existido uma ênfase na prevenção de lesões músculo-esqueléticas em ambientes laborais e na concepção de postos de trabalho com base em critérios ergonómicos. As escolas devem ser vistas como um local de trabalho, pois os alunos passam aí grande parte do seu tempo, devendo-lhes ser atribuído igual interesse.

Uma biblioteca deve ter elementos de mobiliário que permitam aos seus utilizadores adoptar posturas adequadas ao longo das suas actividades e alcançar livros com facilidade.

Actualmente, aparenta existir uma tendência de os alunos permanecerem mais horas nestes espaços, muitas vezes sentados em más posições, podendo originar distúrbios no sistema músculo-esquelético. Segundo Lea *et al.* (2008), as mesas e as secretárias em meios escolares estão entre os factores que contribuem para sintomas músculo-esqueléticos nos alunos.

Segundo Nowak (2006) os valores ergonómicos devem ser visíveis em todos os objectos destinados a serem utilizados pela geração mais jovem. Ribeiro (2005) cita os estudos de Harris e Associates (1978, 1980) onde os resultados demonstram que o acesso aos materiais, a possibilidade de ajustamento dos equipamentos de trabalho e o conforto das cadeiras são dos aspectos mais importantes do meio físico para os trabalhadores. Perante esta situação, é importante o mobiliário deter características que possibilite aos segmentos corporais posicionarem-se e movimentarem-se adequadamente, sendo a Antropometria a chave para a sua definição.

2.5.1. Antropometria e o design mobiliário

As características antropométricas apresentam-se como uma peça fundamental para o design de

postos de trabalho, sendo a antropometria¹⁸ o ramo das ciências responsável pelo estudo das medidas do corpo humano.

Satisfazer todos os indivíduos com determinadas dimensões de uma peça de mobiliário não é uma tarefa fácil, se não mesmo impossível. O fenómeno da variabilidade humana torna-se numa barreira para o design e leva cada indivíduo a ostentar necessidades e expectativas ímpares. Esta situação deve-se sobretudo a diferenças no género, idade, étnicas, aspectos socioeconómicos e a mudanças periódicas no crescimento (Gouvali e Boudolos, 2006).

A preocupação com um design que tente satisfazer a população não deve desvanecer. É indispensável estabelecer uma compatibilidade entre as características antropométricas das populações e as dimensões, formas e estruturas dos componentes do mobiliário em função das capacidades e limites humanos (Cabral e Veiga, 2007).

Uma base de dados antropométricos bem desenvolvida pode fornecer informações essenciais para design. Na sua aplicação é essencial saber utilizar correctamente os dados tendo como base as características da tarefa e a caracterização da população utilizadora (Herron, 2006).

Actualmente é possível verificar a existência de várias bases de dados antropométricas para vários tipos de populações (Herron, 2006; Kroemer e Grandjean, 2005), sendo a que mais se adequa à população de alunos do ensino superior português, a desenvolvida pelo grupo da Engenharia Humana da Universidade do Minho (Barroso *et al.*, 2005).

Perante a possibilidade de mobilidade internacional no ensino superior, as bibliotecas são frequentadas por alunos de várias nacionalidades, o que levará a um aumento da variabilidade individual. Satisfazer toda esta variabilidade para além de difícil, pode tornar-se demasiado dispendioso, contudo, importa criar um design satisfatório para uma grande porção dos alunos.

Determinar as dimensões de um dado posto de trabalho com base no indivíduo médio não é uma solução razoável, pois não se aplicaria a grande parte dos sujeitos e além disso é improvável encontrar uma pessoa que apresente valores médios em muitas ou todas as dimensões (Kroemer, 2006). As recomendações ergonómicas remetem-nos para a necessidade de abranger 90% da população esperada de utilizadores, ou seja, projectar para os indivíduos compreendidos entre os percentis 5 e 95%, devendo estas recomendações ser adequadamente ponderadas.

¹⁸ Antropometria devida do grego *anthropos* (homem) e *metros* (medida).

Para além das dimensões antropométricas, devem ser consideradas as condições e necessidades do trabalho no intuito de estabelecer dimensões realmente adequadas à realidade com base na definição de critérios aceitáveis.

Um trabalho sentado durante períodos de tempo alargados pode-se tornar demasiado penoso quando o posto de trabalho detém dimensões inadequadas. Segundo Nowak (2006), os erros mais frequentemente observados incluem assentos e mesas que são muito baixos ou muito altos. Estudos realizados em ambientes escolares têm revelado que as dimensões do mobiliário são inadequadas para grande parte dos alunos, devido à profundidade e altura do assento, bem como a altura das mesas (Gouvali e Boudolos, 2006; Parcels *et al.*, 1999; Panagiotopoulou *et al.*, 2004).

Parcells *et al.*, (1999) refere que o mobiliário das salas de aula é tipicamente desenhado para não acomodar as dimensões individuais dos utilizadores e que ajustes individuais do assento, braços e encosto não são oferecidos. Também Gouvali e Boudolos (2006) no seu estudo realizado com 274 alunos entre os 6 e os 18 anos verificaram que as mesas eram elevadas para 81,8% e os bancos para 71,5%.

Perante esta situação, é essencial ter em atenção no design de mobiliário escolar as dimensões antropométricas da comunidade estudantil. Numa situação em que este não é adequado, sentar requer uma maior força muscular e controlo de forma a manter a estabilidade e equilíbrio, que por sua vez resulta numa maior fadiga e desconforto.

Cadeiras

O trabalho sentado pode apresentar vantagens e desvantagens para o indivíduo. Apesar de permitir aliviar o peso das pernas, melhorar a estabilidade da postura da parte superior do corpo e reduzir o consumo de energia, pode implicar a sobrecarga da coluna vertebral e dos músculos das costas (Kroemer e Grandjean, 2005). As queixas mais comuns associadas à utilização de cadeiras remetem-se a problemas nas costas, coluna, ombros e braços. As causas referidas normalmente para estas situações encontram-se associadas ao encosto, apoio de braços, ausência de alturas ajustáveis, curvatura do assento, flexão da cabeça e a impossibilidade de cruzar os joelhos e os tornozelos (Ribeiro, 2005; Harrison *et al.*, 1999).

A postura sentada envolve normalmente as costas e as nádegas, sendo a erecta de mais ou menos 90° normalmente a recomendada, pois a carga sobre a coluna é reduzida e há uma

distribuição equitativa do peso do corpo, diminuindo as sensações de dor (Lea *et al.*, 2008; Cabral e Veiga, 2007). Contudo, esta situação contraria a concepção de que sentar com uma ligeira inclinação do tronco para a frente, desde que os braços estejam apoiados na mesa, é uma postura mais confortável para ler e escrever devido a permitir um relaxamento dos músculos (Kroemer e Grandjean, 2005). Existe ainda a noção de que uma postura inclinada para trás permite um maior relaxamento devido a promover a lordose lombar (Harrison *et al.*, 1999). Perante esta divergência de ideias, Kroemer e Grandjean (2005) e Vos *et al.* (2006) referem que o ideal é ocorrerem mudanças ocasionais na postura, as quais para além de contribuírem para a diminuição de tensões, favorecem a circulação sanguínea.

O assento, quer de uma cadeira ou de um banco, é um elemento fundamental para o indivíduo se sentir confortável, pois a maior parte do peso corporal é por ele suportado. O seu projecto deve ser desenvolvido de forma a reduzir a pressão na parte inferior da coxa ou a limitação do fluxo de sangue às nádegas (Miguel, 2007). A concepção de assentos que permitam uma distribuição uniforme do peso através da utilização de superfícies almofadas revela-se uma mais-valia para o conforto dos indivíduos sentados, visto a maioria do peso do corpo ser suportado pela área das tuberculidades isquiáticas e pelos tecidos na sua proximidade (Vos *et al.*, 2006). Contudo, por si só o assento é insuficiente para a estabilização do corpo, sendo importante o contacto das pernas, pés e costas com outras superfícies de modo a produzir equilíbrio (Parcells *et al.*, 1999).

O apoio para as costas é essencial para tarefas de ler e escrever, pois ajuda a diminuir a pressão nos discos intervertebrais L3 e L4, devendo ser preferencialmente alto (Kroemer e Grandjean, 2005). Harrison *et al.* (1999), citando os estudos de Williams *et al.* (1991), refere que os indivíduos quando sentados com apoio lombar manifestam menos dor na região lombar e nas pernas.

Kroemer e Grandjean (2005) definem as “regras de ouro” para as cadeiras de escritório. Contudo, nem todas as regras são viáveis em bibliotecas. A principal controvérsia gira em torno das cadeiras ajustáveis, as quais são por vezes referidas como ideais para ambientes escolares pois permitem estabelecer uma melhor relação entre o utilizador e o equipamento (Parcells *et al.*, 1999). Porém, esta solução não é na maior parte das vezes aconselhável quando se destinam a um elevado número de utilizadores e quando a sua utilização decorre em períodos de tempo curtos (Cabral e Veiga, 2007). Como referido anteriormente, o tempo de permanência

de um aluno na biblioteca pode ser muito variável e a sua afluência bastante elevada, sendo complexo proporcionar cadeiras ajustáveis. Harrison *et al.* (1999) acrescenta ainda que cadeiras ergonomicamente concebidas são muitas vezes rejeitadas nos locais de trabalho.

Não obstante desta situação, existe um conjunto de directrizes que devem ser ponderadas no design de uma cadeira destinada a uma biblioteca (Kroemer e Grandjean, 2005; Cabral e Veiga, 2007; Miguel, 2007; Colombini *et al.*, 2006):

- Devem ser adaptadas para o trabalho de escrita e leitura, bem como para a situação em que é utilizado um computador;
- Devem deter um apoio para costas que permita a postura inclinada para a frente e reclinada para traz, devendo ter uma inclinação entre os 90° e 115°;
- O encosto deve ter uma altura de pelo menos 500 mm verticalmente acima do assento e possuir uma almofada lombar de apoio para a coluna lombar entre a terceira vértebra e o sacro;
- A altura do assento não deve ser superior ao comprimento inferior da perna e deve possibilitar o apoio firme dos pés no chão ou num apoio adequado;
- O assento deve ter largura e profundidade que satisfaçam grande parte da população, devendo ser almofadado e com a borda arredondada, de forma a reduzir a compressão das estruturas neurovasculares na sub-região da coxa;
- O plano do assento deve incorporar uma leve cavidade que previna o deslizamento das nádegas para a frente.

Mesas

Segundo Ellis (1951), citado por Kroemer e Grandjean (2005), “a velocidade máxima de um trabalho manual executado em frente ao corpo pode ser alcançada quando se trabalha com os cotovelos baixos e com os braços dobrados em ângulo recto”. Esta concepção apresenta-se ainda válida nos dias de hoje para a maioria do trabalho sentado.

Uma mesa demasiado elevada obriga normalmente a uma elevação do ombro ou do braço que implica uma contracção dos músculos, nomeadamente do trapézio e do deltóide, que em períodos de tempo prolongados poderá originar dor (Kroemer e Grandjean, 2005). Por sua vez, mesas demasiado baixas podem obrigar a uma inclinação acrescida da cabeça e do tronco.

Uma postura confortável e relaxada do tronco é essencial para o conforto de um indivíduo

sentado, sendo que este prefere sacrificar a posição das pernas e das nádegas à do tronco (Kroemer e Grandjean, 2005).

O dimensionamento da superfície da mesa em relação à altura do assento é essencial. O design de um mobiliário deve-se desenvolver a partir da altura do assento e ainda ser provido de espaço suficiente para a movimentação das pernas sob as mesas (Gouvali e Boudolos, 2006; Kroemer e Grandjean, 2005).

Kroemer e Grandjean (2005) citam alguns estudos que mostram os benefícios para a postura do tronco de mesas inclinadas para actividades de leitura e de escrita. Esta inclinação permite adquirir uma postura mais erecta devido à aproximação do objecto de leitura dos olhos do aluno e por sua vez a diminuição da flexão do pescoço. Também Moro (2005) chega a esta conclusão nos seus trabalhos.

No que diz respeito às dimensões do tampo da mesa, estas devem ser suficientes para acomodar todo o material essencial ao estudo do aluno.

Estantes

Retirar livros das prateleiras por parte dos alunos e a sua posterior colocação pelos funcionários, são actividades frequentes numa biblioteca. O problema associado às estantes prende-se com o alcance dos livros e a postura adquirida nesta tarefa.

Uma adequada altura das prateleiras é essencial para que qualquer aluno consiga alcançar manualmente um livro em condições favoráveis. A prateleira mais alta da estante deve permitir que um aluno com uma menor estatura retire ou coloque o livro desejado e a prateleira mais baixa, permitir que um aluno com elevada estatura pegue no livro sem que para isso necessite de comprometer a sua postura.

A problemática da utilização do portátil

A utilização de computadores portáteis tornou-se frequente em ambientes escolares. A facilidade do seu transporte, associada à possibilidade de se tornarem numa ferramenta de estudo fundamental para o ensino superior, leva os alunos utilizarem este equipamento durante longos períodos de tempo.

As bibliotecas tornaram-se numa combinação entre o passado e o futuro, onde as novas tecnologias da informação adquirem o seu relevo. Esta situação tende a fazer com que os alunos levem os seus portáteis para este espaço para acederem a informação digital importante para

complementar a informação dos livros.

As suas características são distintas dos outros computadores. A tela encontra-se unida ao teclado, sendo incapaz de se ajustar separadamente em altura e distância, quer do ecrã, quer do teclado. Esta situação é mais susceptível a posturas estáticas desfavoráveis que poderão induzir sensações de desconforto no pescoço, ombros, braços, mãos e pernas, cabeça e olhos (Harris e Straker 2000).

O desconforto derivado da utilização de portáteis tem sido alvo de estudo. Harris e Straker (2000), num estudo realizado com crianças entre os 10 e os 17 anos, verificaram que 60% dos estudantes manifestaram desconforto na utilização do portátil, o qual presumem dever-se ao período de tempo que passam com ele, assim como à sua concepção. Os mesmos autores, com base na análise de vários estudos, concluem que a utilização de computadores portáteis, por períodos de tempo superiores a 20 minutos, pode ocasionar problemas músculo-esqueléticos nos utilizadores.

Evidentemente que perante as suas limitações físicas, o utilizador é obrigado a comprometer mais a sua postura, aquando da utilização de um computador de secretária. Esta situação tem origem na necessidade de aumentar a flexão do pescoço para observar o ecrã e a flexão do ombro e cotovelo para alcançar o teclado. Neste sentido, Straker *et al.* (1997) num estudo comparativo entre a utilização dos dois tipos de computadores envolvendo 16 indivíduos com idades entre os 24 e os 46 anos, verificaram que a flexão do pescoço e a inclinação da cabeça era maior com a utilização de portáteis devido à necessidade de visualizar a tela do computador adequadamente. Verificou ainda que apesar de ser esperado um maior desconforto por parte dos utilizadores de portáteis não existem diferenças significativas em relação ao desconforto entre os dois tipos de computadores, no entanto, a amostra utilizada era pequena.

Controlo

Consciente ou inconscientemente, os utilizadores por vezes exercem algum controlo sobre as dimensões dos elementos de mobiliário.

Numa biblioteca que disponha de vários tipos de mobiliário, o aluno pode optar entre eles, seleccionando aquele que melhor se adequa às suas características antropométricas.

Em relação à utilização do portátil, é possível em alguns casos verificar que há alunos que optam por levar um rato auxiliar para ajudar na realização das tarefas e há ainda aqueles que colocam

um livro na parte de traz do computador, para elevar a altura do ecrã.

2.5.2. Avaliação

Segundo Christiansen (1997), citado por Harrison *et al.* (1999), a sensação de conforto ao se apresentar como um estado de bem-estar não pode ser medida directamente, devendo muitas vezes ser deduzida através do ajuste da cadeira ao indivíduo, do comportamento do indivíduo sentado e do estado de conforto do sujeito.

Muitos dos estudos realizados têm tido uma abordagem objectiva. A comparação entre as dimensões do mobiliário e as características antropométricas dos indivíduos tem sido constante (Gouveli e Boudolos, 2006; Parcels *et al.*, 1999; Lea *et al.*, 2008; Panagiotopoulou *et al.*, 2004). Através da análise de vários estudos foi possível perceber que este tipo de análise, quando baseada em limitações e critérios ergonómicos bem definidos, revela resultados fiáveis.

Para além da análise das dimensões antropométricas, estudos com base em critérios objectivos mais complexos têm vindo a ser realizados com base no gasto energético, na frequência cardíaca e na electromiografia (Cabral e Veiga, 2007; Reis *et al.*, 2003; Moffet *et al.*, 2002).

Segundo Cabral e Veiga (2007) os critérios subjectivos não devem ser descurados, pois tem-se evidenciado uma relação entre as posturas e incómodos, dores e patologias. Efectivamente muitos estudos têm-se apoiado na aplicação de questionários, principalmente como meio complementar da análise objectiva, sendo os resultados obtidos de extrema importância na caracterização do conforto e adequabilidade do posto de trabalho (Lea *et al.*, 2008; Straker *et al.*, 1997; Harris e Straker, 2000; Panagiotopoulou *et al.*, 2004).

Uma das formas de avaliação subjectiva do desconforto resultante de más posturas é o diagrama de Nigel Corlett, onde os indivíduos assinalam a zona do corpo em que sentem dor ou desconforto e caracterizam o seu grau (Moro, 2005; Straker *et al.*, 1997).

PARTE II – ESTUDO

CAPÍTULO 3 – OBJECTIVOS DO ESTUDO

Este trabalho apresenta-se como um estudo analítico com repetidas observações transversais de forma a permitir comparar variações entre grupos (Mausner e Bahn, 1999).

Pretende-se com este estudo, caracterizar as condições de trabalho e conforto das bibliotecas do ensino superior através de uma aproximação objectiva e subjectiva. Tem ainda como objectivos:

- Caracterizar a população que frequenta as bibliotecas do ensino superior, bem como as actividades desenvolvidas;
- Caracterizar e quantificar os parâmetros ambientais, nomeadamente ruído, iluminação, ambiente térmico e características do mobiliário;
- Qualificar a opinião subjectiva de conforto dos utilizadores das bibliotecas em relação aos parâmetros em análise;
- Relacionar os resultados objectivos das medições realizadas com os subjectivos da opinião dos alunos;
- Perceber a preferência em relação aos parâmetros em análise por partes dos utilizadores das bibliotecas;
- Identificar as principais causas de desconforto;
- Desenvolver um sistema de avaliação de parâmetros associados a condições de trabalho e conforto em bibliotecas.

4.1. ASPECTOS GERAIS

Este estudo teve como população alvo os utilizadores das bibliotecas da Universidade do Minho.

A escolha das bibliotecas a envolver teve por base dois critérios, a dimensão física e a afluência de alunos, sendo seleccionadas para o estudo duas, a Biblioteca Geral da Universidade do Minho em Braga (BGUM) e Biblioteca da Universidade do Minho em Guimarães (BPG).

O estudo foi desenvolvido em três fases distintas, nomeadamente, Inverno, Primavera e Verão, decorrendo durante os meses de Fevereiro, Abril, Junho e Julho. Pretendeu-se desta forma englobar dias quentes, frios e amenos, assim como dias mais longos e mais curtos. Cada fase envolveu quatro dias de análises de campo, sendo assim atribuídos dois a cada biblioteca.

Nas bibliotecas em estudo, apenas foi abordado no trabalho os espaços destinados à leitura, devido às exigências cognitivas das actividades aí realizadas. Dada a dimensão da biblioteca do campus de Gualtar, apenas foram estudados os pisos BGUM2 e BGUM3, sendo abordado um piso diferente em cada dia da fase correspondente.

A metodologia aplicada teve por base três tipos de abordagens:

- Aplicação de uma *chek-list* para a caracterização das condições das bibliotecas;
- Medições dos vários parâmetros necessários para analisar os factores ambientais em estudo;
- Aplicação do questionário de caracterização das Condições de Trabalho e Conforto em Bibliotecas de ensino superior (CTCB) aos utilizadores das bibliotecas.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO

4.2.1. *Check-list*

Com o intuito de proceder à caracterização dos espaços de leitura da biblioteca criou-se e aplicou-se uma *chek-list* (Anexo I), a qual englobou aspectos referentes a características do espaço que poderão influenciar os parâmetros ambientais em estudo.

A sua elaboração teve por base o conhecimento actual, nomeadamente aspectos descritos ao

longo da revisão bibliográfica.

4.2.2. Metodologia de medição dos parâmetros ambientais

Para procedermos à análise objectiva dos parâmetros ambientais nas bibliotecas, foram realizadas amostragens dos níveis de iluminância, das variáveis de ambiente térmico (velocidade do ar, temperatura do ar seca, temperatura do ar húmida e temperatura de globo), dos Níveis de Pressão Sonora Contínuos Equivalentes com Ponderação A (L_{Aeq}), bem como das medições das dimensões associadas às cadeiras, mesas e estantes.

Numa primeira fase determinaram-se os pontos de amostragem em cada uma das bibliotecas tendo em consideração a localização das janelas, portas, luminárias, sistemas de ventilação/climatização e o próprio *layout* do espaço de leitura (Anexo II). Para que as medições não condicionassem as tarefas dos seus utilizadores, os pontos de amostragem por vezes não puderam ser cumpridos, sendo as medições realizadas no lugar livre imediato. Em relação à determinação das dimensões do mobiliário não foram adoptados os pontos de amostragem previamente seleccionados, medindo-se apenas um elemento do mobiliário de cada género independentemente da sua localização.

Para a realização das amostragens optou-se por efectuar-las em três períodos distintos do dia de forma a obter valores representativos. Os períodos seleccionados não são totalmente estanques, dado que na biblioteca em Gualtar existiu mais um ponto de amostragem para a iluminação e ambiente térmico que em Azurém, contudo, no geral foram realizadas medições nos seguintes intervalos de tempo: 9:15h às 11:15h; 12:30h às 14:30h e 17:00 às 19:00h. O facto do primeiro período só iniciar às 9:15h teve em consideração a necessidade das lâmpadas estabilizarem.

Técnica de medição

No que respeita à análise do ambiente térmico, realizaram-se medições de temperatura do ar, velocidade do ar, temperatura húmida e temperatura de globo em cada um dos pontos previamente seleccionados e em cada período. A temperatura e a velocidade do ar foram medidas com o termoanemómetro TSI Velocicalc Modelo 8345 a 3 alturas, conforme o especificado na norma ISO 7726:1998: tornozelos, abdómen e cabeça. No que concerne à temperatura de globo e temperatura húmida realizaram-se medições apenas ao nível do abdómen (posição central), sendo respectivamente utilizado para a sua determinação um termómetro de globo e um psicómetro. A delineação de apenas uma altura de amostragem

destes parâmetros teve por base a consideração do ambiente como homogéneo.

Durante cada conjunto de medições dos parâmetros de ambiente térmico no interior da biblioteca, foram caracterizadas as condições meteorológicas e o vestuário dos utilizadores da zona envolvente. Foram ainda realizadas medições da temperatura exterior antes do início do primeiro período de medição e no final do segundo e terceiro.

Para determinação do $L_{Aeq,T}$ foi colocado o sonómetro Quest Modelo 2800 próximo do ponto de amostragem previamente seleccionado, sendo o microfone posicionado aproximadamente ao nível do ouvido dos utilizadores.

Os níveis de iluminância nos planos de trabalho previamente seleccionados e nas suas vizinhanças foram determinados com a utilização do Luxímetro Digital MAVOLUX Modelo 5032C. Nas medições ao nível do plano de trabalho considerou-se o espaço normalmente destinado a um aluno, sendo realizadas amostragens dos níveis de iluminância em malhas de 20 cm. Em relação às vizinhanças realizaram-se medições ao nível dos olhos, a uma distância de cerca de 0,5m do plano de trabalho.

Para a determinação das dimensões do mobiliário, foi seleccionado um elemento de cada género, e posteriormente retiradas as suas medidas com uma fita métrica, nomeadamente as que se encontram descritas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Dimensões analisadas.

Mobiliário	Dimensões
Cadeiras	Altura do assento
	Profundidade do assento
	Largura do assento
	Altura do encosto
	Distância entre o final do assento e início do encosto
Banco	Altura do assento
	Profundidade do assento
	Largura do assento
Mesas/bancadas	Altura da mesa
	Profundidade da mesa
Estantes	Altura da estante superior
	Altura da pega na estante inferior

4.3. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO CTCB

O questionário CTCB (Anexo III) foi elaborado com o intuito de aferir, através de uma aproximação subjectiva, o julgamento dos utilizadores sobre os factores ambientais em estudo: ruído, iluminação, ambiente térmico e mobiliário. Esta ferramenta apresenta-se como um meio imprescindível para a recolha de informações de natureza subjectiva, principalmente quando se

pretende salvaguardar o anonimato e interpelar um grande conjunto de pessoas num curto período de tempo. Na sua constituição foi tido em consideração a relevância das questões e a sua sequência lógica, bem como das escalas a aplicar, de modo a ir de encontro aos objectivos do estudo. Para uma melhor organização, optou-se por uma divisão em seis partes principais:

- Parte 1: Informação Pessoal;
- Parte 2: Informação relativa à utilização da biblioteca;
- Parte 3: Factores ambientais:
 - Ambiente térmico;
 - Ruído;
 - Iluminação;
 - Mobiliário.
- Parte 4: Apreciação geral;
- Parte 5: Controlo das características da sala;
- Parte 6: Localização.

Os questionários foram entregues aos utilizadores no *hall* de entrada em todos os intervalos das medições, para que este fosse posteriormente preenchido no espaço de leitura sem colocar em causa o bom funcionamento das bibliotecas.

4.3.1. Informação pessoal

Esta primeira parte contém questões simples referentes à idade, género, estatura, ano curricular e o curso (P1.1 a P1.5), as quais têm em vista caracterizar a amostra. Estes dados carecem de interesse pelo facto de poderem ser factores determinantes sobre a percepção e caracterização dos parâmetros de conforto em estudo.

A idade é um factor que pode influenciar o julgamento dos respondentes, sobretudo em relação ao ruído e à iluminação (Vechaphutti, 2001), visto que com a idade, especialmente a partir dos 40 anos existe uma tendência para ocorrer uma diminuição da capacidade visual (Wolska, 2006), sendo desta forma as exigências de iluminação acrescidas.

Também o género é um aspecto importante a englobar, visto alguns autores mostrarem a existência de diferenças na manifestação de desconforto entre indivíduos do género feminino e masculino (Anshel, 2005).

A estatura por seu lado pode exercer um papel preponderante na caracterização do mobiliário.

Para além destes aspectos foi englobado o ano curricular e o curso, para o caso de ser

necessário analisar possíveis tendências, dado que o objecto de estudo/leitura pode variar consideravelmente entre alunos, como por exemplo, entre um aluno de engenharia e um de humanidades.

4.3.2. Informação relativa à utilização da biblioteca

A primeira questão desta secção (P2.1) é constituída por um conjunto de sete opções, das quais seis são de selecção, correspondendo a alguns dos possíveis factores que levaram o indivíduo a utilizar a biblioteca, e uma opção aberta de modo a envolver outras situações. Esta questão permitiu-nos obter uma imagem das razões que levam o respondente a aceder à biblioteca e aí permanecer.

A adaptação a um determinado ambiente é um ponto fulcral que poderá influenciar os dados do estudo. A frequência com que o utilizador acede à biblioteca e o tempo que aí permanece são aspectos importantes a considerar devido à possível ocorrência de ajuste às condições ambientais (Buratti e Ricciardi, 2008). Perante a situação referida, colocaram-se no questionário duas questões relativas a estes aspectos. A primeira refere-se ao tempo que o respondente passa na biblioteca por semana e é constituída por um conjunto de seis opções com intervalos de tempo (P2.2). A segunda diz respeito ao tempo que este permaneceu na biblioteca até ao momento em que preencheu o questionário, detendo um conjunto de cinco opções também com intervalos de tempo (2.4).

O questionário contempla ainda nesta parte uma questão referente às actividades que o aluno desenvolveu enquanto permaneceu na biblioteca sob a forma de uma questão aberta (P2.3).

4.3.3. Factores ambientais

Ambiente térmico

De forma a tentar perceber como os utilizadores percebem o ambiente térmico, criou-se um conjunto de 12 questões. Estas foram elaboradas na sua maioria com base nas escalas subjectivas de julgamento proposta pela ISO 10551:2001 em termos de percepção, avaliação afectiva (conforto), preferência, aceitabilidade e tolerabilidade. Para além das questões sobre o ambiente térmico em geral presentes na norma, colocaram-se ainda questões adicionais, no âmbito de uma abordagem adaptativa, acerca da diferença de temperatura entre a cabeça e os tornozelos, da velocidade do ar e da diferença de temperatura entre o interior e o exterior do edifício.

A questão referente à percepção térmica foi constituída por uma escala de 7 graus bipolar, composta por um ponto central indiferente e duas vezes 3 graus de intensidade crescente, variando deste modo de *Muito frio* a *Muito quente*, sendo o ponto central *Nem frio, nem quente* (P3.1). Nas questões de percepção de diferença de temperatura entre a cabeça e os tornozelos (P3.3) e da diferença entre a temperatura interior e a exterior (P3.7), foram utilizadas escalas 7 graus bipolares, compostas por um ponto central indiferente e duas vezes 3 graus de intensidade crescente, variando de *Muito baixa* a *Muito elevada*, sendo o ponto central *Nenhuma*. Em relação à velocidade do ar optou-se por aplicar uma escala com 5 graus crescentes, a qual varia de *Nenhuma movimentação* a uma *Forte corrente de ar* (P3.5).

Associada a cada questão de percepção era colocada uma questão de preferência, a qual foi constituída por uma escala bipolar de 7 graus, sendo o ponto central de indecisão (P3.2; P3.4; P3.6; P3.8). A escala varia entre *Muito menor* a *Muito maior*, excepto para a percepção térmica que varia de *Muito mais fresco* a *Muito mais quente*.

De forma a proceder à avaliação afectiva do ambiente térmico em geral, elaborou-se uma questão de 4 graus de intensidade crescente que varia de *Muito desconfortável* a *Desconfortável* (P3.9). Também para a análise da aceitabilidade foi adoptada uma escala de 4 graus que variam de *Claramente inaceitável* a *Claramente aceitável* (P3.10).

A escala de tolerabilidade proposta pela mesma norma foi transposta para o questionário. Esta incorpora 5 graus de intensidade crescente variando de *Intolerável* a *Perfeitamente tolerável* (P3.11). Esta avaliação, ao contrário da afectiva e da de aceitabilidade, não se encontrará presente em mais nenhum subitem do questionário devido a considerarmos que não iria trazer grandes benefícios para o estudo.

Este grupo de questões engloba ainda uma breve *check-list* de roupa, com o objectivo de o inquirido marcar a que está a usar, de modo a obter informações sobre o isolamento de vestuário (P3.12).

Ruído

A caracterização subjectiva do ruído teve por base 5 questões, das quais três adoptaram a escala da ISO 10551:2001 numa vertente adaptativa no âmbito da avaliação afectiva (P3.16), preferência (P3.14) e aceitabilidade (P3.15). Para a avaliação da percepção do ruído foi utilizada a escala de 5 graus de intensidade crescente proposta por Vechaphutti (2001), a qual varia de *Nulo* a *Muito elevado* (P3.13).

A última questão deste grupo permite identificar possíveis fontes de ruído que estejam na origem do desconforto do inquirido, partindo da questão “Algum dos equipamentos da biblioteca causa ruído que o incomode?” (P3.17), podendo a resposta variar entre duas opções, *Sim* e *Não*. Em caso de resposta afirmativa solicitou-se que especificassem a fonte de ruído (P3.17a).

Iluminação

Nesta parte do questionário pretendeu-se determinar a percepção dos indivíduos sobre a iluminação do espaço em que se encontram, através de um conjunto de 8 questões, as quais abordam a iluminação do plano de trabalho, as vizinhanças e a iluminação natural.

Na questão referente à avaliação da percepção dos níveis de iluminação no plano de trabalho utilizou-se uma escala de 7 graus de intensidade crescente que varia entre *Muito escuro* e *Muito luminoso* (P3.18). A escala utilizada teve por base a proposta por Vechaphutti (2001), sendo no entanto adicionados dois graus extremos. Em relação à percepção da diferença de iluminação entre o espaço em que se encontravam e a vizinhança adoptou-se a escala utilizada para a percepção da diferença de temperatura (3.20). Para avaliar a percepção da iluminação natural foi aplicada uma escala de 7 graus crescentes, a qual varia de *Nenhuma* a *Muito elevada* (P3.22). Esta questão deveria apenas ser preenchida se fosse aplicável

Do mesmo modo que no ambiente térmico, a cada questão de percepção era associada uma questão de preferência, sendo adoptada a mesma escala utilizada para o ambiente térmico e para o ruído (P3.18; P3.21; P3.23).

No culminar deste subitem, tal como se verificou no ambiente térmico e no ruído, foram colocadas as questões referentes à avaliação afectiva (P3.25) e aceitabilidade (P3.24).

Mobiliário

Neste subitem pretendeu-se avaliar a percepção dos utilizadores em relação às cadeiras, mesas e estantes da biblioteca.

Em relação à cadeira, colocou-se uma questão de percepção referente à altura da mesma, à qual foi aplicada uma escala de 7 graus bipolar numa vertente adaptativa da proposta na ISO 10551:2001 (P3.26). Esta escala variou de *Muito baixa* a *Muito alta*, sendo o ponto central *Adequada*. Foram ainda colocadas questões referentes à preferência pela altura da cadeira (3.27), avaliação afectiva (3.28) e aceitabilidade (3.29), sendo utilizadas as mesmas escalas que para os outros factores em estudo.

Com o intuito de entender melhor se efectivamente a altura da cadeira é adequada, colocou-se uma questão sobre a possibilidade do utilizador sentir dores na coxa ao final de várias horas sentado (P3.30), variando a resposta entre *Sim* e *Não*.

Adoptar uma boa postura numa cadeira carece muitas vezes de formação adequada, sendo este aspecto contemplado no questionário. Desta forma, foi questionado aos utilizadores se alguma vez foram instruídos sobre a melhor forma de se sentarem (P3.31), podendo a resposta ser *Sim* ou *Não*.

Ainda em relação à cadeira, foi colocada uma questão de resposta aberta, para que os utilizadores indicassem a principal característica da cadeira que consideram factor de desconforto, permitindo-lhes liberdade de expressão (P3.32).

No sentido de proceder à análise das mesas de trabalho, surgiu a necessidade de antecipar as várias questões por uma que identificasse se os utilizadores se encontravam a utilizar o portátil (P3.33). Esta questão tem um duplo sentido, por um lado permite-nos saber se a avaliação da altura da mesa é condicionada pela utilização do portátil, por outro, apesar de não fazer parte deste grupo, permite-nos analisar alguns julgamentos referentes à iluminação, dado que os monitores são auto-iluminados.

Para avaliar a altura da mesa foram colocadas as questões referentes à percepção e preferência, utilizando a mesma escala que para as cadeiras (P3.34 e P3.35). Ainda na vertente da altura da mesa foram colocadas duas questões de resposta *Sim* e *Não*, sendo a primeira sobre se o utilizador consegue colocar confortavelmente as pernas de baixo da mesa (P3.36) e a outra se ao final de várias horas sentado sente dores na zona do pescoço (P3.37).

Para caracterizar as prateleiras, colocou-se uma questão introdutória sobre se os respondentes costumam aceder às prateleiras (P3.38), devendo em caso de resposta afirmativa caracterizar a sua aceitabilidade (P3.39).

4.3.4. Apreciação geral

Numa tentativa de perceber qual o parâmetro mais relevante para o aluno em termos de desconforto e obter uma caracterização geral da biblioteca na vertente afectiva, foi colocada a questão “Em termos gerais, como classifica a biblioteca” (P4.1), utilizando a mesma escala que para os restantes subitens.

4.2.5. Controlo das características da sala

A possibilidade de controlo individual dos parâmetros ambientais é um aspecto importante a ter em análise. A capacidade de o indivíduo conseguir exercer controlo sobre os parâmetros ambientais na sua envolvência pode ser um aspecto essencial na determinação do seu conforto, principalmente no que concerne ao ambiente térmico e à iluminação.

No seu questionário, Buratti e Ricciardi (2008) aplicaram um vasto conjunto de questões para estudar os aspectos do comportamento humano-interação do ambiente térmico, através da adaptação da escala proposta na ISO 10551:2001.

Numa tentativa de não tornar o questionário demasiado extenso, colocaram-se duas questões de resposta aberta, de modo a abordar a possibilidade de controlo sobre as características do espaço. A primeira questão remete-se à escolha do local no intuito de perceber se o indivíduo o escolheu por acaso, ou se teve algum critério na sua determinação (P5.1). A segunda tenta perceber se eles consideram importante controlar os factores ambientais e como os controlariam (P5.2).

4.3.6. Localização

Pretendia-se inicialmente no estudo atribuir o questionário aos indivíduos sentados junto ao local onde se iria proceder à avaliação objectiva. Contudo, dada a orgânica da biblioteca e o facto de ter sido solicitado a entrega dos mesmos no *hall* de entrada, foi necessário encontrar uma forma de localizar o aluno no espaço. Para isso, colocou-se no final do questionário uma imagem com o *layout* da biblioteca em análise para que o utilizador localiza-se o lugar em que se encontrava no momento em que preencheu o questionário (P6.1).

4.4. Validação do questionário

Para proceder à validação do questionário, este foi distribuído a um conjunto de 6 pessoas das quais 2 eram detentoras de conhecimentos na área da Ergonomia. Foi solicitado a identificação de questões ambíguas, possíveis erros de tradução, bem como aspectos que considerassem irrelevantes para o estudo. Duas questões foram reescritas de forma mais adequada e simplificada, mantendo o seu significado.

CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 – Caracterização da amostra

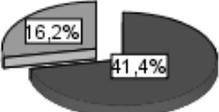
O presente estudo englobou duas bibliotecas da Universidade do Minho, a Biblioteca Geral da Universidade do Minho em Braga (BGUM) e Biblioteca da Universidade do Minho em Guimarães (BPG). Como é possível observar na Tabela 5.1, as duas bibliotecas ostentam características distintas. BGUM apresenta-se como um edifício independente, com vários andares, existindo salas para diferentes tipos de estudo, nomeadamente espaços específicos para estudo individual e estudo em grupo. BPG dispõe apenas de um único espaço amplo, sem qualquer tipo de separação, estando inserido dentro do edifício da Escola de Engenharia.

Tabela 5.1: Caracterização geral das bibliotecas.

	BGUM	BPG
Localização	Campus de Gualtar	Campus de Azurém
Edificação	Edifício próprio	Inserido nas instalações da Escola de Engenharia
Nº de Pisos	4	1
Nº de Lugares	354	250
Nº de Lugares por espaço de leitura estudado	155	250
Cabines individuais de trabalho	Sim	Não
Espaços para estudo em grupo	Sim	Não

Neste estudo foram considerados válidos 599 questionários respondidos nas duas bibliotecas da Universidade do Minho, envolvendo respondentes de ambos os géneros e de diferentes idades. Pela análise da Tabela 5.2, é possível verificar que em BGUM existe um certo equilíbrio entre respondentes do género feminino (22,4%) e masculino (20%). Essa situação não se verifica em BPG, analisando-se uma clara maioria de respondentes do género masculino (41,4%). Apesar de o estudo não ter envolvido todos os utilizadores das bibliotecas mas apenas uma amostra, esta situação ocorre sobretudo devido à orgânica da instituição, nomeadamente ao tipo de cursos que decorrem em cada um dos campus. A situação apresentada em BPG era expectável, visto mais de metade dos respondentes (56%) serem alunos de cursos de engenharia (Anexo V) e estes decorrerem maioritariamente no campus de Azurém.

Tabela 5.2: Amostra em estudo em relação ao género por biblioteca.

Biblioteca	Masculino	Feminino	Total	Percentagem
BPG	248	97	345	
BGUM	120	134	254	
Total	368	231	599	100%

Os respondentes têm idades entre os 18 e os 51 anos, sendo a média de aproximadamente 23. Note-se ainda que a maioria (521) tem idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos (Figura 5.1).

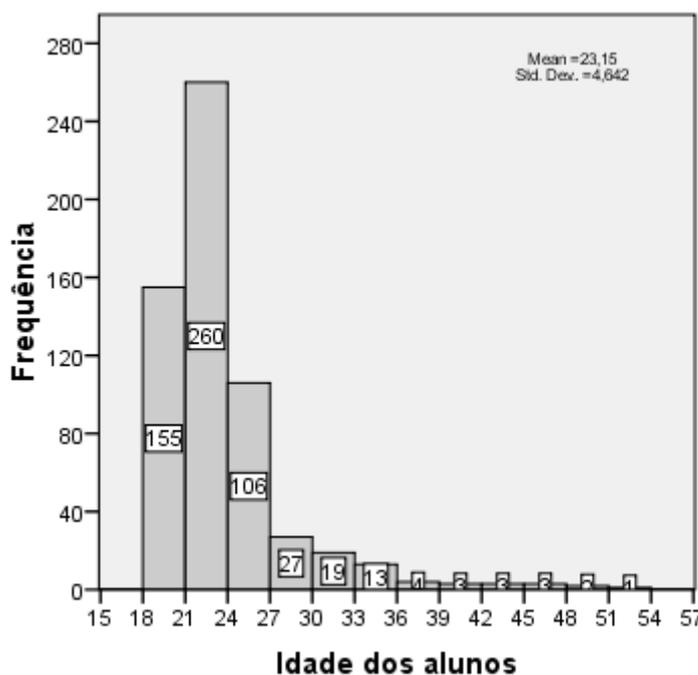


Figura 5.1: Distribuição da idade dos alunos.

Em relação à permanência dos alunos nos espaços de leitura, a Figura 5.2 mostra que grande parte dos respondentes (220) passa mais de 5 horas em média por semana na biblioteca, existindo 193 que variam entre 2 a 5 horas e apenas 180 que permanecem menos de 2 horas. Estes resultados levam-nos a assumir que o tempo dispendido pelos alunos neste espaço é acrescido, reforçando a necessidade de tentar estabelecer condições de conforto aceitáveis nas bibliotecas.

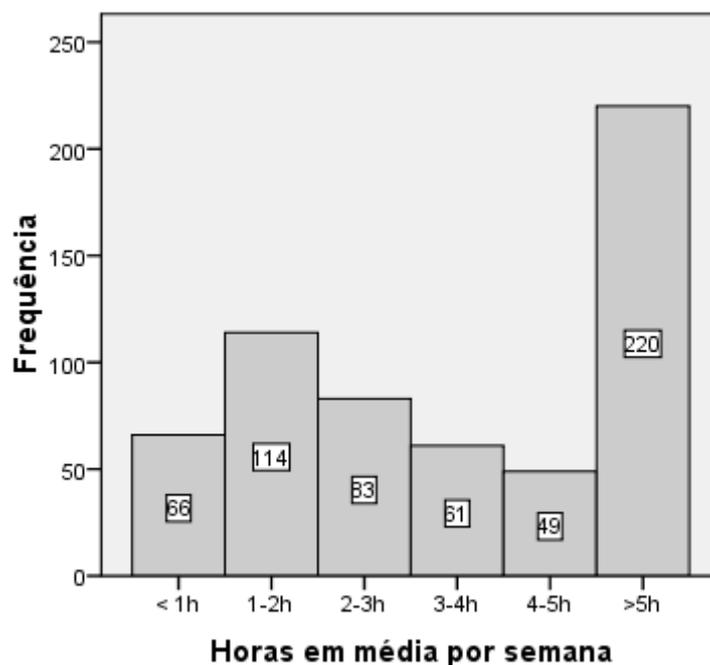


Figura 5.2: Distribuição do tempo médio de permanência na biblioteca por semana (horas / semana).

Conforme o descrito na Tabela 5.3, o elevado tempo de permanência dos respondentes, deve-se sobretudo à concepção das bibliotecas como um local adequado ao estudo, visto 490 respondentes referirem que este é um dos motivos que os leva a este espaço. Outra situação refere-se ao acesso a livros, a qual é referida por 341 respondentes e que era previsível, já que estamos perante a análise de bibliotecas.

É possível ainda verificar que 137 respondentes consideram que se deslocam à biblioteca porque esta dispõe de mesas adequadas ao trabalho em grupo. Apenas em BGUM existem salas adaptadas para o estudo em grupo, contudo, estas apresentam-se escassas e pequenas, não conseguindo acomodar todos os utilizadores que têm esta necessidade. A presente situação leva vários alunos a procurar o espaço de leitura da biblioteca para a realização de trabalhos e estudo em grupo.

Tabela 5.3: Representação das razões que levaram os alunos a utilizar a biblioteca.

Razão	Frequência
Local calmo e agradável adequado ao estudo	490
Local com mesas que permitem a realização de trabalhos de grupo	137
Acesso a livros	341
Acesso a informação didáctica	93
Não ter mais nenhum sítio para ir	87
Estar com os amigos	75

Os utilizadores foram também questionados sobre as actividades que se encontravam a realizar

no momento em que preencheram o questionário através de uma questão aberta (P2.3), cujas respostas foram posteriormente uniformizadas. Através da análise da Tabela 5.4 é possível verificar que os alunos referiram maioritariamente encontrar-se a estudar (75%), actividade que podemos considerar detentora de uma elevada exigência cognitiva.

Tabela 5.4: Representação das actividades desenvolvidas pelos alunos.

Actividade	Percentagem (%)
Estudo	75,0
Trabalhos	26,2
Pesquisa	18,0
Leitura	5,2
Outros	2,2

Devido a alguns alunos referirem mais que uma situação, os resultados apresentados na Tabela 5.4 apresentam um somatório superior a 100%.

5.2. Factores ambientais

Todos os factores ambientais considerados neste trabalho, ambiente térmico, ruído, iluminação e mobiliário, foram estudados em simultâneo, envolvendo análises objectivas e subjectivas. Os resultados e a respectiva discussão a seguir descritos englobam uma apreciação de cada um destes factores, bem como a relação entre a sua quantificação e a opinião dos utilizadores das bibliotecas. Pretende-se com esta abordagem atingir os objectivos propostos, nomeadamente a caracterização e quantificação dos factores ambientais, bem como a análise da relação existente entre os resultados objectivos das medições realizadas e os subjectivos, averiguando possíveis preferências por parte dos utilizadores.

5.2.1. Ambiente térmico

Caracterização geral

Como constatado anteriormente, nas presentes bibliotecas são desenvolvidas actividades maioritariamente de estudo (Tabela 5.4), as quais são consideradas sedentárias e apresentam elevadas exigências cognitivas. Perante esta situação, é importante proporcionar aos seus utilizadores condições adequadas ao equilíbrio térmico, permitindo o seu conforto e potenciando o seu desempenho. Para alcançar as referidas condições é essencial perceber a actual situação das bibliotecas do ensino superior no que concerne às suas características térmicas.

A temperatura de um edifício é condicionada pela temperatura exterior, sua arquitectura e

possível existência de sistemas de climatização. O planeamento do estudo em três épocas distintas do ano, deveu-se sobretudo à pressuposição que ao longo das diferentes estações poderão ocorrer alterações, quer dos parâmetros térmicos no interior do edifício, quer das necessidades dos seus utilizadores.

Em termos genéricos Portugal tem temperaturas relativamente baixas no Inverno, as quais aumentam progressivamente até ao Verão, voltando posteriormente a diminuir. Contudo, ao longo dos anos e muito associado às alterações climáticas, esta situação tem-se revelado cada vez mais inconstante.

Através da análise da Figura 5.3, é possível verificar que em média a temperatura exterior revela um aumento progressivo desde o Inverno (7,9 – 11,6°C) até ao Verão (23,3 – 24,5°C). Note-se ainda que durante os dias de realização do estudo em BGUM, estes apresentaram-se ligeiramente mais quentes no Inverno (11,6°C) e Primavera (13,3°C) e mais frios no Verão (23,3°C) que em BPG (7,9; 11,3 e 24,5°C respectivamente).

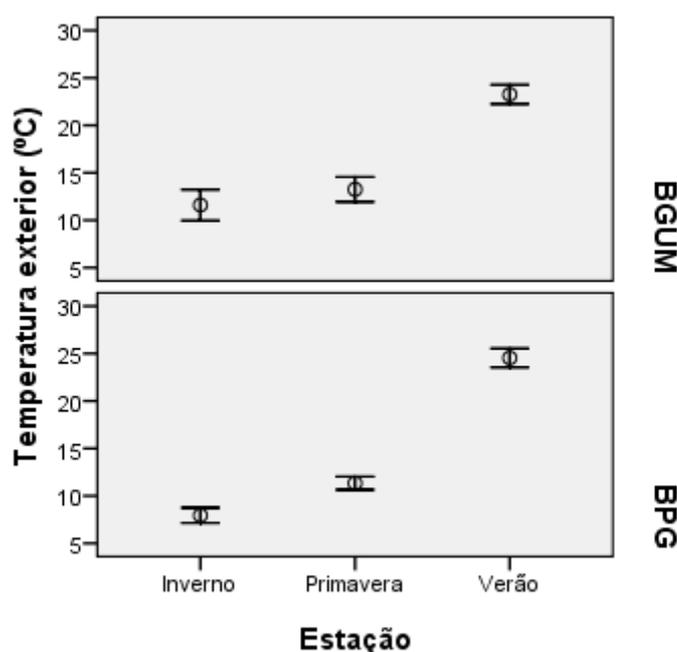


Figura 5.3: Intervalo de 95% de confiança para a média da temperatura exterior em cada estação do ano por biblioteca.

Tendo presente a evolução da temperatura exterior ao longo do ano, verifica-se que esta exerce influência sobre a temperatura interior (Figura 5.4), sendo observada, uma relação linear entre ambas (Teste Regressão linear; $R=0,788$). Note-se no entanto que numa análise diferenciada entre as estações do ano (Figura 5.5) revela que é na Primavera que esta relação se apresenta mais evidente, sendo menor no Verão.

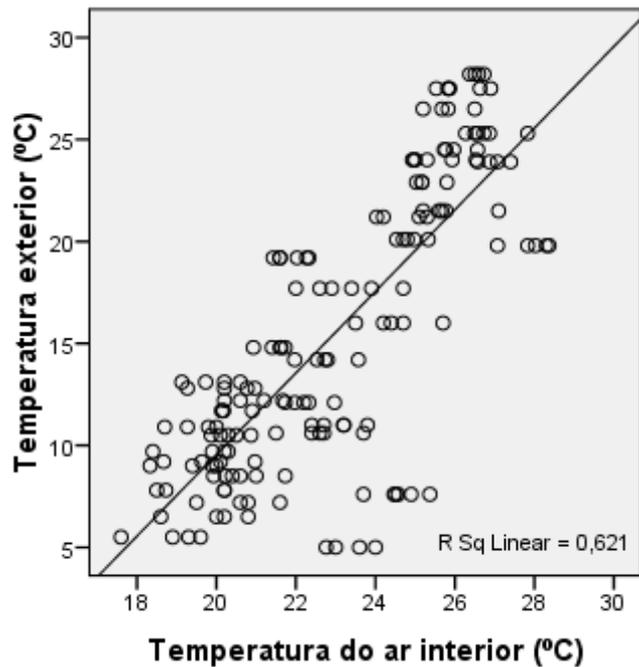


Figura 5.4: Temperatura do ar interior em função da temperatura exterior.

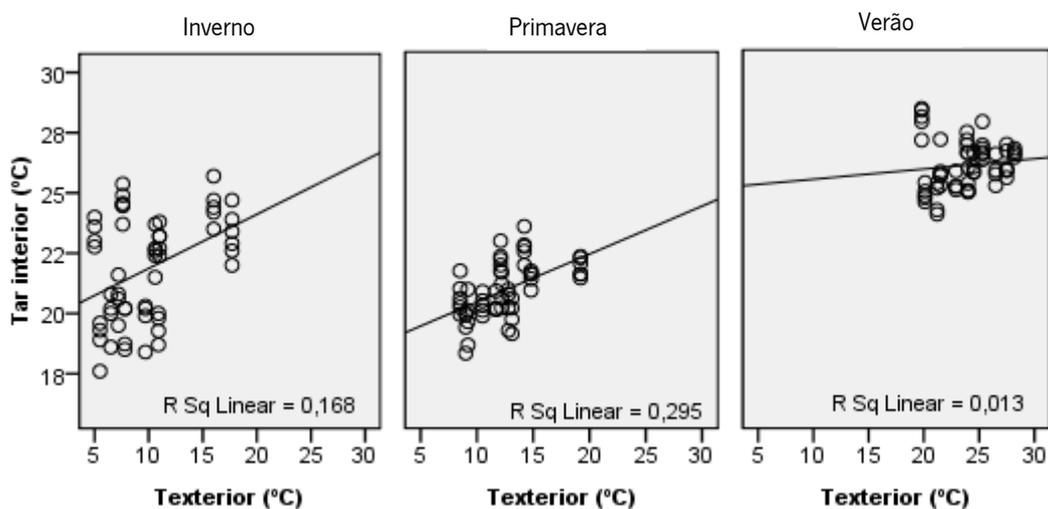


Figura 5.5 Temperatura do ar interior em função da temperatura exterior em cada estação do ano.

A Figura 5.6 apresenta a variação da temperatura interior em cada estação do ano e biblioteca em análise. As temperaturas interiores em BGUM apresentam-se superiores às em BPG nas três estações em análise. Quando comparados os resultados da Figura 5.6, com os da Figura 5.3 referentes à variação da temperatura exterior anteriormente referida, é possível perceber que esta é sempre inferior à temperatura interior (BPG: exterior 7,9 – 24,5°C e interior 19,7 – 25,9°C; BGUM: exterior 11,6 – 23,3°C e interior 23,6 – 26,2°C).

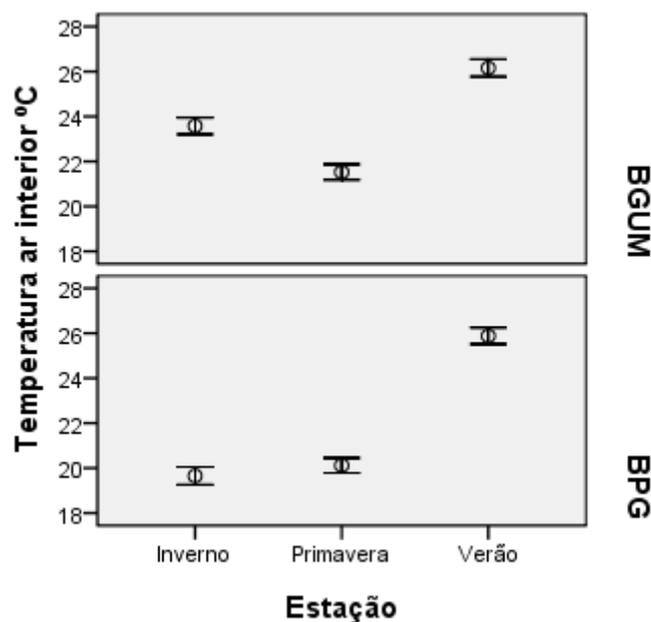


Figura 5.6: Intervalo de 95% de confiança para a média da temperatura interior em cada estação do ano por biblioteca.

Através da análise da Figura 5.6 pode-se ainda constatar que em BGUM a temperatura interior é superior no Inverno (23,6°C) relativamente à Primavera (21,5°C), apesar da temperatura exterior ser superior nesta última estação (Figura 5.3). A explicação para o sucedido reside na definição do sistema de climatização da biblioteca, o qual, exerce uma elevada actuação sobre o microclima interior. Acresce ainda o facto de BGUM deter janelas localizadas na fachada Sul do edifício as quais induzem um sobreaquecimento do espaço nessa zona em dias de céu limpo, situação presenciada durante as amostragens de Inverno (Tabela 5.9, subitem da iluminação). Apesar de as janelas deterem persianas, verificou-se na análise preliminar e ao longo do estudo que estas se encontravam na maior parte das situações abertas ou semiabertas, não proporcionando um controlo apropriado da incidência da luz solar directa. Note-se que estímulos externos como temperatura estão associados ao uso conscientemente ou inconscientemente das cortinas (Reinhart e Voss, 2003), podendo desta forma a situação analisada, ser um reflexo de que os indivíduos preferem ambientes mais quentes em determinadas épocas do ano, nomeadamente no Inverno.

Perante o descrito no que concerne à influência da temperatura exterior, aos sistemas de climatização e à própria estrutura do edifício, é possível observar que existem oscilações da temperatura média ao longo do ano e entre as duas bibliotecas. Surge agora a necessidade de perceber se os valores monitorizados são considerados elevados, baixos ou adequados ao conforto térmico, tendo por base as recomendações actuais.

A Tabela 5.5 apresenta o resumo dos resultados da maioria dos parâmetros de ambiente térmico monitorizados ao longo das estações do ano nas duas bibliotecas.

Tabela 5.5: Resumo de resultados dos parâmetros térmicos.

	Biblioteca	Dia	Temperatura ar (°C)				T cabeça – T tornozelos (°C)			
			Média	Máx	Min	DP	Média	Máx	Min	DP
Inverno	BPG	5	19,9	21,6	18,5	0,91	0,6	0,9	0,3	0,20
	BPG	6	19,3	20,2	17,6	0,92	0,7	1,0	0,3	0,28
	BGUM	12	24,2	25,7	22,8	0,82	0,55	1,1	0,1	0,32
	BGUM	13	23,0	24,7	21,5	0,80	0,52	0,9	0,1	0,25
Primavera	BPG	15	19,9	20,9	18,3	0,68	0,5	0,8	0,2	0,19
	BGUM	16	21,4	23,0	19,9	0,83	0,38	0,7	0,2	0,15
	BPG	17	20,4	21,7	18,7	0,86	0,7	1,0	0,2	0,27
	BGUM	20	21,7	23,6	19,9	1,08	0,49	0,9	0,1	0,29
Verão	BGUM	30	26,3	27,8	25,2	0,69	0,3	0,6	0,0	0,17
	BPG	2	26,3	27,4	25,0	0,79	0,4	0,8	0,1	0,25
	BGUM	6	26,0	28,4	24,5	1,42	0,35	1,0	0,0	0,27
	BPG	7	25,5	26,6	24,0	0,78	0,5	1,0	0,0	0,34
	Biblioteca	Dia	Velocidade do ar (m/s)				Humidade relativa (%)			
			Média	Máx	Min	DP	Média	Máx	Min	DP
Inverno	BPG	5	0,01	0,05	0,00	0,01	53,1	65,0	46,0	5,0
	BPG	6	0,01	0,03	0,00	0,01	50,2	56,0	43,0	4,1
	BGUM	12	0,05	0,10	0,00	0,04	35,7	46,0	30,0	4,5
	BGUM	13	0,03	0,09	0,00	0,02	36,7	44,0	31,0	3,5
Primavera	BPG	15	0,04	0,11	0,00	0,03	50,5	54,0	48,0	1,9
	BGUM	16	0,04	0,11	0,00	0,03	42,9	48,0	40,0	2,2
	BPG	17	0,03	0,07	0,00	0,03	51,4	60,0	44,0	4,5
	BGUM	20	0,04	0,11	0,00	0,03	46,8	50,0	39,0	2,8
Verão	BGUM	30	0,05	0,12	0,00	0,04	59,1	52,0	64,0	2,9
	BPG	2	0,02	0,06	0,00	0,02	57,4	60,0	55,0	1,8
	BGUM	6	0,05	0,10	0,00	0,03	50,8	57,0	46,0	3,2
	BPG	7	0,01	0,06	0,00	0,02	51,1	54,0	46,0	2,0

A média da temperatura do ar no interior dos edifícios varia entre 19,3 e 24,2°C no Inverno, 19,9 e 21,7°C na Primavera e 25,5 e 26,3°C no Verão. A ISO 7730:2005 recomenda para o período de Inverno temperaturas de 22,0±2°C e para o Verão de 24,5±1,5°C. Os resultados obtidos encontram-se em geral dentro das gamas de conforto definidas pela norma para espaços similares a salas de aula, entre os quais enquadrámos as bibliotecas, contudo, BPG apresenta no Inverno valores ligeiramente mais baixos que os propostos (19,3 – 19,9°C). Na revisão bibliográfica exploraram-se recomendações distintas das apresentadas pela ISO para estes ambientes, as quais, ostentam gamas de temperatura mais restritas.

A temperatura do ar é um dos aspectos destacados como intervenientes na degradação dos livros. Segundo Rooney (1994) a temperatura nestes espaços deve variar entre 20 e 22°C de modo a não só a proporcionar conforto aos seus utilizadores, como também a permitir uma adequada preservação dos livros. Esta recomendação encontra-se próxima da gama de 20 a 23,3°C determinada por Harner (1974), citado por Schneide (2002), onde o autor indica estes valores como ideais para actividades escolares. Tendo por base o referido, alguns valores médios das bibliotecas em estudo saem fora destas gamas, nomeadamente no período de Verão onde os valores obtidos (25,5 – 26,3°C) são considerados prejudiciais para a aprendizagem (Harner, 1974 *cit in* Schneide 2002). A Primavera revelou-se a estação do ano em que foram obtidas temperaturas médias mais favoráveis (19,9 – 21,7°C).

Quanto à variação da temperatura vertical, verifica-se o cumprimento das recomendações da ISO 7730:2005 em todos os locais (Tabela 5.5), ou seja, a diferença de temperatura entre o nível cabeça e o nível dos tornozelos é menor que 3°C. É ainda possível concluir que o ambiente pode ser considerado homogéneo em termos de variação da temperatura vertical, visto a diferença se apresentar em termos gerais inferior a 1°C.

No que respeita à velocidade do ar, esta pode ser considerada baixa. Em termos médios apresenta-se inferior a 0,05 m/s em todos os pontos, sendo estes valores muito inferiores às recomendações de 0,19m/s no Verão e 0,16m/s no Inverno presentes na norma (Tabela 5.5).

A humidade relativa é outro aspecto associado à degradação das colecções. Segundo Rooney (1994) a humidade nas bibliotecas deve variar entre 50 e 55%. Foi verificado em BPG o cumprimento das recomendações, excepto num dos dias de monitorização do Verão, onde se obteve uma humidade relativa de 57% (Tabela 5.5). Em BGUM foram obtidos valores de humidade baixos no Inverno e na Primavera (35,7 – 46,8%), e elevados no Verão (59,1%), sendo apenas verificado o cumprimento das recomendações do autor num dos dias em estudo (Tabela 5.5).

Outra característica que intervém no conforto térmico e que foi analisada corresponde ao isolamento de vestuário. A sua determinação teve por base uma breve *check-list* colocada propositadamente no questionário, onde os respondentes referiram a roupa que se encontravam a utilizar no momento do seu preenchimento. Foi ainda caracterizado durante as monitorizações em cada ponto de amostragem o vestuário da maioria dos utilizadores da zona envolvente, sendo estes dados importantes para a determinação da sua resistência nos locais onde ninguém

preencheu o questionário. A Figura 5.7 apresenta os resultados obtidos para este parâmetro em cada biblioteca, através de uma média ponderada das várias peças de roupa referidas nos questionários, e das observadas na análise realizada ao longo das monitorizações, tendo por base os valores referidos pela ISO 7730:2005 (Anexo VI).

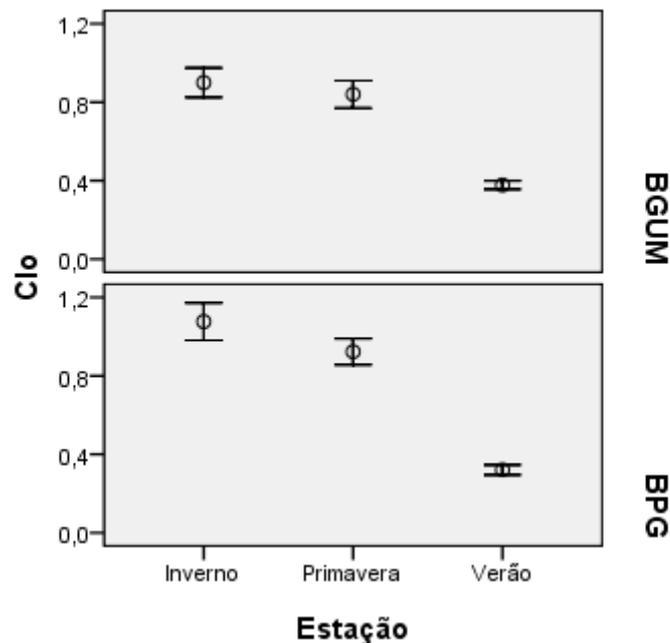


Figura 5.7: Intervalo de 95% de confiança para o Isolamento de vestuário (clo) em cada estação do ano, por biblioteca.

A resistência oferecida pela roupa é um dos pontos em consideração na ISO 7730:2005 para as gamas de temperatura propostas. A norma assume para o Inverno um isolamento de vestuário de 1,0 clo e para o Verão de 0,5 clo. Estes valores não correspondem na totalidade aos verificados no estudo. BPG apresenta no Inverno um isolamento de vestuário que vai de encontro aos valores de referência de 1clo, mas BGUM apresenta valores mais baixos, de 0,9 clo. No Verão o afastamento dos valores assumidos pela norma é maior, sendo obtida uma média de 0,4 clo em BGUM e 0,3 clo em BPG. Os resultados obtidos devem-se à vantagem de nos ambientes académicos não existir um vestuário padronizado, conseguindo os alunos de alguma forma adaptarem-se às condições térmicas locais. Note-se porém, que estes valores estão revestidos de subjectividade quer devido à sua caracterização por parte dos respondentes, quer pela sua associação ao isolamento de vestuário presente na norma, podendo a sua resistência ser na realidade diferente dos valores apresentados, nomeadamente no Inverno onde poderão ser superiores.

Outro dos aspectos que influencia a sensação térmica é o metabolismo. As actividades

desenvolvidas nestes ambientes são caracterizadas como sedentárias, implicando normalmente movimentos e esforços reduzidos. Perante o referido, foi determinado com base no disposto na ISO 8996:1990 um metabolismo de 121,5 W ou 1,16 met (consultar cálculos no Anexo VII), valor este que se encontra próximo do apresentado pela ISO 7730:2005 para actividades sedentárias (1,2 met).

Com base nos parâmetros físicos do ambiente térmico, no isolamento de vestuário e no metabolismo, foram determinados os Índices PPD-PMV para cada ponto de amostragem, encontrando-se os resultados médios em cada estação do ano e biblioteca apresentados na Figura 5.8.

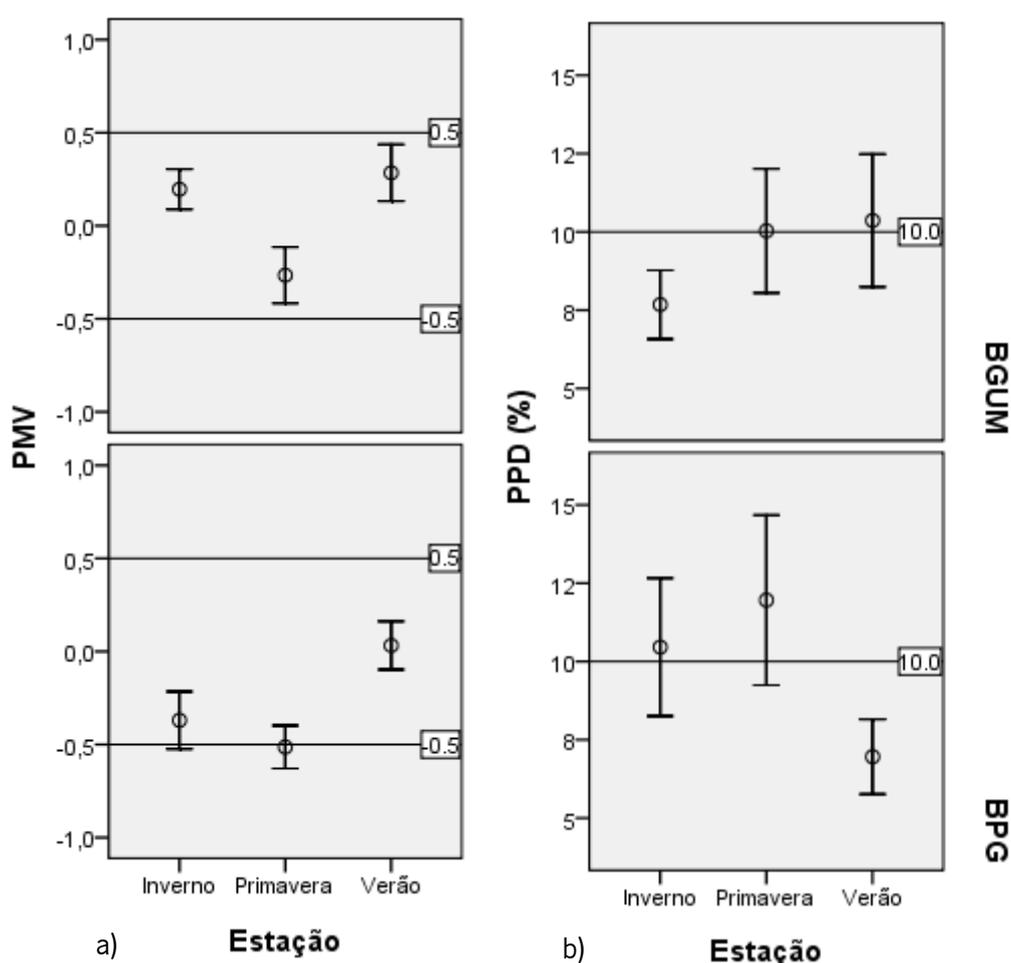


Figura 5.8: Intervalo de 95% de confiança em cada estação do ano por biblioteca: a) Índice PMV; b) Índice PPD.

É possível analisar diferenças no Índice PMV entre as duas bibliotecas. No Inverno observa-se em BGUM um PMV médio de 0,2 e em BPG de -0,4. Na Primavera os valores diminuem para -0,3 em BGUM e -0,5 em BPG, voltando a elevar-se no Verão, observando-se 0,3 em BGUM e aproximadamente 0,0 em BPG. Em geral, o PMV é inferior em BPG em relação a BGUM, sendo

de esperar sensações ligeiramente mais frias por parte dos utilizadores nesta biblioteca. Estes valores encontram-se próximos da neutralidade térmica ($PMV=0$), estando portanto de acordo com as recomendações da ISO 7730:2005 (PMV entre $-0,5$ e $0,5$).

Em relação ao PPD, os resultados encontram-se em termos médios próximos do limite de 10% previsto na norma (7 – 12%), sendo ultrapassado ligeiramente no Inverno (10,5%) e Primavera (12,0%) em BPG, e no Verão em BGUM (10,4%) (Figura 5.8).

Apesar da análise diferenciada em relação à temperatura e humidade apresentar resultados que em determinadas situações não cumprem as recomendações, em relação ao conforto térmico assume-se que em termos gerais as bibliotecas apresentam um ambiente térmico considerado satisfatório de acordo com o recomendado na ISO 7730:2005. Contudo, esta situação encontra-se muito associada à adaptação realizada pelos utilizadores da biblioteca em relação ao seu vestuário, podendo desta forma a insatisfação ser na realidade superior à prevista.

Análise subjectiva

Com base no modelo desenvolvido por Fanger, a ISO 10551:2001 propõem uma abordagem alternativa para a determinação do conforto térmico com base na opinião dos indivíduos. Este modelo foi transposto para o questionário aplicado neste estudo, e as suas escalas alargadas para a avaliação de outros aspectos térmicos, nomeadamente a velocidade do ar e a diferença de temperatura entre o exterior e o interior da biblioteca.

Para a análise da percepção e preferência térmica, colocaram-se duas questões:

- “Em relação à sua sensação térmica, como se sente neste momento?” (P3.1).
- “Como preferia sentir-se?” (P3.2).

A primeira questão refere-se ao modo como os utilizadores percebem o ambiente térmico e segunda à preferência térmica.

A Figura 5.9 apresenta os resultados da sensação térmica manifestada pelos respondentes de acordo com as estações do ano. Os dados relativos à percepção foram relacionados com a temperatura do ar da zona envolvente em que estavam inseridos e posteriormente agrupados em gamas de forma a facilitar a análise dos resultados (17-19°C; 19-21°C; 21-23°C; 23-25°C; >25°C).

Verifica-se uma tendência crescente da sensação térmica quente com o aumento da temperatura do ar, sendo esta situação mais notória no período de Inverno. A maior

sensibilidade à temperatura nesta estação deve-se certamente à influência da temperatura exterior na percepção térmica. Como analisado anteriormente, no Inverno a temperatura exterior durante os dias em estudo foi relativamente baixa, apresentando em termos médios 7,9°C em BPG e 11,6 °C em BGUM (Figura 5.3), enquanto a temperatura do ar interior observada foi de 19,7°C em BPG e 23,6°C em BGUM (Figura 5.6). Esta situação implica uma diferença de temperatura entre o exterior e o interior de cerca de 12 °C, sendo considerada a maior diferença das três estações. No Verão apesar de existir uma diferença menor entre a temperatura exterior e a interior (1,4-2,9°C), verifica-se uma quantidade significativa de respondentes que se sentem mais quentes, quando comparado com os resultados obtidos na Primavera para as mesmas gamas de temperatura.

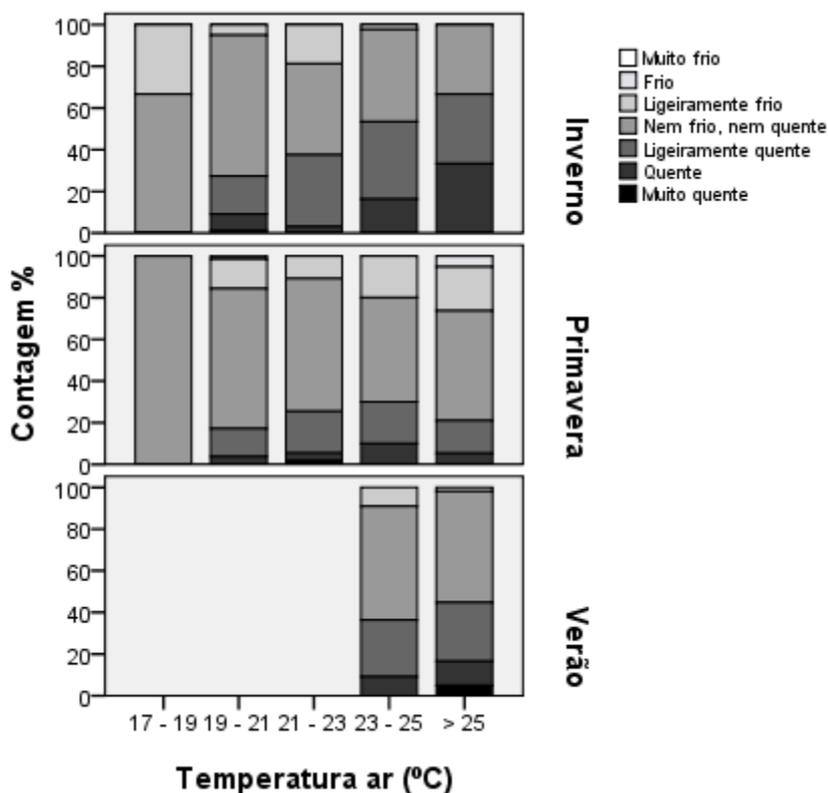


Figura 5.9: Caracterização da percepção térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.

Através da análise da Figura 5.10, é possível verificar que no Verão existe preferência por uma sensação térmica mais fresca que nas outras estações para as mesmas gamas de temperatura, mostrando que os respondentes preferem níveis mais baixos de temperatura do ar interior nesta estação. Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Conceição *et al.* (2008) nos mesmos ambientes, onde os autores verificam que no Verão os utilizadores das bibliotecas preferem níveis mais elevados de temperatura do ar. Esta situação deve-se certamente às expectativas dos respondentes, que devido a estarem no Verão e a considerarem que em

espaços fechados deverão existir sistemas de climatização, esperam encontrar temperaturas mais frescas no interior do edifício que no seu exterior. Esta concepção pode ser igualmente a justificação para o facto de os indivíduos tenderem a perceber os ambientes como mais quentes nesta estação, tal como foi anteriormente analisado (Figura 5.9).

No Inverno apesar da predominância de respostas *Sem alteração*, é possível analisar que os indivíduos preferem sentir-se *Ligeiramente mais quentes* quando a temperatura do ar se apresenta baixa (17-19°C), diminuindo a preferência com o aumento da temperatura. Note-se ainda nesta última estação, que apesar da análise da Figura 5.9 ter revelado que a maior parte dos indivíduos nas gamas mais elevadas de temperatura se sentem *Ligeiramente quentes* ou *Quentes*, a Figura 5.10 mostra que são menos os que referem preferir sentir-se *Ligeiramente mais frescos* nas mesmas gamas. Estes resultados indicam que no Inverno os respondentes preferem uma sensação térmica ligeiramente quente e não a neutralidade.

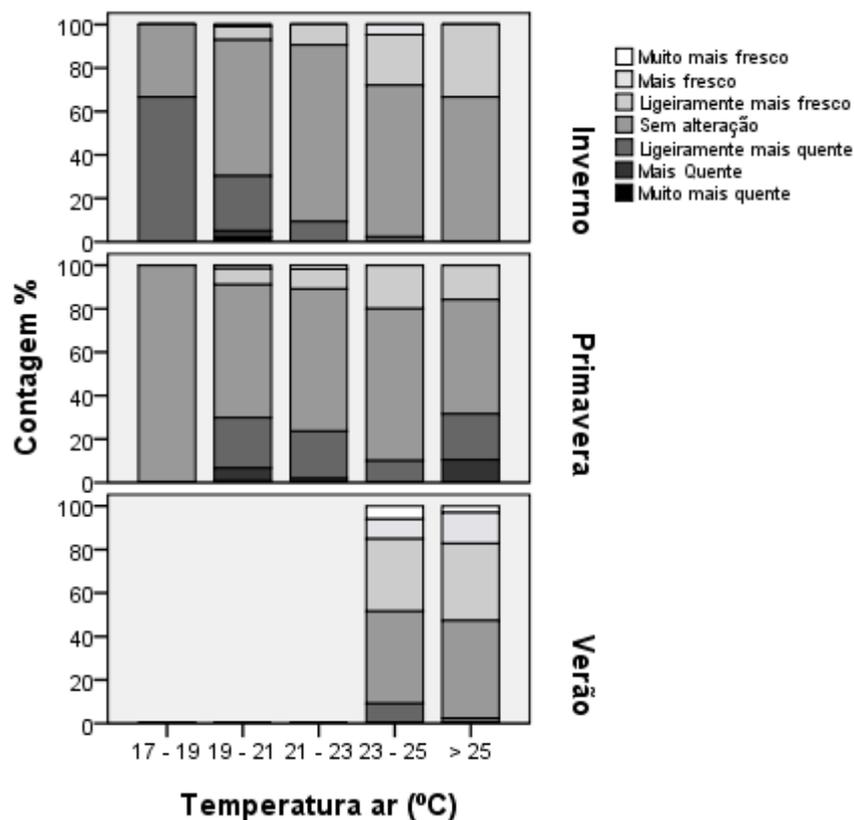


Figura 5.10: Caracterização da preferência térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.

Situações semelhantes às referidas, no que concerne à preferência térmica no Inverno e Verão, tinham sido já identificadas por McIntyre na década de oitenta, onde o autor constatou que pessoas em climas moderados preferem ambientes “ligeiramente frescos” e pessoas em climas mornos ambientes “ligeiramente moderados” (Corgnati *et al.*, 2007).

É ainda possível analisar através da Figura 5.10 que no Inverno a gama de temperatura aparentemente mais aceite é a de 21-23°C, visto a grande maioria dos indivíduos referir a preferência pela não alteração da sua sensação térmica. Na Primavera pela análise da figura a gama ideal seria a de 17-19°C visto a preferência *Sem alteração* corresponder a 100% das observações, contudo existe apenas um indivíduo associado a esta situação, pelo que iremos considerar irrelevantes os resultados nela obtidos. A análise dos restantes dados nesta estação não nos permite perceber qual a temperatura preferida.

Para analisar melhor a influência da temperatura exterior, colocaram-se duas questões referentes à percepção e preferência da diferença de temperatura entre o exterior e o interior:

- “Como considera a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?” (P3.7).
- “Como preferia sentir a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?” (P3.8).

Através da análise da Figura 5.11 é possível verificar uma predominância da consideração da diferença de temperatura entre o exterior e o interior como *Ligeiramente elevada* na maioria das gamas de temperatura para as três estações. Apesar desta situação, observa-se que os respondentes tendem a considerar a diferença de temperatura elevada quando a temperatura exterior se apresenta baixa (Inverno) e baixa quando esta se apresenta elevada (Verão). Estes resultados remetem em geral para uma percepção adequada da diferença de temperatura entre o exterior e o interior ao longo do ano, visto esta se apresentar elevada no Inverno e baixa no Verão (Figuras 5.3 e 5.6).

Em relação à preferência pela diferença de temperatura do ar entre o interior e o exterior, era expectável que no Inverno os respondentes preferissem a diferença de temperatura menor, visto esta se apresentar maior na referida estação (cerca de 12°C), no entanto, esta situação não se verifica (Figura 5.12). Estes resultados consolidam a preferência anteriormente analisada de que os indivíduos preferem sentir-se mais quentes no Inverno, mesmo que essa situação implique um contraste acrescido entre a temperatura interior e a exterior. Também Conceição *et al.* (2008) chegaram a esta conclusão nos seus estudos, verificando que os alunos preferem nos meses de Inverno uma variação maior entre estas temperaturas que nos meses de Verão.

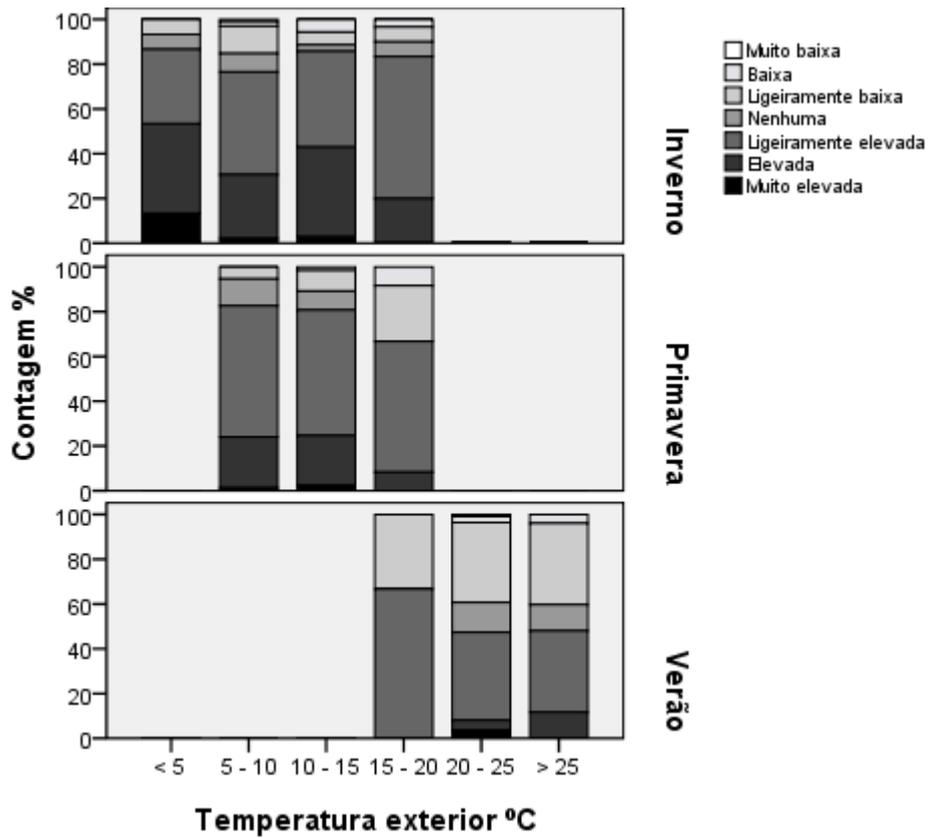


Figura 5.11: Caracterização da percepção da diferença de temperatura do ar interior e exterior em relação temperatura exterior (°C) por estação do ano.

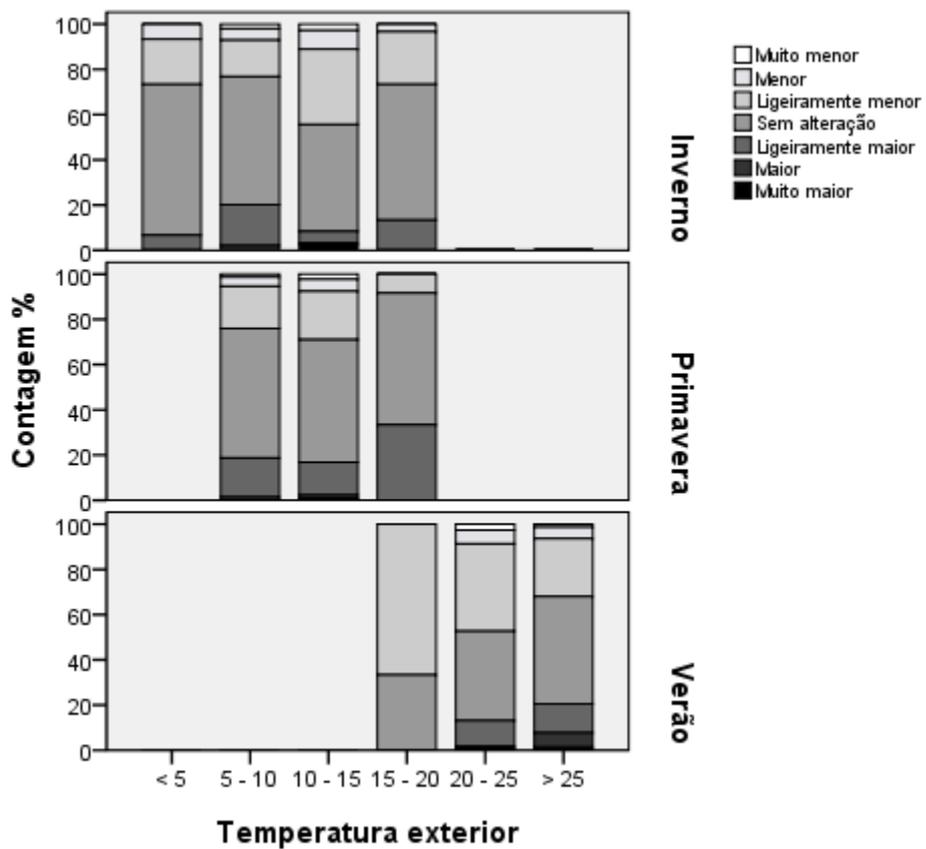


Figura 5.12: Caracterização da preferência da diferença de temperatura do ar interior e exterior em relação temperatura exterior (°C) por estação.

Perante os resultados obtidos neste subitem é possível perceber que a temperatura exterior actua sobre a percepção e preferência térmica dos respondentes, indo de encontro a estudos de campo já realizados, os quais têm revelado que o clima exterior e as próprias estações do ano exercem influência sobre a sensação térmica (Charles, 2003).

A velocidade do ar é outro aspecto que influencia directamente o conforto térmico. Neste sentido foram realizadas duas questões referentes à sua percepção e preferência:

- “O que sente sobre a velocidade do ar?” (P3.5)
- “Como preferia sentir a velocidade do ar?” (P3.6)

Também para a velocidade do ar foram adoptadas gamas de modo a facilitar a análise (<0,001m/s; 0,001-0,005m/s; 0,005-0,01 m/s; 0,01-0,05m/s; 0,05 -0,1m/s; >0,1m/s).

A Figura 5.13 indicia um bom acordo entre a velocidade do ar e a sua percepção pelos respondentes. É possível no entanto analisar uma predominância de *Nenhuma movimentação*, excepto quando a velocidade do ar se apresenta superior a 0,1 m/s, onde os respondentes referem na sua maioria sentir movimentações de ar que variam de uma “*Ligeira brisa*” (38,6%) a uma “*Brisa*” (14,3%).

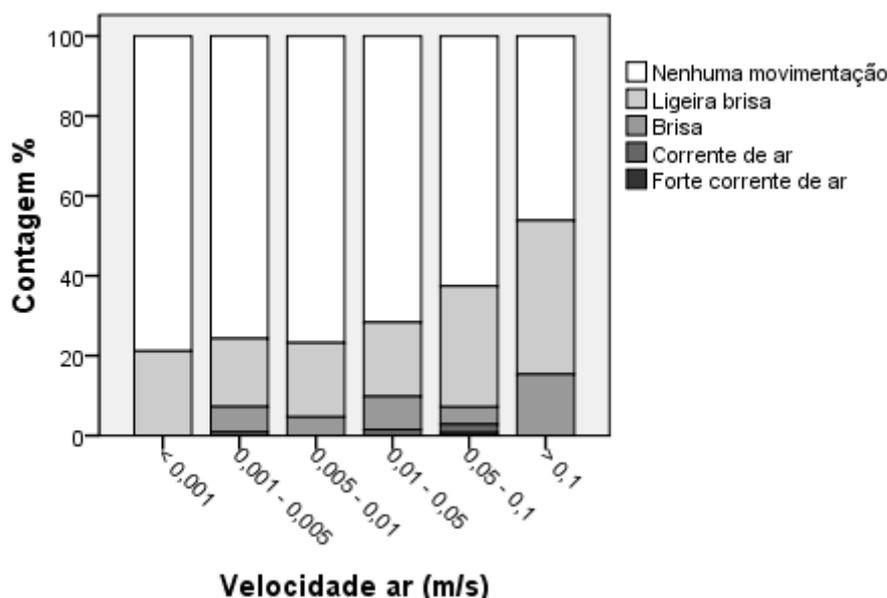


Figura 5.13: Caracterização da percepção da movimentação de ar em relação à velocidade (m/s).

Perante a intervenção da velocidade do ar no processo de trocas de calor, tentou-se perceber se a temperatura do ar influencia a percepção e a preferência das movimentações de ar.

A Figura 5.14 apresenta uma análise da percepção da velocidade do ar em relação à temperatura. Através da sua análise não é possível perceber uma relação clara entre as duas

variáveis.

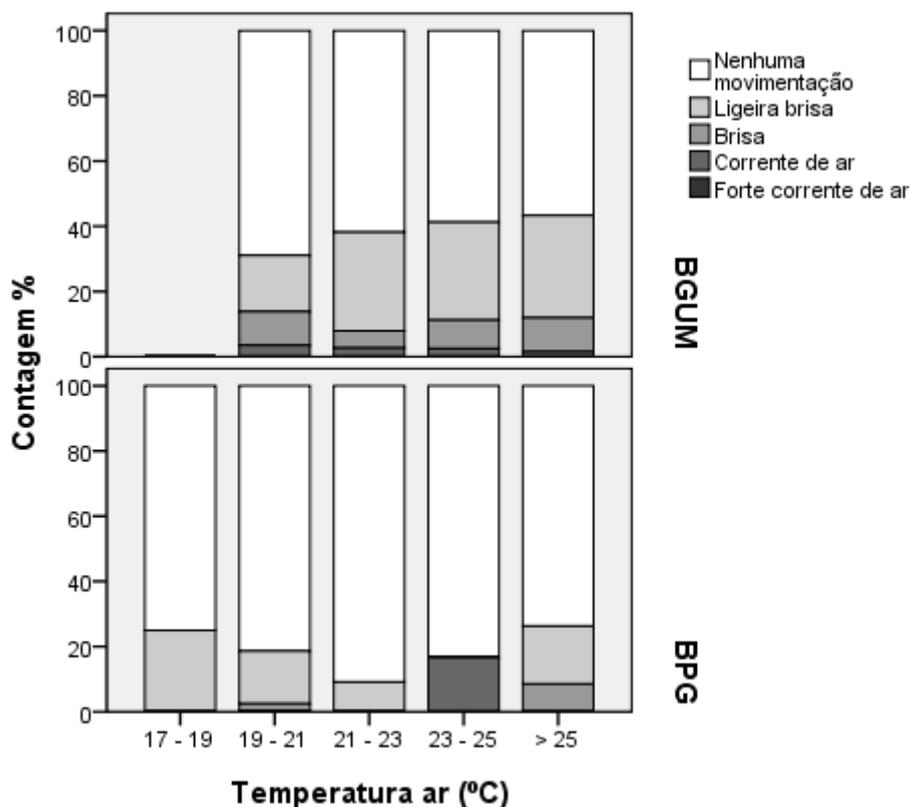


Figura 5.14: Caracterização da percepção da movimentação de ar em relação à velocidade (m/s) por biblioteca.

Apesar de não se verificar uma relação entre a temperatura e a percepção da velocidade do ar, quando nos remetemos à sua preferência a situação é distinta. De acordo com Figura 5.15, mesmo sendo notória a predominância de *Sem alteração*, verifica-se um aumento gradual da preferência por maiores movimentações de ar com o aumento da temperatura, sendo esta situação perfeitamente clara para temperaturas do ar superiores a 25°C (33% em BGUM e 45% em BPG). Note-se ainda que quando a temperatura é baixa existe quem mencione preferir uma velocidade do ar menor, sendo esta situação notória na gama de temperatura 17-19°C, visto uma percentagem significativa de indivíduos referirem preferir a velocidade do ar *Muito menor* (24%). Estes resultados apontam para uma possível consideração das movimentações de ar identificadas como desconfortáveis para as temperaturas de ar mais baixas. Neste sentido Kroemer e Grandjean (2005) referem que velocidades do ar de 0,1 m/s, as quais foram identificadas em algumas situações neste estudo (Tabela 5.5) e que se encontram abaixo dos limites propostos pela ISO 7730:2005 para estes ambientes, podem por vezes estar associadas a situações de desconforto.

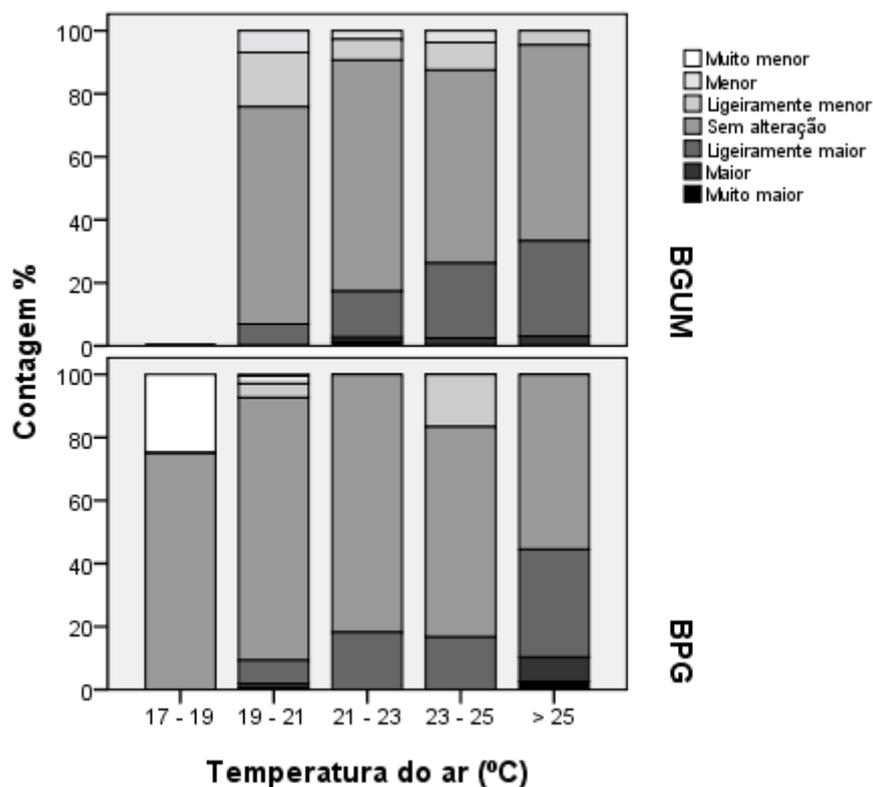


Figura 5.15: Caracterização da preferência da movimentação de ar em relação à temperatura do ar (°C) por biblioteca.

Análise subjectiva de conforto, aceitabilidade e tolerabilidade

A norma aborda ainda questões sobre o conforto, aceitabilidade e tolerabilidade térmica, as quais foram aplicadas neste trabalho:

- “Considera-se em relação ao ambiente térmico em geral...” (P3.9).
- “Baseado na sua preferência pessoal, como considera o ambiente térmico do espaço?” (P3.10).
- “Como considera este espaço?” (P3.11).

Através da análise da Figura 16 é possível verificar que existe uma predominância para os indivíduos se considerarem como *Confortável* (considerando irrelevantes os resultados da gama 17-19°C da Primavera), verificando-se um aumento da sensação de desconforto no Inverno com temperaturas superiores a 25°C. A gama de temperatura em que a maioria dos indivíduos se caracteriza como confortáveis corresponde à de 19-21°C no Inverno (76%) e 21-23°C na Primavera (82%). Na análise de aceitabilidade, verifica-se que os indivíduos referem na maioria dos casos o ambiente como *Moderadamente aceitável*. A gama de temperatura mais aceite corresponde à que varia entre 21-23°C (36-44%). No Verão, devido a apenas se identificarem temperaturas elevadas, a aceitabilidade apresenta-se reduzida, diminuindo com o aumento da

temperatura.

Os resultados obtidos na análise de preferência térmica, conforto e aceitabilidade, permitem-nos assumir que a gama de 21-23°C é a mais adequada para os espaços de leitura em bibliotecas no Inverno e Primavera, a qual se encontra próxima dos valores referidos por Harner (1974) citado por Schneider (2002) e dos de Rooney (1994), anteriormente mencionados. No Verão não foi possível obter dados suficientes para perceber a temperatura requerida pelos respondentes.

Em relação às diferenças entre géneros no que concerne a sensações de desconforto, não foram verificadas diferenças significativas nas distribuições entre os grupos (Teste Qui-quadrado; $p > 0,05$). Segundo Charles (2003) ainda não se verifica acordo na comunidade científica quanto ao significado prático das diferenças de género. O mesmo autor, com base numa extensa revisão bibliográfica verifica que o vestuário pode ser um dos factores que acentua as diferenças entre os géneros quando estas são identificadas, visto as mulheres tenderem a usar roupas mais leves que os homens.

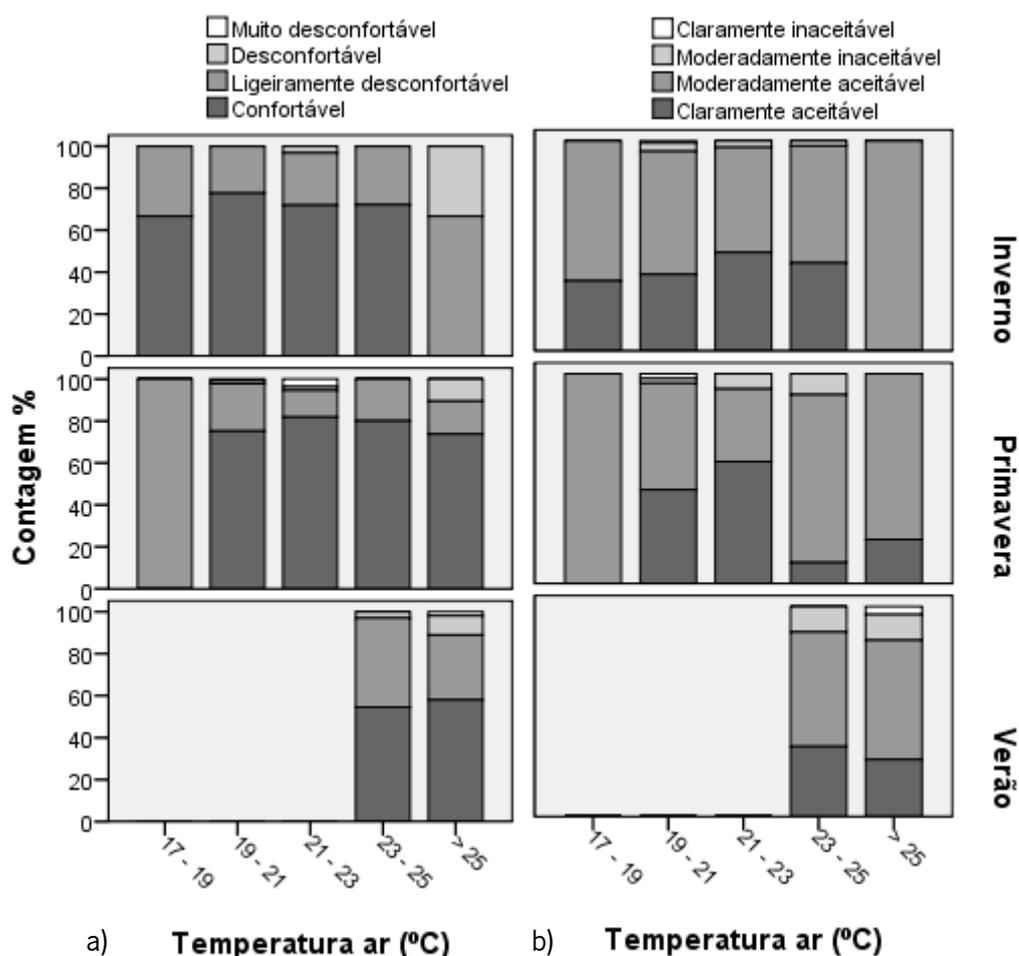


Figura 5.16: Caracterização da avaliação térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano: a) Afectiva; b) Aceitabilidade.

A análise de tolerabilidade, descrita na Figura 5.17, mostra que apesar de não ser amplamente aceite o ambiente térmico, este é considerado *Perfeitamente tolerável*, existindo apenas alguns indivíduos que o consideram menos tolerável quando as temperaturas no Inverno são mais baixas (32%) e quando no Verão e Primavera são mais elevadas (32%).

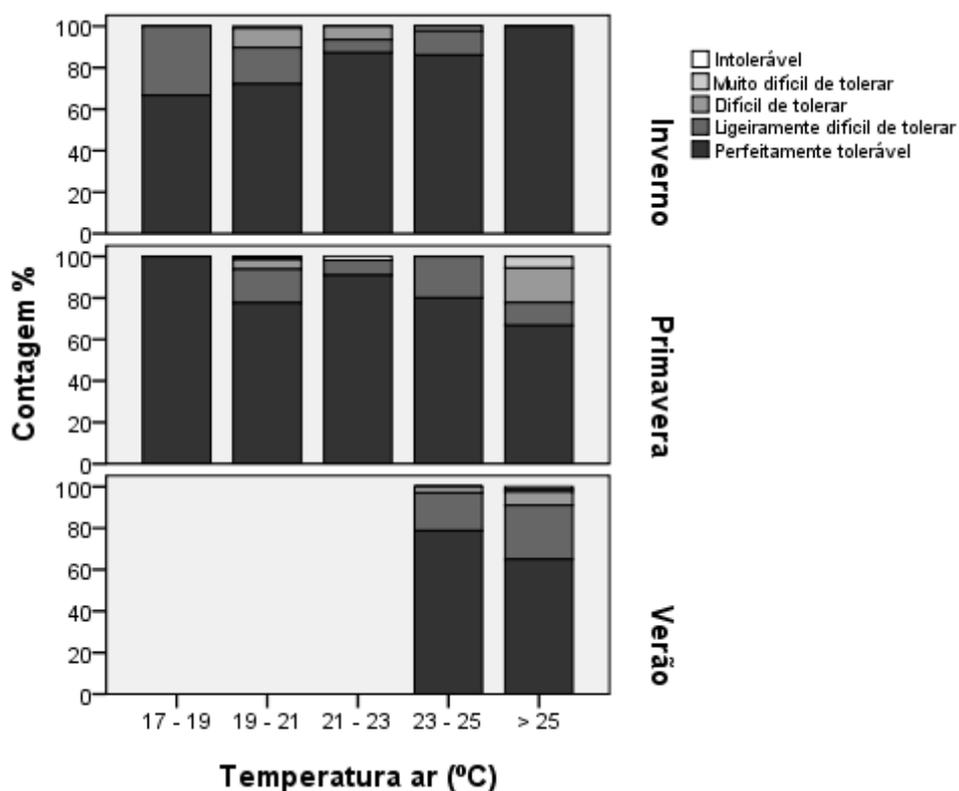


Figura 5.17: Caracterização da tolerabilidade térmica em relação à temperatura do ar (°C) por estação do ano.

Relação entre os Índices PPD-PMV objectivos e subjectivos

Na revisão bibliográfica foi exposto que vários estudos têm mostrado uma falta de acordo entre o Índice PPD-PMV obtido com base no modelo de Fanger, e modelos adaptados que têm em consideração aspectos além dos considerados pelo autor. Neste sentido Conceição *et al.* (2008), citando Dear *et al.* (1997) e de Dear e Brager (2001), referem o ajuste comportamental, factores fisiológicos e psicológicos como elementos activos do indivíduo que podem interagir com a sensação térmica.

Buratti e Ricciardi (2008) realizaram um trabalho experimental referente a uma análise adaptativa de conforto térmico em salas de aula de três universidades italianas. Os autores pretendiam no seu estudo encontrar uma correlação entre os dados medidos pelos instrumentos e as respostas subjectivas dos utilizadores. Ao comparar os valores de PMV das

medições e os valores de PMV referentes aos questionários, verificaram que os dados subjectivos (questionários) tendem a acentuar situações de desconforto. Também no presente trabalho foram obtidos resultados semelhantes.

A Tabela 5.6 apresenta os resultados do PMV e PPD objectivos e subjectivos médios, nas diferentes estações do ano em estudo.

Tabela 5.6: Comparação dos índices PPD-PMV objectivos e subjectivos em cada estação.

	Subjectivos		Objectivos		Diferença entre as análises	
	PMV	PPD	PMV	PPD	PMVs - PMVo	PPDs - PPD _o
Inverno	0,4	25,7	-0,05	8,9	0,45	16,8
Primavera	0,1	23,4	-0,37	10,8	0,47	12,6
Verão	0,6	20	0,2	8,9	0,4	11,1

Quando comparado PMV objectivo com o subjectivo, é possível perceber que existem discrepâncias entre as duas abordagens (Tabela 5.6). Os resultados obtidos através dos questionários (PMV subjectivo) são sempre superiores aos que tiveram por base as medições (PMV objectivo). Esta situação revela um deslocamento da neutralidade térmica à direita da escala proposta por Fanger, variando a diferença entre os dois PMV de 0,4-0,47 graus. Também outros estudos de campo têm mostrado diferenças entre o modelo PMV e as sensações dos indivíduos. Charles (2003) cita vários trabalhos neste âmbito, entre os quais o de Humphreys (1994), onde o autor encontrou uma disparidade de 3°C. O mesmo autor cita ainda Costick e Humphreys (1994), os quais concluem que a utilização do Índice PMV objectivo leva à delimitação de condições térmicas no interior dos edifícios desnecessárias. Apesar da situação verificada, os PMV objectivos e subjectivos mantêm-se dentro dos limites térmicos propostos por Fanger para o PMV (-0,5 a 0,5), excepto no Verão onde o PMV objectivo tende a ser ligeiramente superior (PMV = 0,6), mostrando uma proximidade à sensação térmica *Ligeiramente quente*.

Em termos de percentagem de insatisfeitos (PPD), os dados subjectivos predizem um número superior de possíveis insatisfeitos que os objectivos em todas as estações do ano, ultrapassando o limite de 10% proposto pela ISO 7730:2005.

Estas diferenças identificadas entre os dois modelos podem ter origem nas expectativas dos respondentes, as quais podem dever-se ao facto do ambiente térmico em questão ser já conhecido ou previsto. A existência de sistemas de climatização é um factor que interfere nas expectativas, levando os utilizadores a serem mais “exigentes” no que se refere ao conforto térmico (Corngati *et al.*, 2007). Fanger e Tuftum realizaram uma extensão do modelo

englobando o factor da expectativa na equação do PMV, contudo, este é apenas aplicado a edifícios não climatizados, não sendo desta forma adequado ao presente trabalho. Também aspectos comportamentais e fisiológicos podem ter intervindo na sensação térmica. Como verificamos anteriormente os utilizadores da biblioteca têm a facilidade de alterar o vestuário adaptando-se às condições térmicas do espaço, nomeadamente quando já o conhecem, aumentando desta forma a “zona de conforto”. O facto de passarem muito tempo naquele espaço também pode estar de alguma forma na origem da alteração da sua sensação térmica, no entanto a influência da adaptação sobre a percepção dos utilizadores neste tipo de ambientes é normalmente reduzida (Buratti e Ricciardi, 2008). A temperatura exterior é outro factor de interesse associado à percepção. Alguns estudos têm mostrado que a temperatura exterior influencia as sensações térmicas dos utilizadores, nomeadamente quando os edifícios são ventilados naturalmente, sendo por vezes referida como melhor indicador de sensação térmica que o modelo PMV (Charles, 2003). Esta noção é mais complexa quando estamos perante edifícios climatizados, onde as expectativas podem ser o principal meio de influência.

5.2.2. Ruído

Caracterização geral

O ruído é outro aspecto associado ao conforto nas bibliotecas. Apesar de este ser considerado subjectivo, a sua presença tem de ser controlada a níveis aceitáveis de forma a satisfazer os utilizadores destes espaços, sendo para isso essencial a sua quantificação.

A Figura 5.18 apresenta o intervalo de confiança 95% para a média do Nível Sonoro Contínuo Equivalente Ponderado A (L_{Aeq}) obtido em cada biblioteca.

Existe claramente uma diferença entre a média dos níveis sonoros nas duas bibliotecas em estudo. BGUM apresenta um L_{Aeq} médio de 44,3 dB (A) enquanto em BPG este é de 50,4 dB (A). Segundo Schneider (2002) o ruído nas bibliotecas não deve exceder os 45 dB (A). Perante esta concepção, os resultados permitem considerar os níveis de ruído em BPG como elevados e em BGUM como aceitáveis para as actividades aí decorrentes. Note-se no entanto que em BGUM os resultados estão muito próximos do limite proposto pelo autor.

As diferenças verificadas entre as duas bibliotecas no que concerne aos níveis de ruído podem ser explicadas pelas suas próprias características. BGUM apresenta as salas de leitura divididas pelos diferentes andares, sendo a lotação total de cada sala menor que em BPG (Tabela 5.1). Esta última detém um único espaço para todos os alunos, podendo incentivar ao aumento do

ruído, principalmente o derivado da conversação.

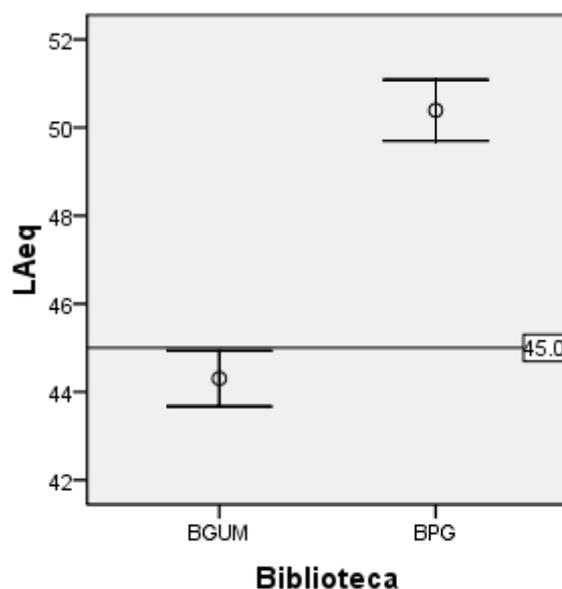


Figura 5.18: Intervalo de 95% de confiança para a média do L_{Aeq} em cada biblioteca.

Observou-se durante as medições que o fluxo de alunos à biblioteca não era constante, existindo dias em que no primeiro período a taxa de ocupação era elevada (cerca de 140 alunos em BPG e 76 em BGUM), outros em que esta situação decorria no segundo (cerca de 105 alunos em BPG e 54 em BGUM) e outros no terceiro (cerca de 97 alunos em BPG e 79 em BGUM). Mesmo ao longo de um determinado período de medição existiam alunos constantemente a entrar e a sair, sendo difícil definir um número de utilizadores constante. Note-se que na hora de almoço, a qual corresponde sensivelmente ao segundo período de medições (das 12:30 às 14 e 30h), a agitação aumentava. Os alunos tendiam a movimentarem-se de forma acentuada, provocando ruídos acrescidos nomeadamente com as cadeiras. Esta situação é visível através da análise da Figura 5.19, onde se verifica um ligeiro aumento da média de ruídos durante o segundo período de medições (12:30 – 14:30h), sendo mais notório em BPG (51,7 dB (A)).

Apesar de ambas as bibliotecas se encontrarem inseridas em zonas urbanas, a sua localização apresenta-se deslocada dos grandes centros, diminuindo desta forma a influência do ruído ambiental. No entanto, tal como referido na revisão bibliográfica, um edifício que detenha janelas permite mais facilmente a entrada de ruídos provenientes do exterior.

Identificou-se na análise preliminar, através da aplicação da *check-list* (Anexo I), que em BPG nem os alunos nem os funcionários detêm qualquer controlo sobre as janelas, estando desta forma impossibilitados de as abrir. Esta situação contrasta com BGUM, onde os mecanismos de abertura são simples e de fácil acesso. Durante as medições apenas se verificou uma janela

aberta num dos pontos de medição em BGUM, resultado da temperatura acrescida naquele espaço devido ao sistema de climatização não se encontrar a funcionar. A permanência das janelas fechadas vai de encontro a Krüger e Zannin (2004) os quais salvaguardam esta situação como essencial para a diminuição dos níveis de ruído, a um considerado confortável.

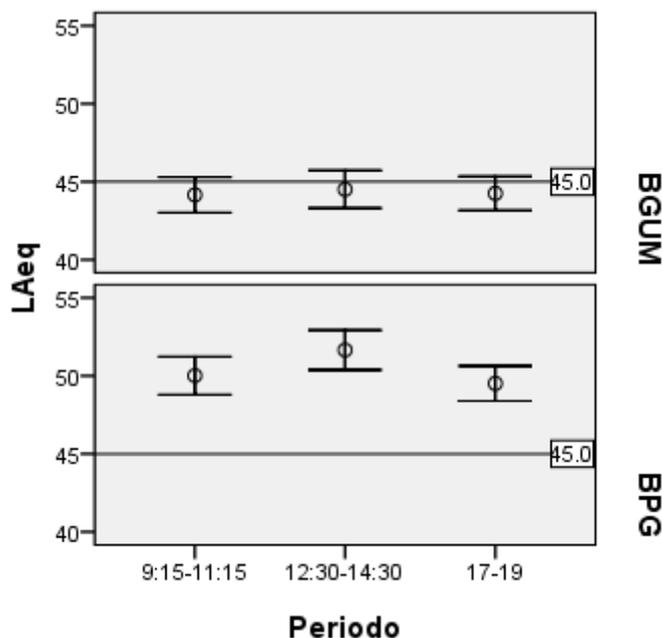


Figura 5.19: Intervalo de 95% de confiança para a média do L_{Aeq} em cada biblioteca, por período.

Uma das fontes de ruído provenientes do interior identificadas na análise preliminar remete-se a conversação entre os alunos, a qual foi caracterizada como muito comum nos casos de estudo em grupo, e que pode, segundo Hedge (2006), estar entre os 55 e 65 dB (A). Ainda no decorrer da análise preliminar foi possível identificar outras fontes de ruído interiores. Como referido na revisão bibliográfica, os materiais que os alunos levam para estes espaços podem apresentar uma fonte de ruído. Actividades de desfolhar e escrever à mão são relativamente pouco ruidosas, contudo o “teclar” pode-se tornar incómodo, principalmente quando são vários os alunos que levam os seus portáteis para estes espaços, situação que se verifica com regularidade. Outro dos problemas identificados diz respeito ao mobiliário. As cadeiras e as mesas têm a base em madeira, implicando um ruído acrescido quando arrastadas ou até mesmo quando um aluno se movimenta. Verificou-se ainda que em BGUM existia um ruído constante com origem no sistema de ventilação, o qual pode implicar um aumento considerável nos níveis de ruído de fundo e que se apresenta como um dos problemas associados ao ruído em ambientes escolares (Dreossi e Momensohn, 2005).

Numa tentativa de perceber se as fontes de ruído identificadas são consideradas incomodativas

por parte dos utilizadores dos espaços de leitura das bibliotecas, foi-lhes questionado se existe algum equipamento que esteja na origem de ruído susceptível de lhes causar incómodo. Os dados referentes às respostas encontram-se apresentados na Figura 5.20 e na Tabela 5.7.

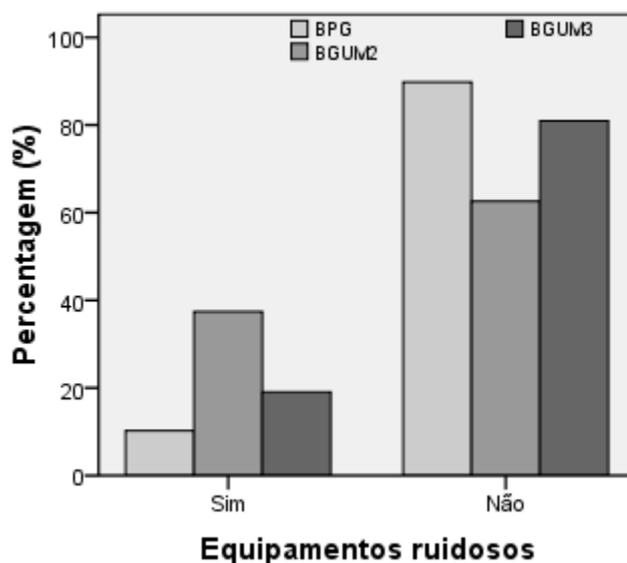


Figura 5.20: Distribuição da percepção de existência de fontes de ruído provenientes de equipamentos da biblioteca.

A análise dos resultados foi feita diferenciadamente para os dois pisos em estudo de BGUM (BGUM2 – segundo piso; BGUM3 – terceiro piso). Esta situação deve-se ao facto destes espaços serem vocacionados para áreas distintas, existindo uma possível maior exigência em relação aos níveis de ruído em BGUM3.

Maioritariamente os respondentes referem que não existem equipamentos ruidosos nas duas bibliotecas (89,8% em BPG, 62,6% em BGUM2 e 81,0% em BGUM3). Esta situação pode dever-se a eles considerarem os níveis de ruído aceitáveis ou a contemplarem o ruído da conversação como mais incómodo, não conseguindo desta forma reconhecer outras fontes. No entanto, BGUM2 e BGUM3 apresentam um número significativo de alunos que identificam fontes de ruído com origem nos equipamentos (37,4% e 19 % respectivamente).

Com o intuito de perceber quais os equipamentos considerados mais incómodos, foi colocada uma questão aberta para que os respondentes identificassem as fontes de ruído, sendo as respostas posteriormente uniformizadas (P3.17a). Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Representação dos equipamentos identificados nos espaços de leitura como fontes de ruído pelos alunos.

	BPG	BGUM2	BGUM3	Total
Ar condicionado/Ventilação	9	34	20	63
Cadeiras	4	6	2	12
Computadores	5	0	0	5
Porta	5	0	0	5
Mesas	0	4	0	4
Lâmpadas	3	0	0	3
Persianas	0	1	1	2
Elevador dos livros	0	0	1	1
Aspirador	1	0	0	1
N	345	127	127	599

Os resultados vão de encontro às observações preliminares. Sistemas de ventilação, elementos de mobiliário e computadores são efectivamente reconhecidos como fontes de ruído pelos alunos. Aos identificados na análise preliminar acrescem o aspirador, o elevador de livros (apenas presente em BGUM), as lâmpadas, as persianas e as portas. Saliente-se no entanto que a utilização do aspirador não é uma situação comum neste tipo de espaço.

Entre as várias fontes de ruído identificadas, a maioria dos respondentes refere o sistema de ventilação como o equipamento que mais contribui para o ruído incomodativo em todos os espaços, sendo esta situação mais saliente em BGUM (34 observações em BGUM2 e 20 em BGUM3). As cadeiras são referidas em segundo lugar, sendo BGUM2 o espaço mais representativo (6 observações).

O facto de se tratar de uma questão aberta pode ter limitado os resultados obtidos, visto a maioria dos respondentes relatar apenas um equipamento, o qual pensamos que se refere ao que eles ponderam como mais incomodativo, não contemplando desta forma os restantes.

Análise subjectiva

Perante a subjectividade na reacção ao ruído descrita na revisão bibliográfica e a sua dependência das actividades realizadas, crenças, género e tipo de ruído, é importante saber como os utilizadores dos espaços de leitura consideram o ruído a que estão expostos. Para isso foram-lhes colocadas duas questões:

- “Em relação ao ruído, como o considera neste momento?” (P3.13)
- “Como considera o nível de ruído?” (P3.14)

A primeira questão refere-se ao modo como os utilizadores percebem o ruído e a segunda

permite perceber como o ruído é preferido. Para facilitar a análise os resultados foram agrupados em cinco gamas de L_{Aeq} (35-40; 40-45; 45-50; 50-55; >55).

A Figura 5.21 apresenta as respostas sobre a percepção ao ruído, revelando um aparente aumento gradual da sua percepção com o aumento da gama de L_{Aeq} . Existe uma predominância da classificação *Baixo* nas três primeiras gamas (35 a 50 dB (A)), verificando-se um aumento da classificação *Ligeiramente elevado* nas restantes duas (50 a >55 dB (A)). Esta tendência vai de encontro aos trabalhos de Ayr *et al.* (2003) e Yang e Kang (2005), onde os autores verificam que a análise subjectiva se relaciona bem com o nível de ruído, isto é, a percepção ao ruído aumenta de acordo com os níveis sonoros.

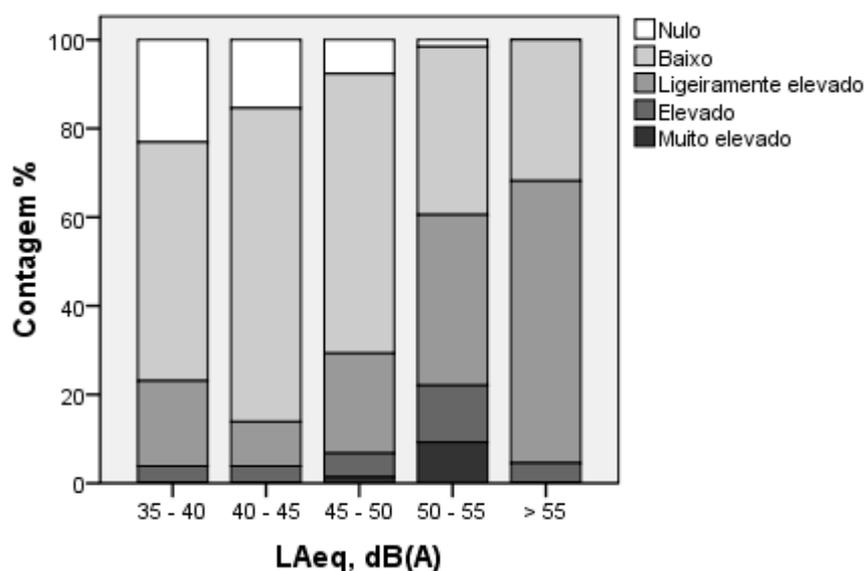


Figura 5.21: Caracterização da percepção de ruído em relação ao L_{Aeq} .

Apesar da situação apresentada e dada a diferença entre os espaços, surge a necessidade de uma análise diferenciada entre as bibliotecas. A Figura 5.22 mostra uma diferença de percepção dos níveis de ruído entre os espaços em estudo. Claramente em BPG os respondentes consideram o ruído mais elevado que em BGUM para as mesmas gamas de L_{Aeq} (BPG: 69 – 35%; BGUM: 24 – 12%). Observa-se ainda que para BGUM não foram identificados valores acima de 50 dB(A). Nesta biblioteca, a avaliação *Baixo* prevalece, enquanto em BPG os respondentes consideram que o ruído se encontra elevado (*Ligeiramente elevado a Muito elevado*), excepto para a gama 45 – 50 dB (A) onde este é considerado predominantemente *Baixo* (57%). Em BGUM3, apesar da expectativa inicial de que os respondentes poderiam considerar para as mesmas gamas de L_{Aeq} o ruído mais elevado que nos restantes espaços em estudo, esta situação não se verificou quando comparada com BGUM2. Outro aspecto importante a salientar dos

resultados obtidos é o facto de que nos três espaços os respondentes considerarem maioritariamente o nível de ruído *Baixo* na gama de 45-50 dB(A), existindo mesmo em BGUM3 quem o considere nulo, situação que não era previsível devido a estes valores serem considerados elevados para este espaço.

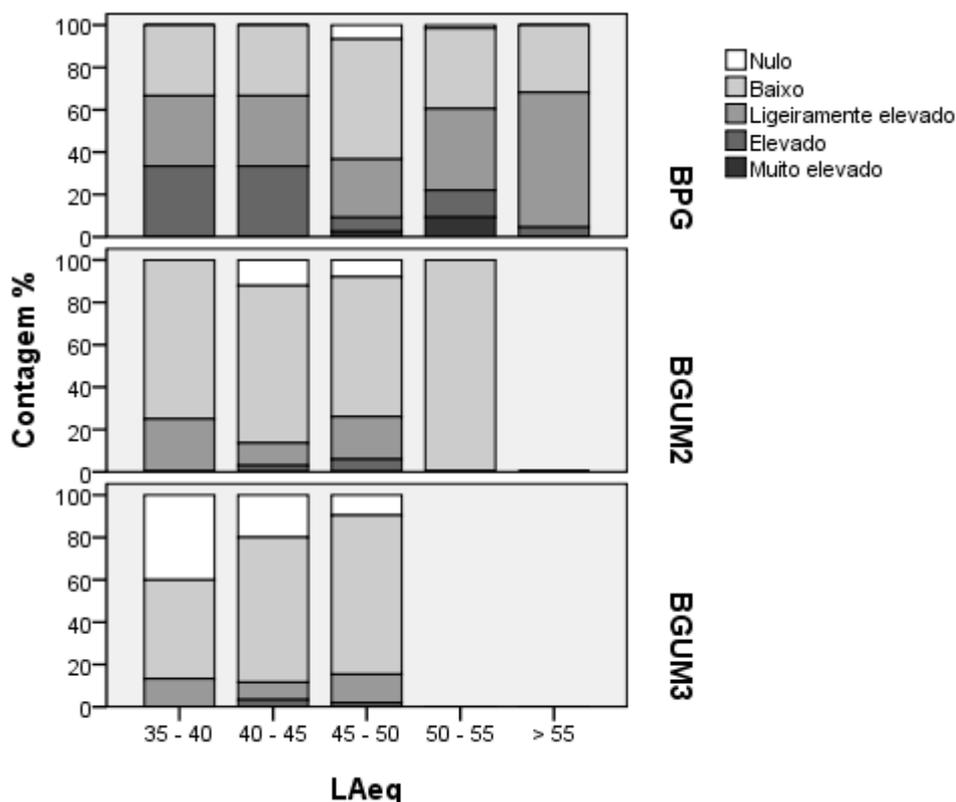


Figura 5.22: Caracterização da percepção de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo.

A actividade desempenhada no momento do preenchimento do questionário pode ser um factor relevante para a explicação destas observações. É possível que quando os níveis sonoros se apresentem elevados, os alunos da zona estejam maioritariamente a desenvolver actividades que impliquem uma menor concentração devido a estarem a “conversar”, e esta situação se reflecta nas suas respostas. Nestes casos, eles poderão sentir-se confortáveis com níveis de ruído mais elevados que os restantes colegas que se encontram mais concentrados.

Os resultados obtidos podem dever-se também às crenças dos alunos, derivadas do facto destes conhecerem o espaço e os níveis de ruído médios aí produzidos. Esta situação pode ter-se apresentado penalizante em BPG, onde normalmente os níveis de ruído são elevados, e beneficiadora em BGUM a qual apresenta níveis mais aceitáveis.

Quando questionados sobre a preferência em relação aos níveis de ruído (P3.14), é possível verificar que permanece uma tendência claramente diferente entre os espaços (Figura 5.23).

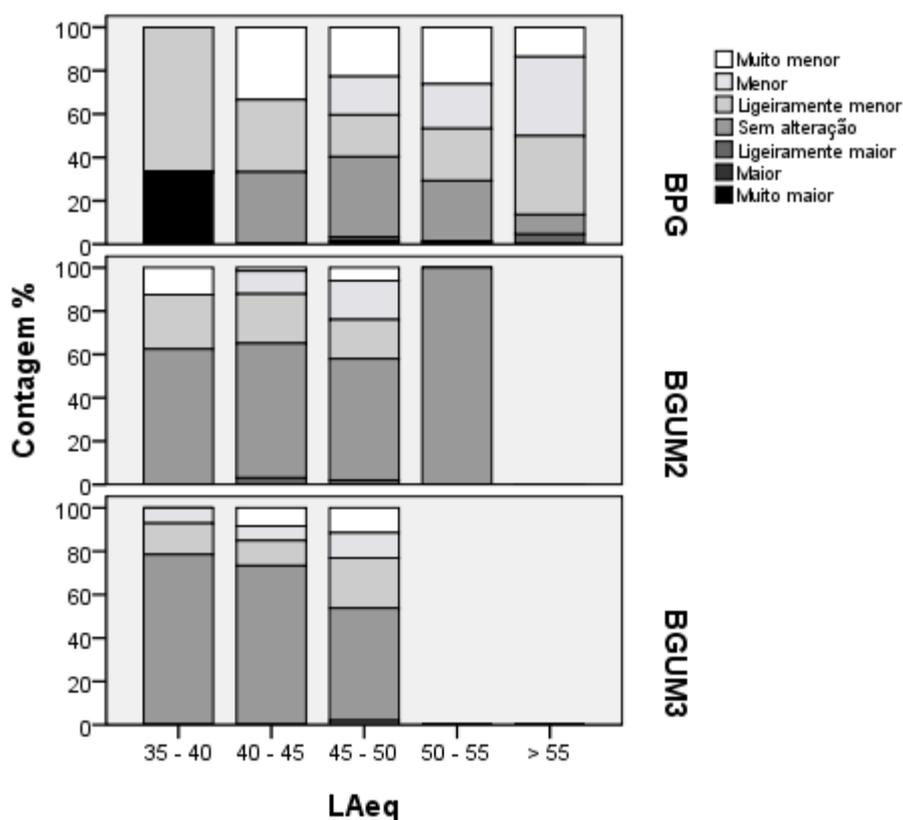


Figura 5.23: Caracterização da preferência de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo.

Quando o nível de ruído se encontra dentro de uma gama considerada baixa, a qual varia entre 35-40 dB(A), os alunos em BPG preferem maioritariamente o nível de ruído *Ligeiramente menor* (67%), contudo, verifica-se uma percentagem significativa de alunos que preferem este valor *Muito maior* (33%). Segundo Schneider (2002) os utilizadores de bibliotecas preferem níveis baixos de ruído a um silêncio total. Esta situação vem associada ao facto de ruídos inesperados serem considerados mais irritantes que a existência de ruídos contínuos (Kroemer e Grandjean, 2005; Enmarker e Boman 2004). Acresce ainda a possibilidade das crenças em relação aos níveis de ruído e as actividades realizadas poderem influenciar esta preferência, tal como referido anteriormente. Se os alunos estiverem a desenvolver actividades com exigências cognitivas menores e se estiverem “habituaados” a níveis elevados de ruído neste espaço, é possível que prefiram níveis mais elevados quando estes se encontram consideravelmente baixos.

Verifica-se ainda em BPG, apesar de não ser totalmente uniforme, uma certa tendência para a preferência de níveis de ruído mais baixos com o aumento das gamas de L_{Aeq} .

Em BGUM2 e BGUM3 existe uma predominância para o *Sem alteração*, mesmo para a gama de 45-50 dB (A), contudo BGUM3 apresenta uma tendência para os seus respondentes preferirem

uma redução do nível de ruído com o aumento das gamas de L_{Aeq} , situação não tão uniforme em BGUM2.

Análise subjectiva de conforto e aceitabilidade

Para além da análise de percepção e preferência, foi analisado o grau de conforto e a aceitabilidade aos níveis de ruído existentes. Para esta situação foram colocadas respectivamente as seguintes questões:

- “Em relação ao ruído, considera-se...” (P3.16).
- “Como considera o nível de ruído?” (P3.15).

A diferença entre as duas bibliotecas em relação aos níveis de ruído continua patente na análise da aceitabilidade e conforto por parte dos alunos (Figura 5.24). Em BPG a variação da aceitabilidade não ocorre uniformemente de acordo com o aumento da gama de L_{Aeq} . No entanto, em relação ao conforto, o decréscimo deste com o aumento do nível de ruído é evidente, apesar de não se verificar uma variação igual em todos os graus da escala de conforto. Em BGUM2 apesar da avaliação da aceitabilidade e conforto não ser uniforme, verifica-se uma predominância da classificação *Confortável* e *Claramente aceitável*. Por seu lado, BGUM3 apresenta uma tendência para a diminuição da aceitabilidade e do conforto em relação ao ruído com o aumento das gamas de L_{Aeq} . Em termos gerais, o número de respondentes das duas bibliotecas que se consideram *Confortável* é superior aos que consideram o espaço *Claramente aceitável*, mostrando que mesmo quando se sentem confortáveis, os indivíduos consideram que de alguma forma a situação pode ser melhorada.

Segundo Job (1996) o ruído é considerado excessivo quando pelo menos 10% dos indivíduos se encontram desconfortáveis. Se considerássemos todas as observações que apresentam qualquer grau de desconforto para esta avaliação (*Ligeiramente desconfortável*, *desconfortável* e *Muito desconfortável*), teríamos níveis de ruído excessivo em todos os graus, o que se traduz na interpretação dos níveis de 35 - 40 dB (A) como elevados.

Perante a situação referida, surgem duas questões: “Deverão todos os graus associados ao desconforto serem contemplados?”, “Os utilizadores das bibliotecas poderão estar desconfortáveis devido a considerarem os níveis de ruído baixos?”.

Na análise à preferência realizada anteriormente (Figura 5.23) verificou-se que há alunos que preferem que o nível de ruído se apresente *Muito maior* (33,3%), podendo efectivamente estes

indivíduos sentir-se desconfortáveis e contudo o ruído não ser considerado excessivo.

Para a avaliação do nível de ruído, contemplando apenas as avaliações *Desconfortável* e *Muito desconfortável*, é possível observar que apenas os níveis superiores a 45 dB (A) são considerados excessivos em BGUM, concepção que vai de encontro aos pressupostos de Shneider (2002). No entanto, em BPG esta situação não se verifica, devido a se apreciar na gama 40-45 dB(A) mais de 10% de observações que se referem um nível de ruído *Muito desconfortável*. Tendo em consideração o historial desta biblioteca e a percepção subjectiva dos alunos derivada das crenças, como explicado anteriormente, esta situação pode ser considerada atípica. Neste sentido, Wallenius (2004) através da análise de vários estudos conclui que, as queixas sobre os efeitos do ruído estão mais relacionadas com reacções subjectivas do que com o próprio ruído.

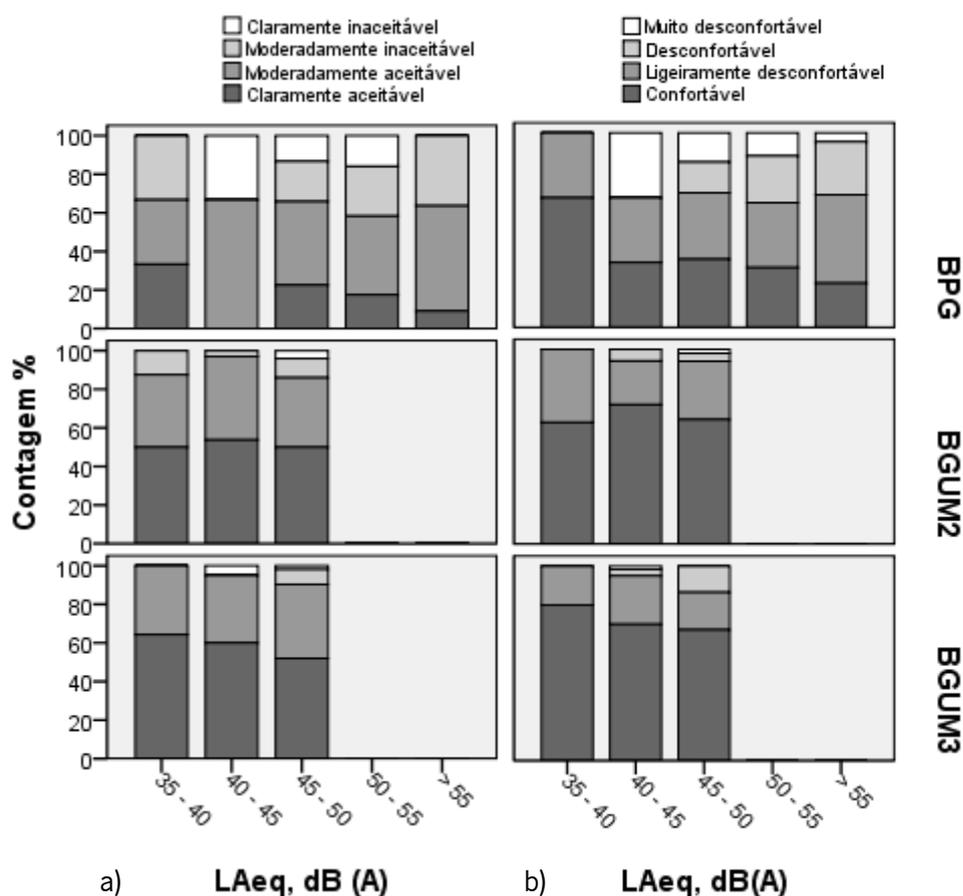


Figura 5.24: Caracterização da avaliação de ruído em relação ao L_{Aeq} por espaço em estudo. a) Aceitabilidade; b) Afectiva.

Em relação à influência do género nas sensações de conforto associadas ao ruído, são evidenciadas diferenças significativas entre os indivíduos em relação à sensação de conforto

para as várias gamas de L_{Aeq} (teste Qui-quadrado; $p < 0,05$). Os indivíduos do género masculino tendem a acentuar situações de desconforto em relação aos do género feminino (Tabela 5.8), apresentam-se estes resultados contraditórios aos obtidos por Kjellberg *et al.* (1996) citado por Enmarker e Boman (2004), onde os autores referem que as mulheres mostram maior desconforto.

Tabela 5.8: Distribuição da sensação de conforto do ruído por género (% total em relação ao género).

	Género		
	Masculino	Feminino	Total
Muito desconfortável /Desconfortável	27,0	14,3	22,1
Ligeiramente desconfortável	31,6	27,3	29,9
Confortável	41,4	58,4	48,0
Total	100	100	100,0

5.2.3. Iluminação

Avaliação geral

As actividades desenvolvidas na biblioteca pelos respondentes são maioritariamente de estudo (Tabela 5.4), necessitando desta forma de níveis de iluminação adequados para visualizar o objecto em condições de conforto.

A iluminação foi um dos factores tomados em consideração na selecção dos períodos de amostragem (9:15-11:15h; 12:30-14:30h; 17:00-19:00h), devido à variação da iluminação natural ao longo do dia e ao facto de ambas as bibliotecas apresentarem janelas que permitem a sua influência nos níveis de iluminância dos planos de trabalho. Também a época do ano pode apresentar-se como um factor condicionante, uma vez que o número de horas de luz por dia variar ao longo deste.

Numa tentativa de perceber a influência da luz natural, realizou-se uma análise para cada uma das estações do ano englobadas no estudo (Inverno, Primavera e Verão), e uma análise para cada dia.

O estudo decorreu de 5 de Fevereiro a 7 de Julho, englobando dias com menos horas de luz e outros com mais. Perante a ocorrência do solstício de Verão sensivelmente a 21 de Junho, seria previsto que nesta estação os níveis de iluminância fossem superiores, nomeadamente no período do final da tarde, pois normalmente às 19h ainda se encontra de dia. No entanto, através da análise da Figura 5.25, é possível verificar que esta situação não se verifica.

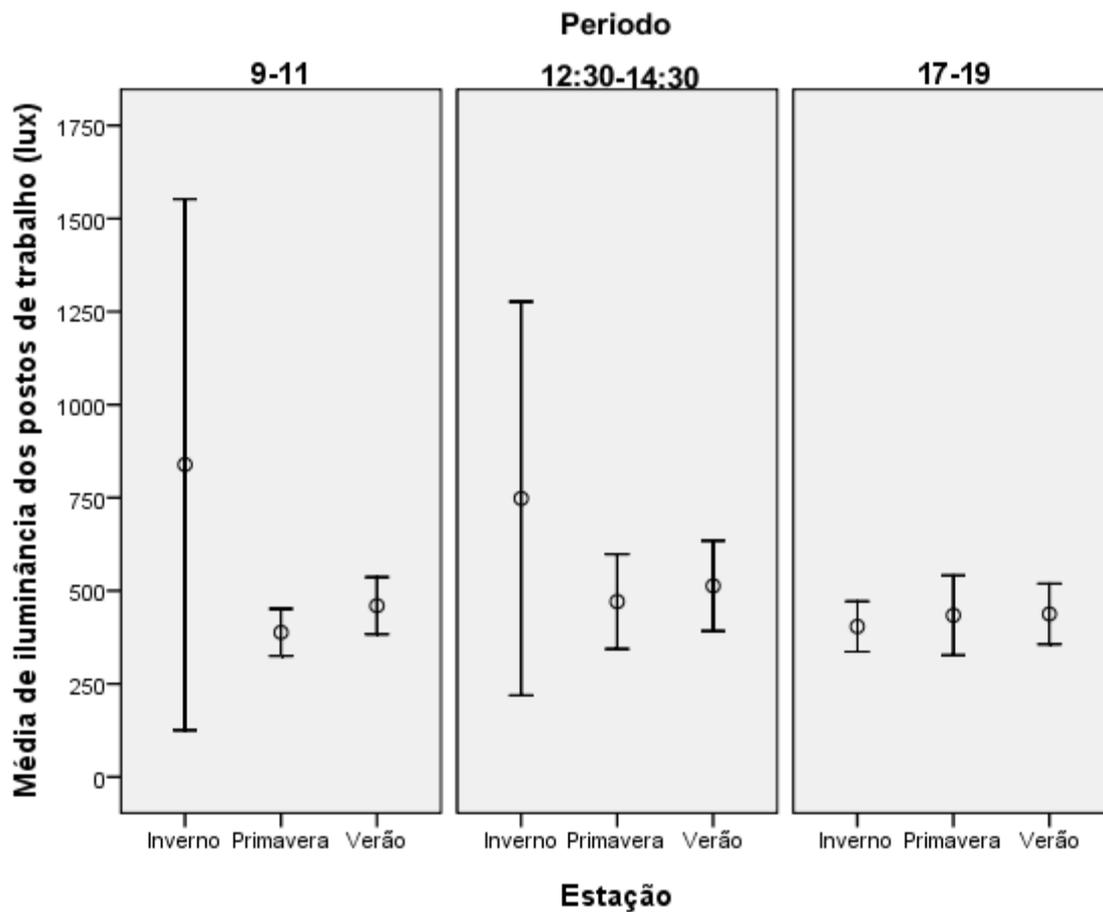


Figura 5.25: Intervalo de 95% de confiança para a média de iluminância dos postos de trabalho em cada estação do ano por período do dia.

Os resultados obtidos poderão ser explicados pelas condições meteorológicas dos dias em estudo, as quais se encontram descritas na Tabela 5.9. Na maioria dos dias de amostragem o céu encontrava-se nublado ou muito nublado, diminuindo desta forma a incidência da iluminação natural. Verificou-se ainda que em BGUM existe incidência de luz solar directa nos períodos da manhã e ao início da tarde em alguns planos de trabalho, situação verificada nas amostragens realizadas durante o Inverno. As situações referidas podem indicar uma maior influência das condições meteorológicas nos níveis de iluminância, do que as estações do ano.

Em relação à variação da iluminância ao longo do dia, é possível verificar diferenças nos três períodos do dia em análise. No Inverno a média dos níveis de iluminância nos dias em estudo apresenta-se muito elevada no período da manhã (9:15 – 11:15h), diminuindo gradualmente ao longo dos restantes períodos, sendo muito baixa no último (17 – 19h). Nos dias de Primavera e Verão a média é superior no segundo período (12:30 – 14:30h).

Tabela 5.9: Condições meteorológicas durante o estudo.

Estação do ano	Mês	Biblioteca	Dia	Condições Meteorológicas
Inverno	Fevereiro	BPG	5	Céu muito nublado com períodos de chuva intensa
		BPG	6	Céu muito nublado
		BGUM	12	Céu limpo
		BGUM	13	Céu limpo
Primavera	Abril	BPG	15	Céu nublado com períodos de chuva
		BGUM	16	Céu muito nublado com períodos de chuva intensa
		BPG	17	Céu nublado com períodos de chuva
		BGUM	20	Céu ligeiramente nublado apenas na parte da manhã
Verão	Junho	BGUM	30	Céu ligeiramente nublado
	Julho	BPG	2	Céu ligeiramente nublado apenas na parte da manhã
		BGUM	6	Céu ligeiramente nublado na parte da manhã e ao início da tarde
		BPG	7	Céu limpo

Realizou-se uma análise dos níveis de iluminância médios nos vários dias em estudo, encontrando-se os resultados apresentados na Figura 5.26. Tendo em consideração que os dias 5 e 6 no Inverno, 15 e 16 na Primavera e 2 e 7 no Verão correspondem à realização do estudo em BPG, estando os restantes dias associados a BGUM, é claramente visível que os níveis de iluminância médios são mais baixos em BPG (<500 lux) que em BGUM (>500 lux).

A análise da mesma figura, permite ainda verificar que existe uma maior influência da iluminação natural em BGUM que em BPG. Com base na análise da Tabela 5.9, é possível perceber que nos dias 12, 13 o céu permaneceu limpo todo o dia e no dia 20 apenas se apresentou nublado na parte da manhã, sendo claro desta forma a influência das condições meteorológicas nos níveis de iluminância, visto os valores médios nestes dias serem bastante elevados (911, 873 e 514 lux respectivamente). Já em BPG só no dia 7 o céu apresentou-se completamente limpo e no dia 2 nublado apenas na parte da manhã, contudo o aumento dos níveis de iluminância neste espaço não aparenta ser significativo (366 e 372 lux respectivamente). A diferença verificada entre as duas bibliotecas poderá estar relacionada com a orientação e localização das janelas.

Segundo a ISO 8995:2002 os níveis de iluminância médios nos planos de trabalho das áreas de leitura devem ser no mínimo 500 lux. Pela análise da Figura 5.26 é possível verificar com 95% de confiança que em BPG não está a ser cumprida a referida recomendação em nenhum posto de trabalho. Já em BGUM a maioria dos locais apresenta um nível de iluminância superior a 500 lux.

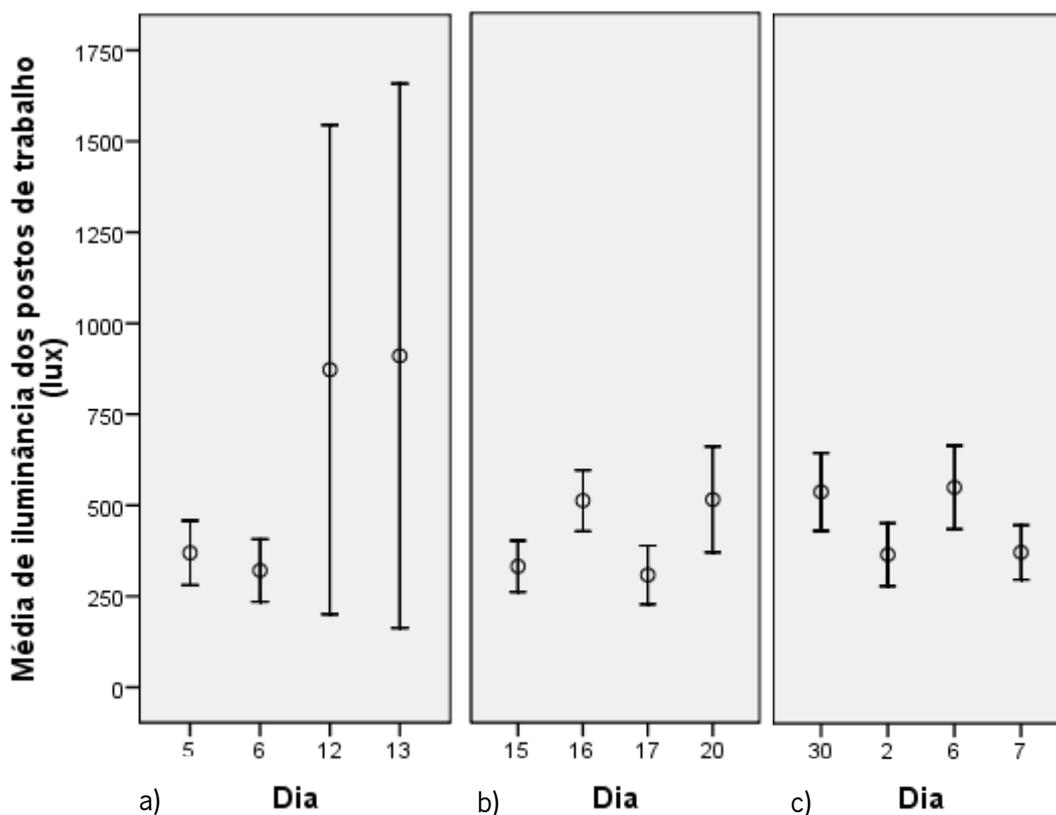


Figura 5.26: Intervalo de 95% de confiança para a média de iluminância dos postos de trabalho por dia. a) Inverno; b) Primavera; c) Verão.

A Tabela 5.10 detém o resumo dos dados obtidos por dia, apresentando a média da iluminância dos vários postos de trabalho analisados ao longo dos vários períodos em cada um dos dias de medições, o mínimo de iluminância que corresponde ao posto de trabalho “mais escuro”, o máximo de iluminância referente à mesa “mais iluminada” e o respectivo desvio padrão e uniformidade. Contém ainda os valores referentes às vizinhanças. Acrescente-se que a análise da referida tabela reforça a Figura 5.26 no que respeita aos níveis de iluminância nos planos de trabalho.

Em relação à uniformidade da iluminância no plano de trabalho, a norma refere que esta não deve ser inferior a 0,7. Em BPG esta recomendação é cumprida em todos os pontos, enquanto em BGUM apesar de em termos médios a uniformidade ser igual ou superior a 0,7, os valores mínimos e o respectivo desvio padrão revelam que existem locais em que esta situação não ocorre, verificando-se elevadas flutuações dos níveis de iluminância (0,3).

No que concerne à iluminância nas vizinhanças, em termos médios verifica-se o cumprimento das recomendações da norma (consultar Tabela 2.3), porém, o requisito da uniformidade nem sempre é cumprido, visto que esta deveria ser superior a 0,5 e foram identificadas

uniformidades de vizinhanças de 0,4.

Tabela 5.10: Resumo dos resultados dos níveis médios de iluminância.

	Biblioteca	Dia	Iluminância dos postos de trabalho				Uniformidade do posto de trabalho			
			Média	Máx	Min	DP	Média	Máx	Min	DP
Inverno	BPG	5	369,1	583	148	159,6	0,85	0,9	0,7	0,07
	BPG	6	320,9	455	148	112,1	0,9	1,0	0,8	0,05
	BGUM	12	872,7	5122	337	1213,8	0,72	0,9	0,3	0,17
	BGUM	13	910,5	6444	322	1454,5	0,77	0,9	0,3	0,16
Primavera	BPG	15	330,8	408	160	111,3	0,88	0,9	0,8	0,04
	BGUM	16	511	1012	316	156,7	0,78	0,9	0,5	0,12
	BPG	17	307,4	483	152	126,1	0,88	0,9	0,8	0,05
	BGUM	20	514	1335	277	272,3	0,81	0,9	0,6	0,12
Verão	BGUM	30	538,1	1134	356	207,92	0,77	0,9	0,5	0,12
	BPG	2	365,9	593	158	136,1	0,87	0,9	0,7	0,06
	BGUM	6	550,4	1109	323	214,7	0,82	0,9	0,5	0,12
	BPG	7	372,2	550	161	117,7	0,92	1,0	0,8	0,06
	Biblioteca	Dia	Iluminância das vizinhanças				Uniformidade das vizinhanças			
			Média	Máx	Min	DP	Média	Máx	Min	DP
Inverno	BPG	5	390,7	648	159	166,4	0,78	1,0	0,6	0,13
	BPG	6	398,8	750	157	169,3	0,78	1,0	0,7	0,11
	BGUM	12	663,0	1676	171	393,6	0,63	0,8	0,4	0,12
	BGUM	13	618,9	1490	149	376,4	0,73	0,9	0,6	0,10
Primavera	BPG	15	378,5	617	174	155,6	0,73	0,9	0,4	0,17
	BGUM	16	542,3	998	125	167,8	0,65	0,8	0,5	0,10
	BPG	17	373,1	639	167	170,5	0,86	1,0	0,7	0,10
	BGUM	20	520,6	1210	120	260,2	0,72	0,8	0,5	0,08
Verão	BGUM	30	538,3	1053	2962	185,7	0,63	0,8	0,5	0,10
	BPG	2	402,5	679	170	168,2	0,89	1,0	0,8	0,05
	BGUM	6	540,9	1174	122	237,9	0,7	0,9	0,4	0,10
	BPG	7	424,8	699	174	159,7	0,83	1,0	0,5	0,13

Note-se ainda que o mínimo de iluminância obtido em relação aos planos de trabalho em BPG foi de 148 lux, o qual é muito baixo para actividades de leitura mostrando desta forma que neste espaço existem zonas com níveis de iluminação muito baixos. No entanto foram verificados também espaços com iluminação adequada (ligeiramente superiores a 500 lux).

BGUM apresenta uma variedade maior de níveis de iluminância no espaço, detendo zonas com níveis inferiores ao recomendado (277 lux) e outras com níveis muito superiores, nomeadamente em dias de céu limpo (6444 lux). Segundo Miguel (2007) são desaconselhados níveis de iluminância muito elevados, acrescentando que “níveis superiores a 1000 lux aumentam o risco de reflexões prejudiciais, sombras muito carregadas e contraste excessivo”. Note-se ainda que a iluminação elevada encontra-se normalmente associada a gastos energéticos acrescidos e que contribui para o desgaste das colecções (Flieder e Duchein, 1993).

Estudos têm revelado que os níveis de iluminância no plano de trabalho dependem muito da

posição do ocupante relativamente à janela (Galasiu e Veitch, 2006). BGUM apresenta janelas na fachada Sul do edifício, permitindo a penetração de luz solar directa nos períodos de maior incidência. As janelas não têm qualquer estrutura exterior que limite a luz solar, contudo os espaços de leitura em BGUM apresentam persianas verticais que podem ser ajustadas pelos utilizadores dos espaços de leitura. Durante as medições verificou-se que estas se encontravam maioritariamente abertas e/ou semiabertas durante os períodos de maior incidência de luz natural, proporcionando em alguns casos um padrão riscado sobre os planos de trabalho, o qual pode estar na origem de stress visual e cefaleias (Winterbottom e Wilkins, 2009). Foi igualmente possível verificar que mesmo quando os níveis de iluminação natural eram elevados, a iluminação artificial permanecia ligada.

Perante a situação descrita, podemos aferir que em BGUM existem planos de trabalho que apresentam excessiva iluminação fluorescente e natural, sendo estes resultados semelhantes aos obtidos por Winterbottom e Wilkins (2009) num estudo realizado em salas de aula.

Actualmente a iluminação natural tem sido vista como um contributo para a sustentabilidade energética quando associada a controlos eficazes da iluminação eléctrica (Jayanetra, 2004). Galasiu e Veitch (2006) acrescentam ainda que uma grande quantidade de energia pode ser poupada através de projectos de iluminação bem definidos que tirem partido da luz natural disponível.

Perante as vantagens da iluminação natural em meios escolares, quer em termos produtivos, quer em termos energéticos, é essencial a sua existência nas bibliotecas, desde que haja a possibilidade de esta ser controlada e devidamente integrada com os sistemas de iluminação eléctrica. Winterbottom e Wilkins (2009) vão mais longe, referindo que em ambientes escolares recentemente construídos deveriam existir luminárias que escurecessem automaticamente, de forma a melhorar a integração entre os dois meios de iluminação. Note-se também a necessidade de evitar janelas na fachada Sul do edifício, assim como de colocar sistemas exteriores de controlo da iluminação como telheiros e dotar as janelas de vidros filtrantes de radiação ultravioleta e infravermelha de forma a prevenir a deterioração acrescida dos livros (Flieder e Duchein, 1993).

Análise subjectiva dos níveis de iluminação

Perante a necessidade de estabelecer condições de iluminação satisfatórias para os utilizadores da biblioteca, como também a redução de energia, é necessário compreender as necessidades e

preferências de iluminação nos espaços. Com este intuito, colocaram-se sendo as seguintes questões:

- “Como sente o espaço em que se encontra no que respeita à iluminação?” (P3.18).
- “Como preferia sentir o nível de iluminação?” (P3.19).

De modo a facilitar a análise dos resultados, as gamas de iluminância foram agrupadas de acordo com a escala de iluminância apresentada pela ISO 8995:2002 e descrita na Tabela 2.2.

A Figura 5.27 apresenta a percepção dos respondentes associada aos níveis de iluminância em cada uma das bibliotecas.

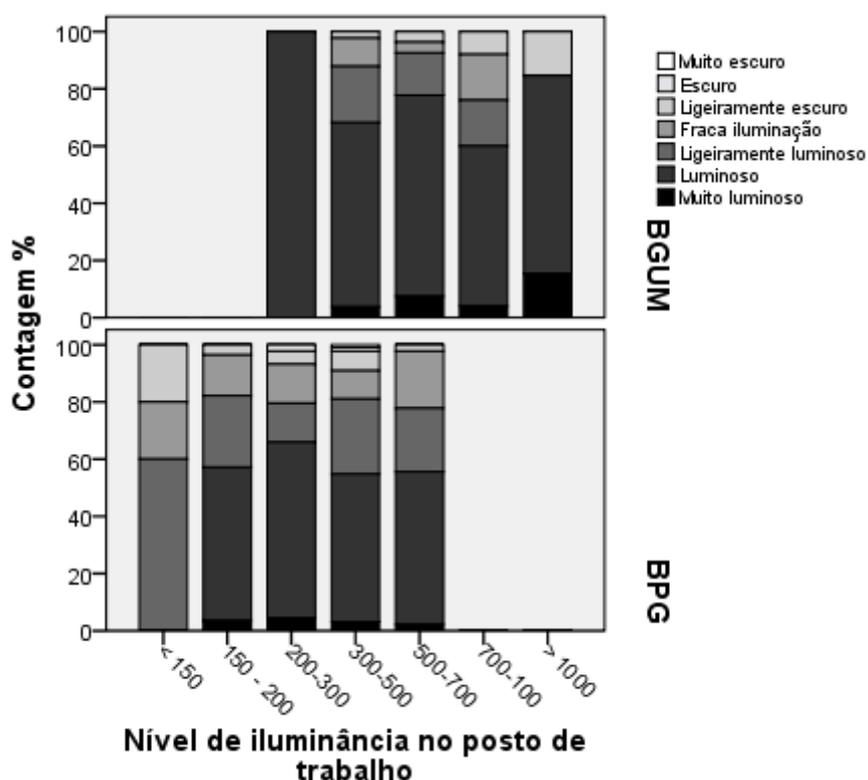


Figura 5.27: Caracterização da percepção da iluminação em relação ao nível de iluminância (lux) por biblioteca.

Verifica-se que apenas na gama de 200-300 lux em BGUM, 100% dos respondentes consideram o espaço *Luminoso*, no entanto, só se encontra um indivíduo incluído nesta classe, justificando desta forma os resultados obtidos. Considerando irrelevantes os resultados da referida gama, é possível verificar um ligeiro aumento nos graus de avaliação subjectiva com o aumento dos níveis de iluminância. No entanto, na maioria dos gamas em análise os respondentes avaliam o ambiente como *Luminoso*, excepto nos valores inferiores a 150 lux em que consideram o espaço como *Ligeiramente luminoso*.

Também Nicol *et al.* (2006) verificam nos seus estudos que quando aplicada uma escala de percepção da claridade com 5 graus existe uma avaliação gradualmente crescente de claridade com o aumento dos níveis de iluminância. Os mesmos autores verificaram ainda que existe uma predominância do *Nem luminoso, nem escuro*. A escala utilizada no nosso estudo é diferente da utilizada por Nicol *et al.* (2006). A nossa apresenta uma intensidade crescente, enquanto a dos autores referidos é bipolar, detendo um ponto central associado à indiferença. Esta diferença de classificação poderá estar na origem dos resultados distintos, podendo-se especular desta forma que a consideração dos do espaço da biblioteca como *Luminoso* poderá estar associada ao *Nem luminoso, nem escuro* obtido por Nicol *et al.* (2006). A escala crescente aplicada neste trabalho parece obter um melhor acordo com os níveis de iluminância que a bipolar, especialmente quando comparada a gama de iluminância mais baixa (<150 lux) com a mais elevada (>1000 lux).

A Figura 5.28 apresenta as respostas sobre a preferência do nível de iluminação associado ao nível de iluminância.

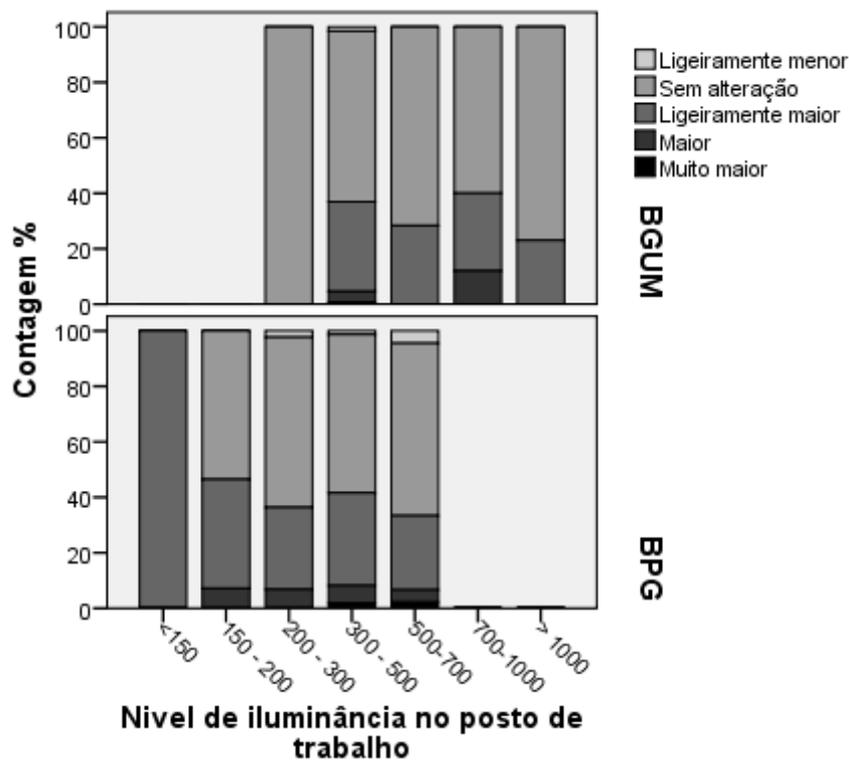


Figura 5.28: Caracterização da preferência da iluminação em relação ao nível de iluminância (lux).

A preferência por níveis de iluminação mais elevados quando os valores da iluminância são baixos, parece verificar-se (excluindo da análise a gama 200 – 300 lux em BGUM). Quando os valores são inferiores a 150 lux, todos os respondentes preferem níveis de iluminância

ligeiramente maiores. Nas restantes situações verifica-se uma predominância para *Sem alteração*. Note-se no entanto que em BGUM, à excepção da gama 200 a 300 lux, todas as outras apresentam uma quantidade significativa de respondentes que preferem ambientes mais luminosos (*Ligeiramente maior* a *Muito maior*), mesmo quando os níveis de iluminância são considerados elevados, isto é, superiores a 500 lux. Estes resultados podem indicar que as pessoas tendem a preferir ambientes mais luminosos. Nicol *et al.* (2006) também verificou nos seus trabalhos uma situação semelhante, concluindo que os indivíduos tendem a preferir níveis de iluminação elevados.

Os resultados obtidos em relação à percepção e preferência da iluminação podem ainda estar relacionados com o facto dos respondentes se encontrarem a utilizar um computador portátil nestes espaços. Dado que os computadores se apresentam como auto iluminados, podem alterar a percepção dos respondentes sobre os níveis de iluminância, levando-os a considerar o espaço mais luminoso e a preferir a não alteração dos níveis de iluminância, mesmo quando esta apresenta níveis baixos. Apesar do descrito, não foram encontradas diferenças significativas no que respeita à percepção e preferência entre os respondentes que se encontram a utilizar portátil e os que não (Teste Qui-quadrado; $p > 0,05$).

Também a adaptação aos níveis de iluminância pode afectar a percepção e a preferência. Soczka (2006) cita os trabalhos de Katzev em 1992, onde o autor refere que as reacções iniciais associadas à satisfação tendem a dissipar-se com o tempo, adaptando-se os sujeitos progressivamente às condições a que estão submetidos. Atmodipoero e Pardede (2004) referem ainda que os indivíduos habituados à escuridão têm uma melhor adaptação a ambientes escuros. Esta situação é comum entre os estudantes universitários. Existe uma cultura para que ocorram actividades académicas durante períodos nocturnos com regularidade, podendo levar os alunos a adaptarem-se a níveis de iluminância baixos. Desta forma, os hábitos e estilos de vida poderão mostrar-se um factor decisivo na preferência e percepção dos níveis de iluminação.

Uma solução implementada já em algumas bibliotecas e que parece resolver a diversidade de necessidades e preferências de níveis de iluminância corresponde à iluminação localizada em espaços destinados a estudo, onde os utilizadores exercem controlo sobre estes sistemas sempre que sentem necessidade de alterar os níveis de iluminação.

Análise subjectiva da iluminação natural

Perante o referido anteriormente no que respeita à incidência de iluminação natural num plano

de trabalho, é possível prever que utilizadores diferentes possam diferir na preferência em relação à luz natural. Para compreender esta situação, colocaram-se duas questões:

- Como considera a iluminação natural existente no espaço em que se encontra? (Se aplicável) (3.22).
- Como preferia sentir a iluminação natural? (Se aplicável) (3.23).

A análise dos resultados obtidos em relação à percepção e preferência dos níveis de iluminação natural encontram-se apresentados nas Figuras 5.29 e 5.30. Estes foram agrupados por espaços distintos da biblioteca, tendo em consideração a orientação e distância às janelas.

A fachada Sul de BGUM, como referido anteriormente, detém janelas que permitem a incidência de iluminação solar directa, proporcionado desta forma aos postos de trabalho naquela zona uma elevada quantidade de luz natural nos dias de céu limpo. Esta situação encontra-se patente na resposta dos respondentes sentados nos lugares imediatos à janela, ou seja, dos que estavam sentados na 1ª fila junto à fachada Sul. As avaliações na sua maioria correspondem a *Ligeiramente elevada* (54%), existindo ainda uma percentagem considerável que a considera *Elevada* (24%) e *Muito elevada* (95%). Nos lugares próximos das janelas, mas que correspondem apenas à 2ª e 3ª fila a percepção da iluminação natural diminui, sendo maioritariamente classificada como *Baixa* (29%). Nas zonas que não detêm janelas nas proximidades (BGUM sem janela, BGUM cabine, BPG sem janela e BPG clarabóia) a maioria dos alunos considera existir *Nenhuma* iluminação natural (39–23%), apresentando-se ainda uma quantidade significativa que a considera *Baixa* (19–11%). Na janela localizada na fachada Norte as respostas dos alunos variam entre *Nenhuma* e *Elevada*. Esta situação deve-se certamente ao facto de não existir incidência directa da iluminação natural e à variedade de estados meteorológicos que levaram a que em alguns dias ocorre-se uma menor incidência de luz que noutros. As cabines poderão ter uma influência da iluminação natural, mas de forma muito reduzida devido à sua disposição no espaço. A percepção dos alunos varia de *Nenhuma* a *Baixa* (80%) existindo apenas uma pequena percentagem que a considera *Ligeiramente baixa* (10%) e *Ligeiramente elevada* (10%). Note-se que a maioria dos inquiridos que ocuparam estes lugares não preencheram esta questão devido a considerarem que não era aplicável, ou seja, por acharem que este local não era influenciado pela iluminação natural. Assim, os resultados obtidos na cabine não reflectem a realidade.

Galasui e Veitch (2006) citam o estudo realizado por Wells onde os resultados mostram que os

indivíduos perceberam que tinham níveis consideráveis de luz natural nas suas secretárias, mesmo quando a sua disponibilidade era reduzida. O presente estudo parece contrariar os resultados obtidos. Com o aumento da distância em relação às janelas existe uma redução clara dos níveis de iluminação natural percebidos pelos alunos, mesmo quando a distância é pouco superior a 2 metros.

Em BPG a percepção dos alunos aponta para níveis mais baixos de iluminação natural. Em todos os espaços há alunos que referem *Nenhuma* iluminação natural, sendo esta situação maior na zona onde se encontram localizadas as clarabóias. A biblioteca em questão engloba um espaço que se encontra num nível inferior aos restantes postos de trabalho, o qual contém apenas quatro mesas. Nesta zona existem clarabóias para permitir a entrada de luz natural, contudo foi verificado na análise preliminar que estas se encontravam em mau estado de manutenção. Em relação às janelas, nesta biblioteca elas estão localizadas a um nível mais elevado, permitindo uma maior distribuição da iluminação e evitando a incidência de iluminação natural directa. Esta situação estará certamente na explicação dos resultados, pois mesmo os respondentes localizados junto às janelas apresentam avaliações baixas.

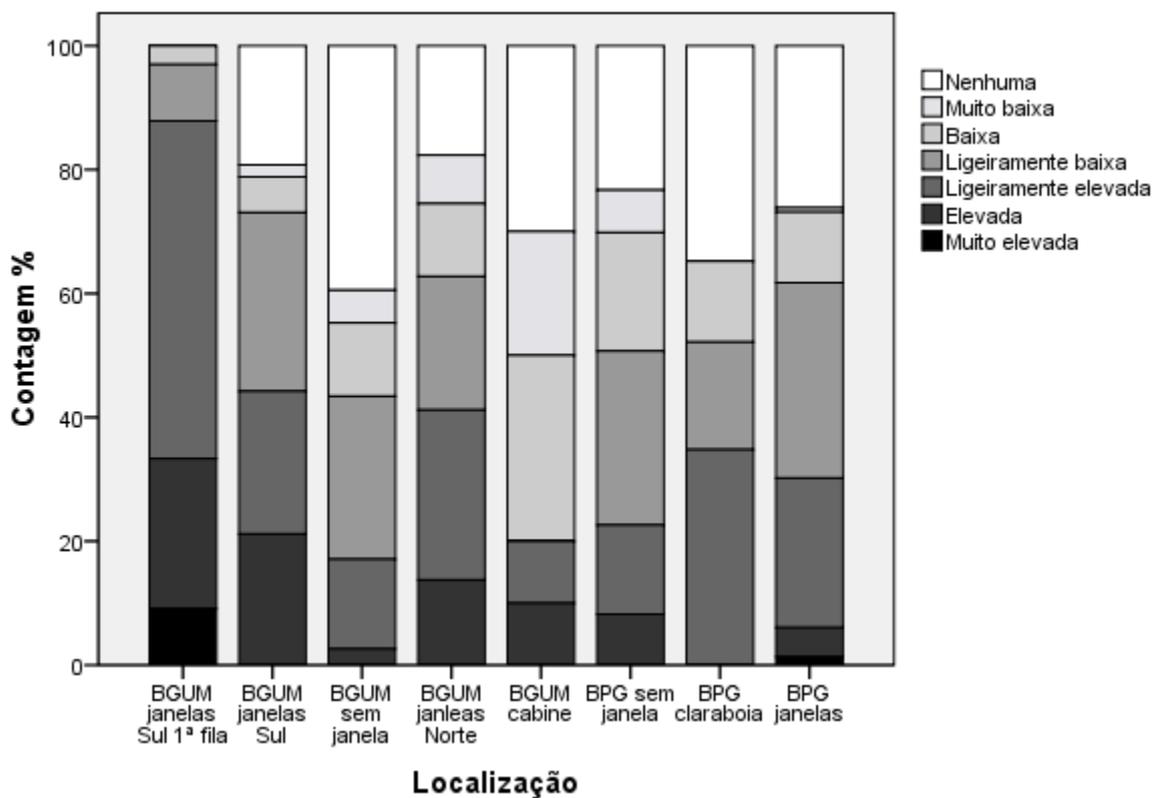


Figura 5.29: Caracterização da percepção da iluminação por zona.

No que concerne à preferência, a Figura 5.30 sugere um aumento da preferência por níveis de

iluminação natural maiores com o afastamento das janelas. Esta situação é notória em BPG, onde apesar da iluminação natural não afectar significativamente os respondentes mais próximos das janelas, estes referem menos a necessidades de níveis mais elevados que os restantes. Também em BGUM esta situação se verifica. Na 1ª fila de mesas junto à fachada Sul, a grande maioria dos respondentes prefere a não alteração dos níveis de iluminação natural (65%). Note-se no entanto que nas filas mais atrás, apesar de também receberem uma iluminação natural considerável a maior parte dos alunos referem preferi-la *Ligeiramente maior* (50%). Nos estudos realizados por Nicol *et al.* (2006) os autores verificaram através da aplicação de uma escala de 5 graus, uma preferência para *Sem alteração*. Esta situação não se verificou neste estudo quando a escala foi alargada a 7 graus, sendo possível analisar que as preferências dos respondentes encontram-se maioritariamente distribuídas entre *Sem alteração* e *Ligeiramente maior*.

Os resultados obtidos reflectem em termos gerais uma preferência por níveis de iluminação natural mais elevados, mesmo quando próximos das janelas, aumentando o grau com a distância às mesmas. Também os estudos realizados por Veitch et al. (1993) e citados por Galasiu e Veitch (2006) enfatizam a preferência por uma iluminação natural ao referirem que os alunos universitários consideram melhor trabalhar sob iluminação natural que artificial (78%).

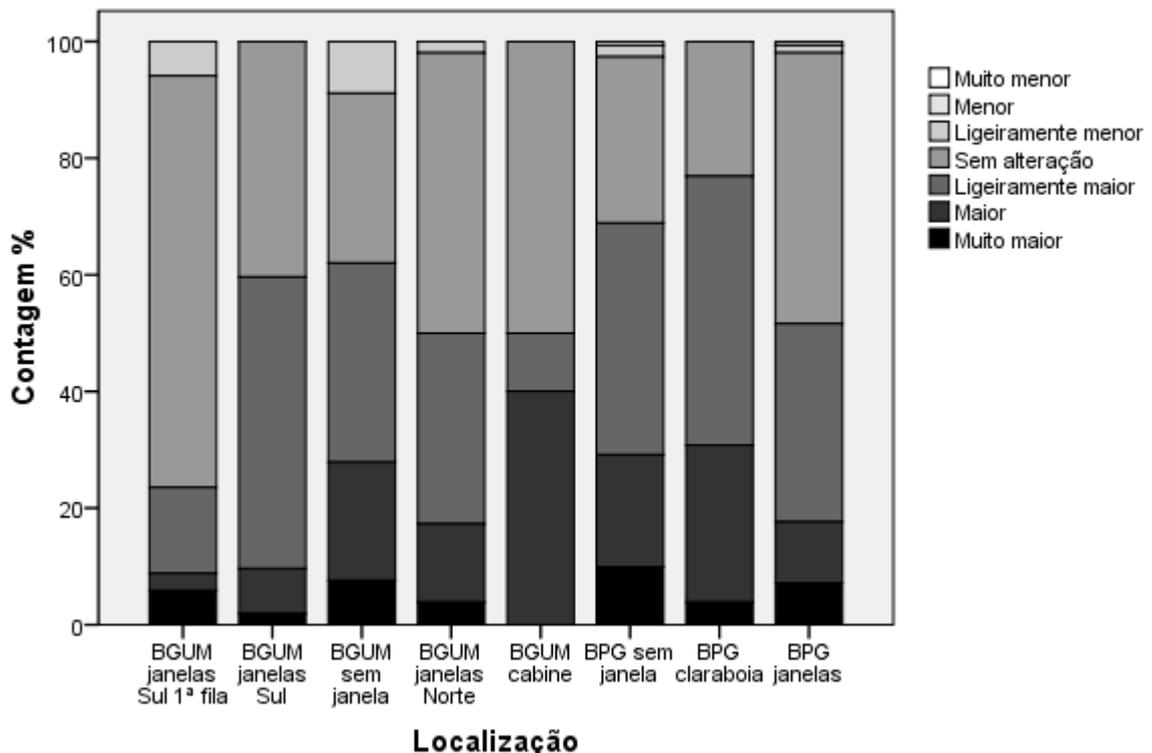


Figura 5.30: Caracterização da preferência da iluminação por zona.

Para perceber como os alunos consideram em termos gerais a iluminação do espaço no que diz respeito à aceitabilidade e conforto, foram-lhes colocadas duas questões:

- “Como considera a iluminação do espaço em que se encontra?” (P3.24).
- “Em relação à iluminação, em termos gerais, como se encontra?” (P3.25).

A Figura 5.31 apresenta as avaliações do espaço em termos de aceitabilidade associada às gamas de iluminância anteriormente definidas.

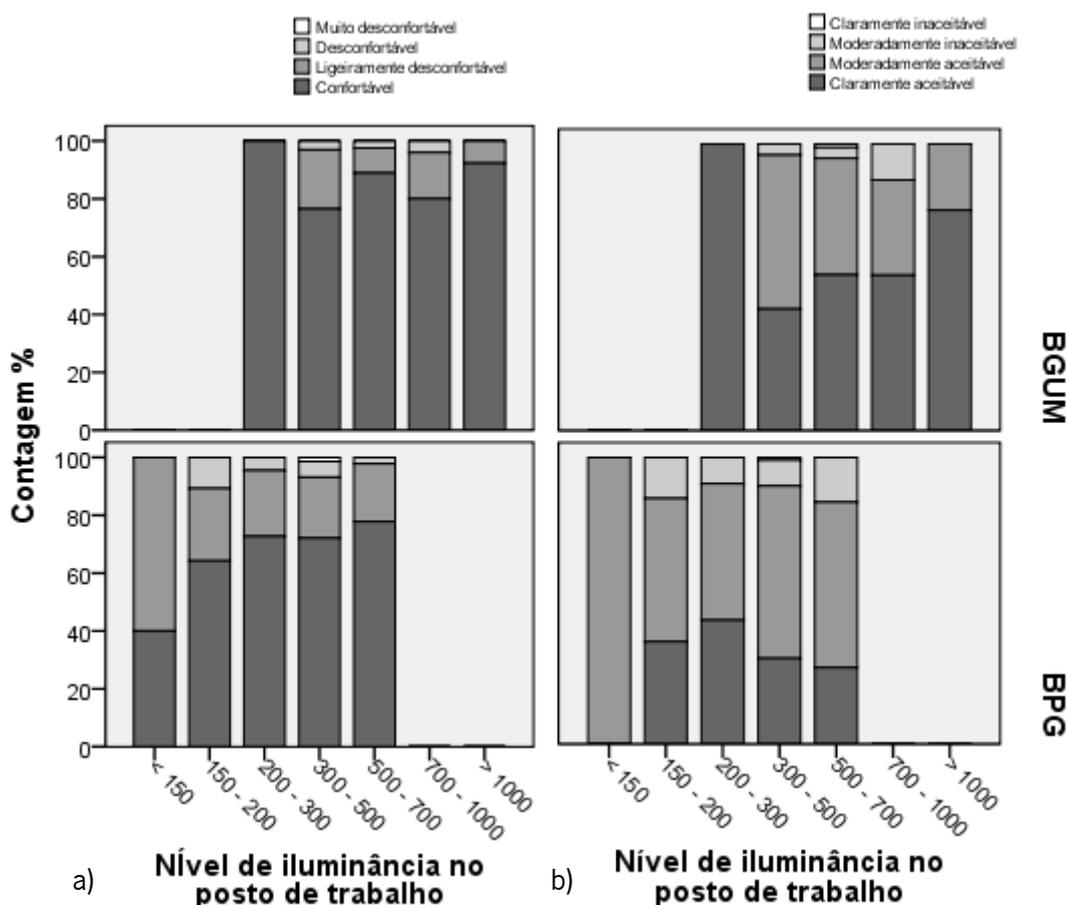


Figura 5.31 – Caracterização da avaliação do nível de iluminância por biblioteca: a) Afectiva; b) Aceitabilidade.

Considerando irrelevantes os resultados obtidos na gama 200 – 300 lux, é possível verificar uma tendência crescente da aceitabilidade com o aumento dos níveis de iluminância em BGUM. Esta situação revela que níveis elevados de iluminância são bem aceites pelos respondentes. Também Nicol *et al.* (2006) verificam uma satisfação geral com níveis elevados de iluminância. Apesar disso, em BPG esta situação não se verifica, visto os respondentes considerarem o ambiente menos aceitável que em BGUM, revelando uma prevalência da classificação do espaço de leitura como *Moderadamente aceitável*.

Apesar das avaliações de aceitabilidade, em relação ao conforto, os respondentes revelam-se menos exigentes. Verifica-se uma predominância de avaliação do ambiente como *Confortável* em todas as gamas de iluminância, excepto para valores inferiores a 150 lux, onde a maioria se considera *Ligeiramente desconfortável* (61%).

Numa tentativa de entender a influência do género na sensação de conforto no que concerne aos níveis de iluminância, foi realizada uma análise diferenciada. Existem diferenças significativas entre os géneros em relação à sensação de conforto referente aos níveis de iluminância (teste Qui-quadrado; $p < 0,05$). Os indivíduos do género masculino tendem a acentuar situações de maior desconforto que os do sexo feminino (Tabela 5.11), situação que contraria o referido por Anshel (2005), onde o autor indica que é mais provável ocorrer desconforto visual em utilizadores do sexo feminino que do sexo masculino.

Tabela 5.11: Distribuição da sensação de conforto em relação ao nível de iluminância do ruído por género (% total em relação ao género).

	Género		
	Masculino	Feminino	Total
Muito desconfortável /Desconfortável	6,8	1,3	4,7
Ligeiramente desconfortável	17,5	21,7	19,1
Confortável	75,7	77,0	76,2
Total	100	100	100,0

5.2.4. Mobiliário

Caracterização geral e análise subjectiva

Foram definidos neste estudo critérios para a análise de mobiliário com base no conhecimento actual e que irão ser explicados ao longo do restante trabalho. Desta forma, a cada medição do mobiliário associou-se uma dimensão antropométrica, conforme o descrito na Tabela 5.12.

Tabela 5.12: Critérios para a determinação das medições dos elementos de mobiliário.

Característica Antropométrica	Elemento de Medição
Altura do poplíteo	Altura do assento
Comprimento coxa – poplíteo	Profundidade do assento
Largura da coxa	Largura do assento
Altura lombar sentado	Parte inferior do encosto
Distância cotovelo-assento	Altura da mesa
Alcance funcional anterior	Comprimento da mesa
Distancia cotovelo-assento	Espaço entre o assento e a base da mesa
Alcance funcional vertical de pé	Altura da prateleira superior
Altura do joelho	Altura da pega inferior

Com base na análise das dimensões de cada elemento de mobiliário, determinou-se a

percentagem de indivíduos insatisfeitos em cada um dos géneros através da aplicação da tabela antropométrica para a população portuguesa de acordo com Barroso *et al.* (2005), encontrando-se os resultados apresentados na Tabela 5.13. Note-se no entanto que a biblioteca não é apenas frequentada por alunos portugueses. Com a internacionalização do ensino, as instituições começaram a albergar alunos oriundos de outros países, os quais podem deter dimensões diferentes das padronizadas para a população portuguesa. Segundo o Relatório de Actividades de 2008 da Universidade do Minho, a instituição acolheu 328 alunos de outros países, num total de 15 934 alunos distribuídos pelos vários ciclos, não sendo desta forma o número de alunos estrangeiros significativo para este trabalho.

Tabela 5.13: Resumo da análise objectiva dos elementos de mobiliário.

Biblioteca	Elemento	Dimensão	Dimensão (mm)	% Insatisfeitos masculinos	% Insatisfeitos femininos
BGUM	Mesa da cabine	Distância cotovelo assento	308	96,16	94,63
BGUM	Mesa rectangular	Distância cotovelo assento	299	92,96	91,31
BGUM	Mesa redonda	Distância cotovelo assento	299	92,96	91,31
BGUM	Cadeiras	Altura do assento	456	83,4	99,8
		Profundidade do assento	480	44,03	37,07
		Largura do assento	400	20,33	50
		Parte inferior do encosto-assento	170	93,32	96,33
BGUM	Estantes	Altura da prateleira superior	1670	≈ 0	0,62
		Altura da pega prateleira inferior	361	≈ 100	100
BPG	Mesas	Distância cotovelo assento	300	93,32	91,77
BPG	Bancadas	Distância cotovelo assento	338	99,72	99,27
BPG	Cadeiras	Altura do assento	420	43,64	99,16
		Profundidade do assento	424	6,3	6,3
		Largura do assento	380	50	71,57
		Parte inferior do encosto-assento	270	3,36	3,67
BPG	Banco	Altura do assento	462	87,7	99,91
		Profundidade do assento	350	0,04	≈ 0
		Largura do assento	350	89,43	92,36
BPG	Estantes grandes	Altura da prateleira superior	1710	≈ 0	2,12
		Altura da pega prateleira inferior	365	≈ 100	≈ 100
BPG	Estantes pequenas	Altura da prateleira superior	1380	≈ 0	≈ 0
		Altura da pega prateleira inferior	350	≈ 100	≈ 100

* Valor para 95% de satisfeitos

A desadequação do mobiliário existente nas bibliotecas em relação às características da população utilizadora é notória. Segue-se uma análise mais detalhada de cada elemento.

Mesas

Em relação às mesas, a adequabilidade da sua altura foi determinada tendo como critério a distância entre a superfície do assento e a altura dos cotovelos. Segundo Gouvali e Boudolos (2006) a maioria dos autores considera a altura dos cotovelos como o principal critério para a

altura da mesa devido a considerar que há uma diminuição da pressão na coluna vertebral quando os cotovelos estão apoiados.

As mesas são consideradas elevadas para a população utilizadora, obtendo-se para todas as situações percentagens de insatisfeitos superiores a 90% para ambos os géneros (Tabela 5.13). Estes resultados vão no sentido dos trabalhos de Parcells *et al.* (1999), Gouvali e Boudolos (2006) e Panagiotopoulou *et al.* (2004) realizados em meios escolares, onde apesar de englobarem alunos mais novos, os autores concluem que as mesas são demasiado altas.

Panagiotopoulou *et al.* (2004) verificaram no seu estudo que a percepção subjectiva dos alunos não está de acordo com a análise objectiva, especulando dever-se à falta de experiência com mobiliário ergonómico. Também no nosso estudo esta situação é verificada através da análise da questão “Como considera a mesa de trabalho?” (P3.34). Apesar de se identificar através da análise objectiva 91,31 a 99,72% de insatisfeitos com a altura da mesa (Tabela 5.13), a maioria dos respondentes considera-a adequada (Figura 5.32), existindo apenas algumas observações referentes à consideração das mesas como baixas (18-4%) e elevadas (16-1%). Uma das explicações para esta situação pode ser o elevado número de respondentes do sexo masculino (Tabela 5.2), os quais como verificado na Figura 5.33 apresentam uma estatura elevada (27% >1,80m).

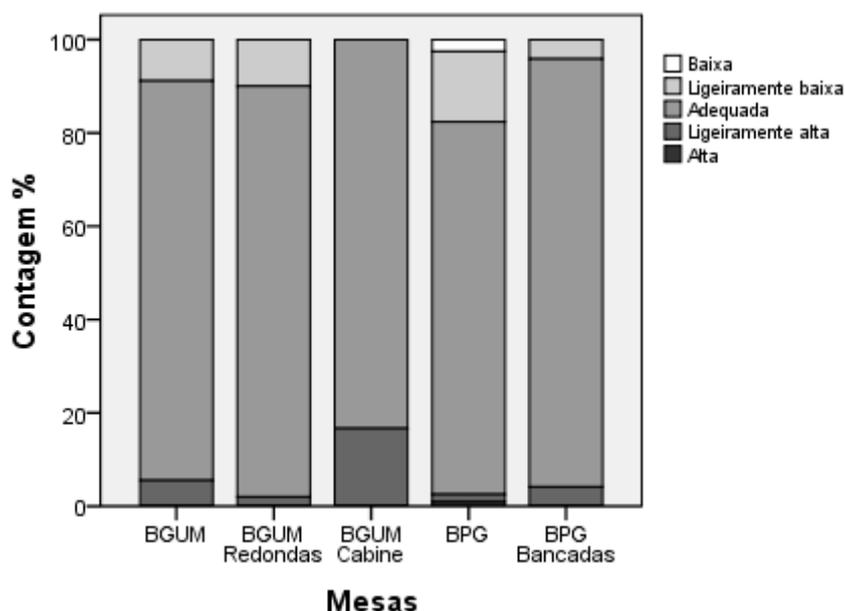


Figura 5.32: Caracterização da percepção da altura da mesa.

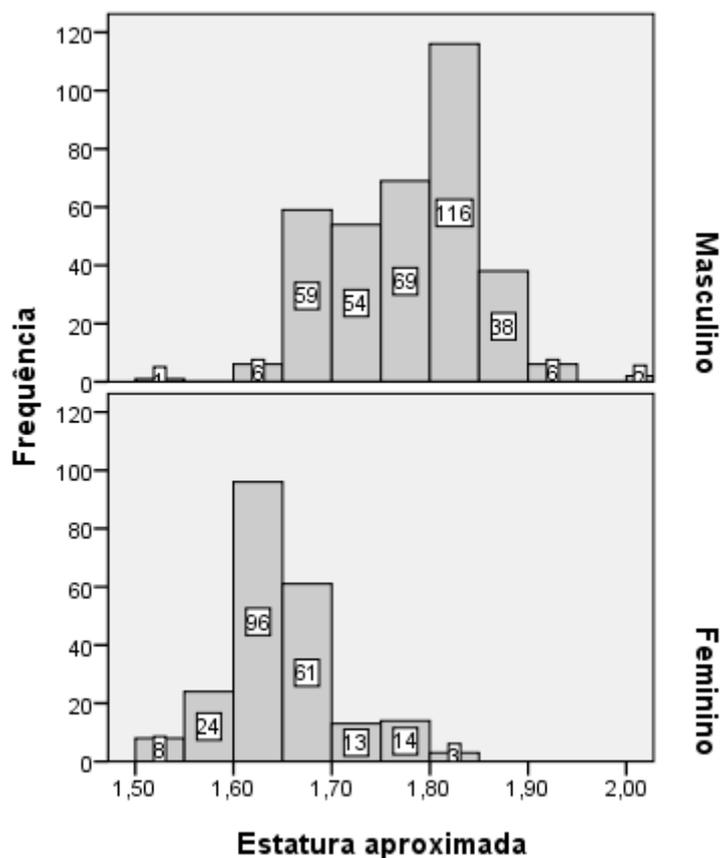


Figura 5.33: Distribuição da estatura dos alunos por sexo.

As dimensões verificadas nas mesas podem obrigar o aluno erguer os ombros e a abduzir o braço para escrever, podendo estar na origem de desconforto (Panagiotopoulou *et al.*, 2004).

Quando questionados os utilizadores sobre a sensação de dor na zona do pescoço ao final de várias horas sentados, mais de metade dos respondentes em todas as mesas referem sentir dores nesta zona (Figura 5.34). Numa análise mais pormenorizada através da Figura 5.34, é possível verificar a dor na região do pescoço é manifestada por 35 dos 51 sentados nas mesas redondas em BGUM (68,63%), 204 dos 318 respondentes (64,15%) nas mesas rectangulares em BPG, 115 dos 180 sentados nas mesas rectangulares em BGUM (63,89%), 11 dos 18 sentados nas cabines em BGUM (61,11%) e 14 dos 24 sentados nas bancadas em BPG (58,33%).

A dor cervical é muito comum ocorrer quando a tarefa necessita que a cabeça curve para a frente mantendo-se um trabalho estático. Esta situação ocorre normalmente quando as mesas são demasiado baixas para os indivíduos ou a tarefa necessita de uma aproximação dos olhos ao objecto, sendo esta situação muitas vezes potenciada por inadequadas condições de

iluminação. Tal como a posição inclinada também a elevação do ombro quando a altura da mesa é superior à altura do cotovelo pode influenciar estas situações dor.

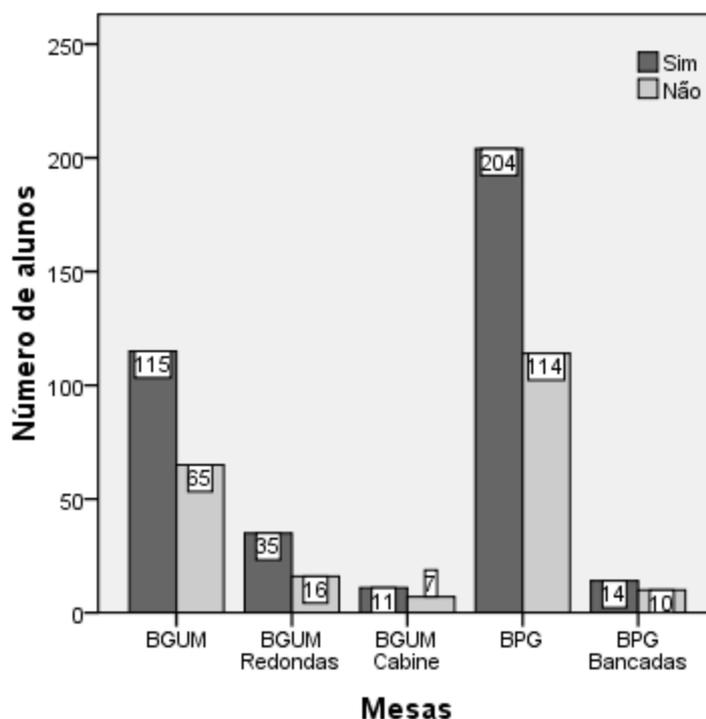


Figura 5.34: Distribuição dos alunos que apresentam sensações de dor na zona do pescoço.

O aumento da distância entre a cadeira e a mesa parece não influenciar a frequência de sensações de dor, visto as bancadas possuírem a maior distância entre estes elementos de mobiliário (338mm – Tabela 5.13) e deterem uma reduzida diferença entre os respondentes que apresentam dor e os que não a manifestam (17%). Contudo, o tempo de permanência sentado pode ser um factor que intervém nesta sensação, visto os sintomas de desconforto tenderem a aumentar com o tempo de permanência nesta posição. Também experiências anteriores de dor quando sentados incorrectamente, mesmo que em outros contextos, podem estar na causa destes resultados.

A utilização do portátil é outros dos factores que pode contribuir para a manifestação de dor, bem como a necessidade de mesas mais elevadas, como referido anteriormente. Segundo Harris e Straker (2000) a utilização do portátil favorece posturas desfavoráveis e por sua vez as sensações de desconforto no pescoço, ombros, braços, mãos e pernas, cabeça e olhos. Segundo os resultados apresentados na Figura 5.35, é possível verificar que a maioria dos alunos nas mesas rectangulares em BPG (178 de 314) e BGUM (100 de 180), bem como nas Bancadas em BPG (17 de 24) se encontram a utilizar portátil.

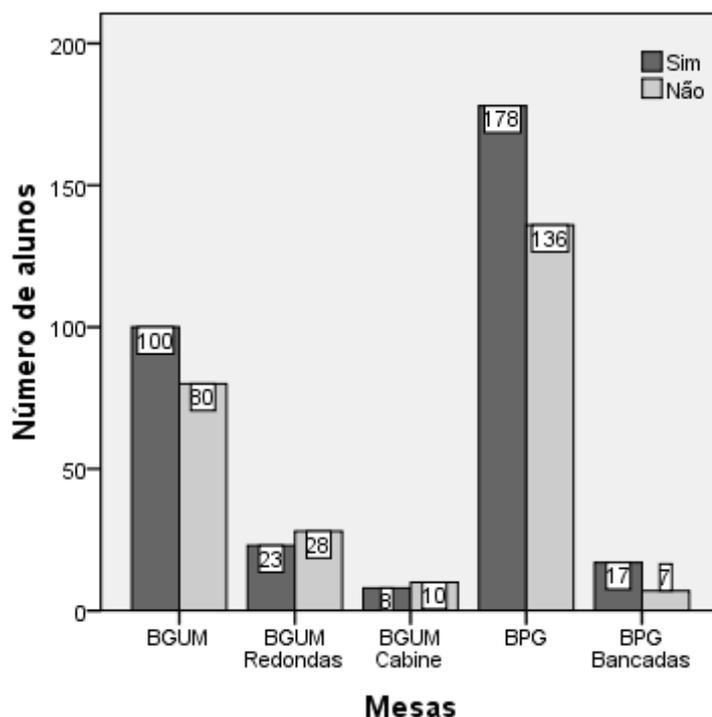


Figura 5.35: Distribuição dos alunos que se encontram a utilizar portátil.

Cadeiras

Como referido na revisão bibliográfica, as cadeiras devem permitir a adopção de posturas adequadas para a realização das tarefas, devendo para isso estar adequadamente dimensionadas. Os critérios utilizados remetem-se para a necessidade da altura do assento permitir apoiar firmemente os pés no chão, da sua largura permitir acomodar as ancas, da profundidade permitir colocar correctamente as coxas e usufruir do encosto, e da distância entre a superfície do assento e o apoio lombar se encontrar a uma altura suficiente para permitir a acomodação da região glútea.

Pela análise da Tabela 5.13 é possível perceber que as cadeiras são inadequadas na maioria das suas dimensões, nomeadamente em relação à altura e largura do assento.

As cadeiras de BGUM apresentam-se demasiado altas, não satisfazendo 83,4 a 99,8% dos seus utilizadores. Também se caracterizam como excessivamente profundas, existindo 37,07 a 44,03% de insatisfeitos com esta situação. Em relação à largura, a população feminina devido a deter uma largura da coxa superior à masculina, apresenta-se mais insatisfeita (50%) que a masculina (20,33%). O encosto também se encontra mal definido, sendo insatisfatório para 96,33 – 93,32% dos indivíduos.

Por sua vez, as cadeiras de BPG apresentam uma altura do assento inadequada para 43,64% da

população masculina e 99,16% da população feminina. Em relação à largura do assento, as suas dimensões apenas se remeteram à parte interior do assento, pois é esta a responsável pela sustentação, sendo excluídos os bordos (Anexo VIII). Também a largura é considerada inadequada detendo 50 – 71,57% de insatisfeitos. Por sua vez, a profundidade do assento apresenta-se apenas com 6,3% de insatisfeitos para ambas as populações, estando muito próxima dos 5%, podendo ser considerada relativamente adequada. A altura da parte inferior do encosto parece ser a única dimensão considerada satisfatória nestas cadeiras, visto ser a que cumpre critério de aceitação de 5% de insatisfeitos (3,36% insatisfeitos do género masculino e 3,67% do género feminino).

Os bancos existentes em BPG apresentam um aceito com forma redonda, sendo a sua largura igual à profundidade. Em termos de dimensões, a largura e altura são consideradas inadequadas para respectivamente 89,43 a 92,36% e 87,7 a 99,91% da população utilizadora. Porém, a profundidade é satisfatória para quase toda a população.

O ponto comum entre estes três elementos de mobiliário das duas bibliotecas é a altura do assento inadequada. Esta situação vai de encontro às afirmações de Nowak (2006) onde o autor refere que na maioria das vezes, os erros com mobiliário em ambiente escolar incluem erros nas alturas das cadeiras. Efectivamente alguns estudos realizados em salas de aula apontam para esta situação (Panagiotopoulou *et al.*, 2004).

Quando uma cadeira se apresenta demasiado elevada, sendo superior à altura do poplíteo do utilizador ocorre uma pressão acrescida sobre os vasos sanguíneos da parte posterior da coxa causando distúrbios circulatórios e pode levar à dormência e inchaço dos membros inferiores (Nowak, 2006). Quando questionados sobre a sensação de dor na coxa, a maioria dos respondentes em BPG, especialmente quando sentados nos bancos (72,7%) apresentam esta sensação (Figura 5.36).

Aparentemente não se apresenta uma relação entre a altura do banco e a incidência de dores na coxa. Apesar de se verificar que nos bancos de BPG, os quais detêm a altura mais elevada (462 mm – Tabela 5.13), um número superior de respondentes que manifestaram sensação de dor na coxa (72,7% dos sentados no banco – Figura 5.36), verifica-se que em BGUM, apesar de deterem cadeiras com uma altura intermédia (456 mm), os respondentes apresentam menos sensações de dores na coxa (46%) que quando comparado com as cadeiras em BPG (50,2%), as quais apresentam uma altura mais baixa (420mm).

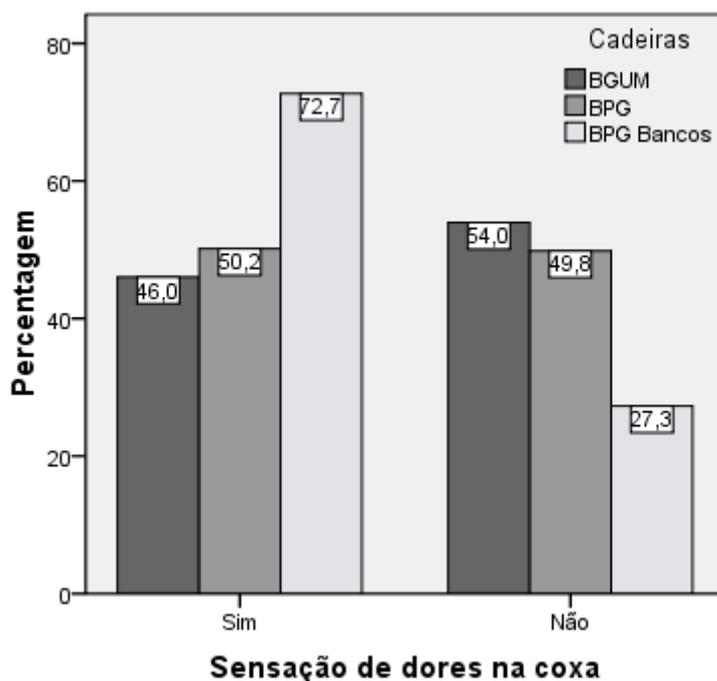


Figura 5.36: Distribuição da sensação de dores na coxa.

Panagiotopoulou *et al.* (2004) verificou no seu estudo com crianças dos 7 aos 12 anos que apenas 8,3 a 15% dos alunos referiram sentir dores nas pernas quando sentados nas cadeiras em estudo. O facto de termos obtido percentagens superiores (27,3 a 72,7%) pode dever-se ao facto de estarmos perante alunos mais velhos. O tempo de permanência na posição sentado também pode influenciar esta sensação.

O encosto é um elemento essencial ao conforto quando sentado. Ele permite uma diminuição da dor nas pernas e na região lombar, facilitando a lordose e reduzindo posturas cifóticas (Williams *et al.*, 1991 *cit. in* Harrison *et al.*, 1999; Panagiotopoulou *et al.* 2004). A sua ausência faz com que seja mais difícil a estabilização corporal do aluno (Parcells *et al.*, 1999), obrigando-o a adquirir posições menos satisfatórias. Esta situação pode ser a principal explicação as sensações de dor manifestadas, nomeadamente nos bancos.

A profundidade da cadeira é outro aspecto que estimula a adopção de posturas inadequadas. Uma cadeira muito profunda, como as de BGUM, pode levar o aluno a sentar-se na sua extremidade, principalmente em actividades de ler e escrever, impossibilitando-o de recorrer ao encosto, sendo esta situação prejudicial para a coluna, podendo levar a uma cifose postural (Nowak, 2006; Panagiotopoulou *et al.* 2004).

Para perceber como os utilizadores das bibliotecas consideram e preferem a altura da cadeira, foram colocadas as seguintes questões:

- “Como considera a cadeira em que se encontra sentado em relação à altura?” (P3.26).
- “Como preferia a altura da cadeira?” (P3.27).

Tal como ocorreu com a altura das mesas, também a em relação à altura das cadeiras se verifica que a análise subjectiva por parte dos alunos não vai de encontro aos resultados objectivos. A grande maioria dos alunos considera em todas as situações a altura da cadeira/banco *Adequada*, existindo ainda um valor significativo de alunos que a considera *Ligeiramente baixa* (13 – 7%), sendo esta situação mais saliente em BPG (Figura 5.37). Em relação à preferência, existe uma predominância pelo *Sem alteração*, contudo alguns alunos preferem-na *Ligeiramente maior* (18 – 10%). Estes resultados podem dever-se ao facto dos alunos serem predominantemente do sexo masculino e com elevada estatura, tal como referido anteriormente.

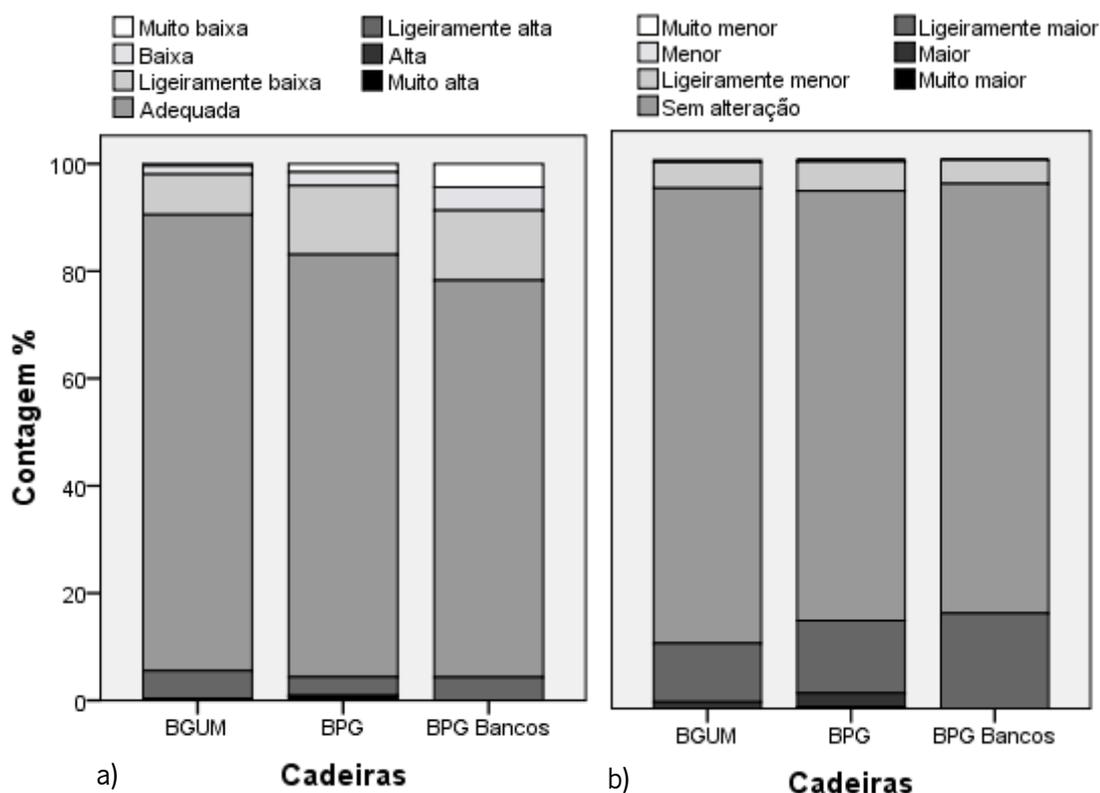


Figura 5.37: Caracterização da altura da cadeira: a) Percepção; b) Preferência.

Torna-se perante esta análise difícil definir que altura da cadeira agradaria aos alunos. Apesar de em BPG existir uma população maioritariamente masculina, nada nos indica que esta situação se irá manter ao longo dos anos e que as necessidades não irão ser alteradas.

Existe uma predominância para atribuir a altura da cadeira satisfazendo o percentil 5 da população mais baixa (feminina) devido a considerar-se que é preferível que os indivíduos mais

baixos consigam colocar os pés no chão, visto assumir-se como sendo mais fácil uma pessoa alta adaptar-se a um assento baixo, que uma situação contrária (Gouvali e Boudolos, 2006). Este critério pode levar os alunos de elevada estatura a inclinar o tronco e o pescoço para a realização da actividade, podendo sentir-se mais desconfortáveis e preferirem cadeiras mais altas.

Uma das soluções poderia passar pela implementação nas bibliotecas de cadeiras ajustáveis, que são tantas vezes referidas como a solução para problemas a nível escolar. Contudo, dada a afluência de alunos à biblioteca e a diversidade de tempos de permanência, pode ser difícil a aplicação de uma solução deste género, para além de ser dispendiosa. A definição de um espaço específico para estudo durante longos períodos de tempo poderia melhorar a adequabilidade da implementação de cadeiras ajustáveis. Também a definição de diferentes géneros de mobiliário poderia ser uma solução, podendo permitir ao aluno escolher o que tem as dimensões que considera mais satisfatórias. Outra opção poderia passar por dimensionar as cadeiras para alunos mais altos, proporcionando apoio adequado para pés aos mais baixos. Qualquer uma destas alternativas, sem a respectiva formação dos alunos não teria qualquer interesse, podendo mesmo ser rejeitadas pelos utilizadores (Harrison *et al.*, 1999).

Foram ainda colocadas questões associadas à avaliação afectiva e de aceitabilidade:

- “Como se encontra, quando sentado?” (P3.28).
- “Baseado na sua preferência pessoal, como considera a cadeira?” (P3.29).

Quando questionados sobre como se consideram quando sentados, apenas em BGUM a maioria dos respondentes se considera confortável, sendo que em BPG tanto para as cadeiras como para os bancos, a maioria manifesta algum grau de desconforto, o qual se apresenta mais acentuado nos bancos (Figura 5.38). Também em relação à avaliação de aceitabilidade se verifica uma tendência semelhante, sendo contudo esta mais penalizante que a análise de conforto.

Perante o facto de a maioria dos respondentes das bibliotecas considerar a altura da cadeira adequada (Figura 5.37), surge a necessidade de perceber o porquê do desconforto manifestado por eles manifestado.

Na Tabela 5.14, encontram-se sintetizados os resultados relativos às características das cadeiras que estão na origem do desconforto. Os resultados da tabela apresentam em alguns casos somatórios superiores a 100% e em outros inferiores. Esta situação deve-se a que alguns dos

respondentes, perante a colocação de uma questão aberta, considerarem mais que uma características.

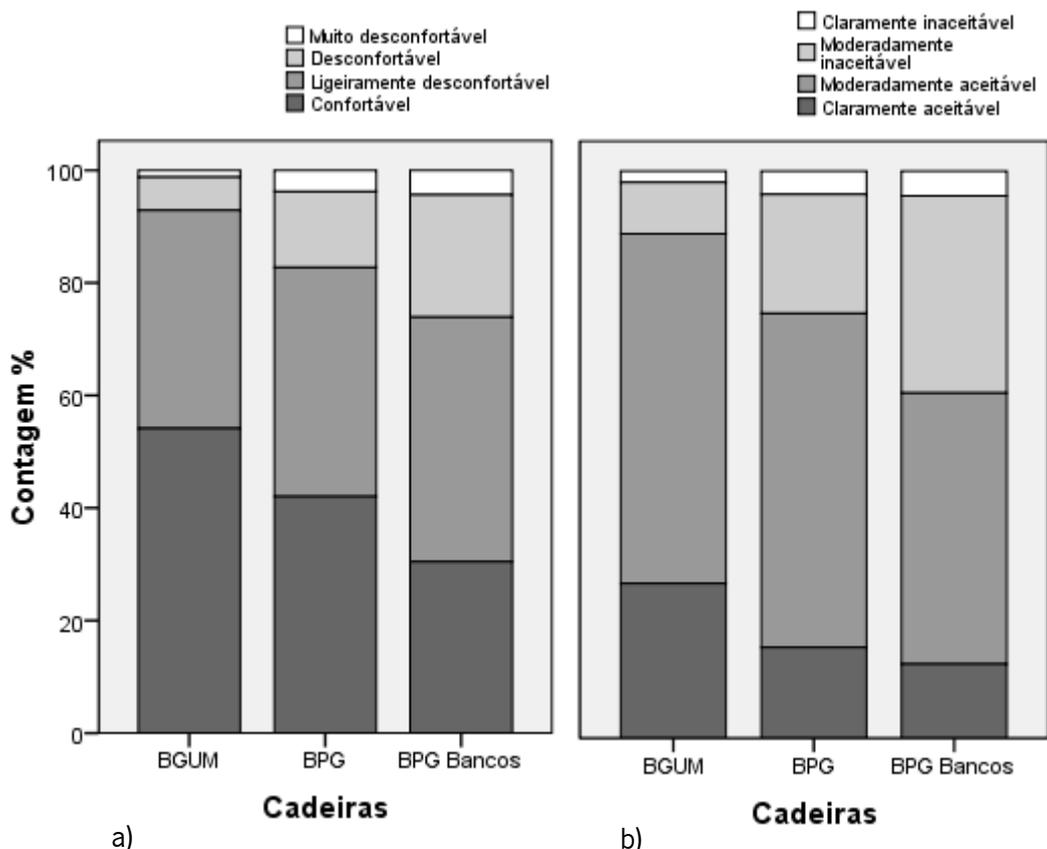


Figura 5.38: Caracterização da avaliação das cadeiras: a) afectiva; b) aceitabilidade.

Tabela 5.14: Representação da principal característica de desconforto das cadeiras identificada.

Característica	Cadeira		
	BGUM (%)	BPG (%)	BPG Banco (%)
Dureza	49,61	61,17	66,67
Altura	3,15	7,09	4,17
Encosto	13,79	8,10	33,33
Assento	1,57	2,80	4,17
Forma	1,57	3,43	0
Não regulável	1,97	1,25	0
Apoio Braços	0,39	0	0
Fragilidade	3,94	0,31	0

A dureza da cadeira é claramente o principal aspecto associado pelos alunos ao desconforto (49,61-66,67%). Todas as cadeiras estudadas se apresentam de madeira, não detendo nenhum tipo de almofada que melhore a distribuição do peso do corpo pela superfície do assento. Esta situação pode efectivamente potenciar sensações de desconforto ao final de várias horas sentado.

Outra característica causadora de desconforto é o encosto, ou melhor, a falta dele ou a

impossibilidade de o utilizar. 13,79% dos alunos em BGUM referem o encosto como causa de desconforto da cadeira. Esta situação terá certamente origem na elevada profundidade do assento (480 mm – Tabela 5.13), a qual impossibilita o aluno de usufruir do encosto. Também a inadequada altura do encosto poderá estar na causa destes resultados. Em relação aos bancos, é notório que os alunos sentem a sua falta, visto 33,33% dos alunos referem esta situação como insatisfatória.

A altura da cadeira também foi referida como factor de desconforto por alguns alunos, situação que se deve certamente ao facto dos alunos preferirem um assento mais elevado (Figura 5.37).

O assento foi ainda identificado como factor de desconforto de uma forma geral, não sendo por isso possível concluir se esta situação se deve ao facto de ser duro ou à sua altura.

Em BGUM a fragilidade da cadeira também foi referida por 3,94% dos alunos. Efectivamente, na análise preliminar à biblioteca foram identificadas cadeiras que abanavam, podendo condicionar desta forma a postura dos seus utilizadores.

Em relação à influência do género na sensação de conforto em relação às cadeiras, verificaram-se diferenças significativas entre os géneros (teste Qui-quadrado; $p < 0,05$). Os indivíduos do género masculino tendem a acentuar situações de desconforto (Tabela 5.15).

Tabela 5.15: Distribuição da sensação de conforto em relação à cadeira, por género (% total em relação ao género).

	Género		
	Masculino	Feminino	Total
Muito desconfortável/ Desconfortável	16,9	7,4	13,3
Ligeiramente desconfortável	40,2	39,7	40
Confortável	42,9	52,8	46,7
Total	100	100	100,0

Prateleiras

Através da análise da Tabela 5.13 é possível verificar que a altura da prateleira superior se encontra adequada em todas as estantes, tendo em conta a utilização do alcance funcional vertical como critério.

Em relação à pega ao nível inferior, considerou-se como altura da pega a média da altura dos livros presentes na biblioteca na primeira prateleira (Anexo VIII). O critério utilizado foi que os alunos não deveriam pegar abaixo da altura do joelho de forma a não adquirem posturas inadequadas. Perante esta situação, a altura da pega na prateleira inferior apresenta-se

insatisfatória para todos os alunos.

Uma solução simples seria inutilizar a primeira prateleira. Esta situação seria não só benéfica para os alunos que procuram os livros, como também para os funcionários que constantemente têm que proceder à sua reposição.

Quando questionados sobre o acesso às estantes através da questão “Como considera em termos de acesso as prateleiras? (Se aplicável)” (P3.39), os respondentes referem-nas maioritariamente como *Claramente aceitável* (52%) em BGUM e *Moderadamente aceitável* (59%) em BPG (Figura 5.39). Esta situação pode dever-se ao facto dos alunos não acederem aos livros colocados nas prateleiras inferiores.

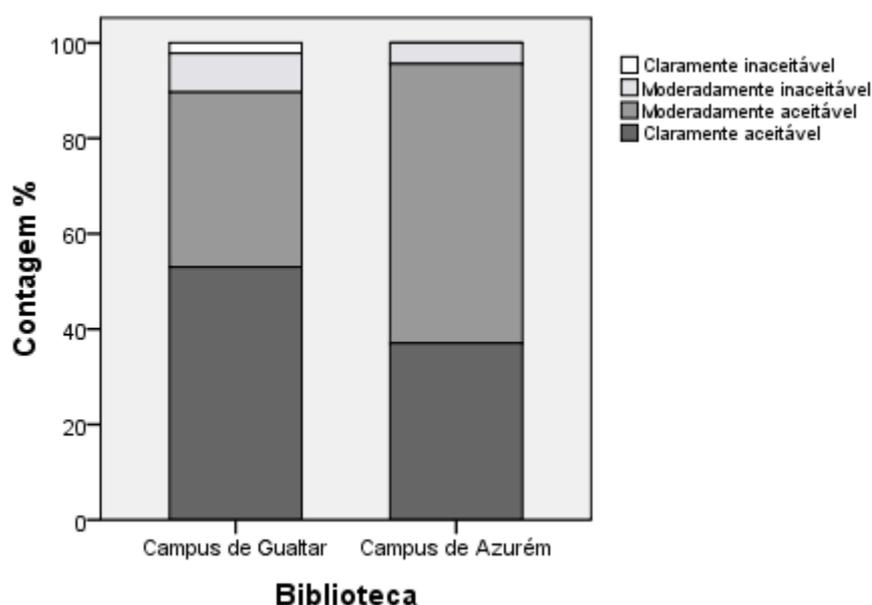


Figura 5.39: Caracterização da avaliação de aceitabilidade do acesso às estantes.

5.2.5. Caracterização geral

Para perceber a visão geral dos utilizadores dos espaços de leitura das bibliotecas em relação ao seu conforto, foi-lhes colocada a questão “Em termos gerais, como classifica a biblioteca?”, estando os seus resultados apresentados na Figura 5.40.

É claramente visível uma maior percentagem de indivíduos desconfortáveis em BPG (42%) comparativamente com BGUM (11%). Esta situação era expectável, visto em BPG os inquiridos consideram-se mais desconfortáveis para os parâmetros em análise que em BGUM (Figura 5.24; Figura 5.31; Figura 5.38 e Anexo IX), mostrando não só um bom acordo entre a avaliação geral da biblioteca e os factores ambientais diferenciadamente, como também a relevância destes aspectos no conforto dos respondentes.

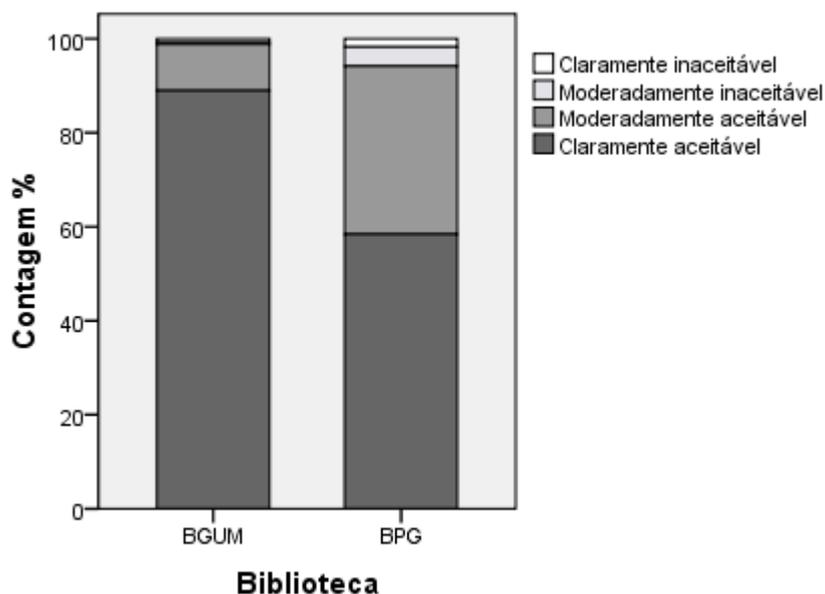


Figura 5.40: Caracterização afectiva geral da biblioteca.

5.2.6. Controlo

Foi verificado na análise preliminar que as bibliotecas têm poucos meios de controlo disponíveis para os alunos. BGUM apresenta apenas cortinas nas janelas e a possibilidade de optar por cabines de estudo individual ou espaços de estudo em grupo, enquanto BPG apenas permite aos alunos escolherem entre dois tipos de mobiliário para se sentarem.

Existe no entanto em ambos os espaços, salvo a biblioteca estar lotada, a possibilidade dos utilizadores escolherem o local onde pretendem permanecer, exercendo assim algum controlo sobre os factores ambientais.

Foi questionado aos utilizadores das bibliotecas o (s) motivo (s) que os levou a escolher aquele sítio através da questão aberta “O local em que se encontra sentado, escolheu-o ao acaso, ou por outra razão?” (P5.1), sendo as respostas posteriormente uniformizadas, encontrando-se os resultados apresentados na Tabela 5.15.

Em ambas as bibliotecas a maioria escolheu aquele lugar por acaso (44,1% em BGUM e 59,1% em BPG). No entanto as necessidades de tomadas são referidas por vários alunos (13% BGUM e 12,8% BPG). Foi verificado na análise preliminar que a presença de tomadas é escassa, o que limita a escolha a quem necessita de utilizar o portátil.

Um aspecto ainda significativo referido em BGUM é a presença da luz do dia, onde 7,1% referem ter escolhido aquele local por deter iluminação natural e 2,4% por estarem próximos das janelas.

Os lugares mais calmos e retirados também são procurados, sendo este o motivo que levou a 6,3% dos respondentes em BGUM e 5,8% em BPG escolher o local.

Tabela 5.16: Representação do motivo de escolha do local por biblioteca.

Motivo	BGUM (%)	BPG (%)
Acaso	44,1	59,1
Tomada	13,0	12,8
Iluminação natural	7,1	1,7
Vago	5,9	7,5
Calmo	6,3	5,8
Gosto	4,7	0,6
Janelas	2,4	0,3
Localização de livros	2,0	0,6
Localização de colegas	0,4	0,9
Ambiente térmico	0,8	0,3
Ruído	0,8	0,3
Outros	0	0,9

Numa tentativa de perceber quais as necessidades de controlo dos factores ambientais pelos utilizadores das bibliotecas foi-lhes questionado “Considera importante conseguir controlar algum dos parâmetros questionados anteriormente? Se sim, quais e como?” (P5.2). A Tabela 5.16 apresenta as respostas à referida questão.

Tabela 5.17: Representação das necessidades de controlo dos parâmetros pelos respondentes das bibliotecas.

Parâmetro	BGUM (%)	BPG (%)
Mobiliário	11,0	8,4
Iluminação	13,0	11,0
Ruído	15,7	23,8
Temperatura	13,8	10,4
Tomada	3,5	3,8
Conforto	1,6	1,4
Nenhum	11,8	17,4

O ruído é o parâmetro mais referido nos dois espaços (13,0% em BGUM e 23,8% em BPG), sendo a necessidade do seu controlo mais notória em BPG. Esta situação permite-nos aferir que níveis de ruído adequados nestes locais são de extrema importância para o conforto dos utilizadores e que estes gostavam de alterá-los quando os consideram prejudiciais. Neste sentido Stansfeld e Matheson (2003) refere que o controlo sobre os níveis de ruído é importante para a redução da sua percepção como danosos.

Também a iluminação e a temperatura são um ponto que vários respondentes gostariam de poder controlar de alguma forma. Estes resultados vão de encontro ao referido na revisão

bibliográfica de que a necessidade do controlo da temperatura é importante para o aumento da satisfação térmica (Ribeiro, 2005) e da iluminação para o aumento da produtividade (Juslén *et al.*, 2007).

Em relação ao mobiliário a necessidade do seu controlo encontra-se mais patente em BGUM (11,0%) que em BPG (8,4%), devendo-se esta situação certamente ao mau estado relatado das cadeiras anteriormente verificado.

Note-se que esta questão foi colocada de modo a permitir uma resposta aberta, por isso vários respondentes apenas referiram uma opção e alguns até nenhuma. Esta situação pode ter levado dos respondentes apenas referirem a necessidade de exercer controlo sobre o parâmetro que consideraram mais penalizante naquele momento, não considerando os restantes.

6.1. CONCLUSÕES

No âmbito da falta de informações sobre as actuais condições das bibliotecas do ensino superior portuguesas, bem como da percepção dos utilizadores sobre os aspectos do ambiente envolvente, o presente trabalho visou caracterizar as bibliotecas através de uma abordagem que envolveu várias etapas: análise preliminar (aplicação da *check-list*), quantificação dos factores ambientais (medições) e participação dos ocupantes (questionários). Os resultados obtidos a partir das três etapas permitiram-nos tirar várias ilações, as quais enunciamos de seguida.

Os alunos do ensino superior tendem a permanecer várias horas nas bibliotecas, principalmente para desenvolverem actividades de estudo, devido a considerarem estes locais calmos e adequados para esta actividade.

O microclima interior das bibliotecas estudadas encontra-se dependente da temperatura exterior, das características do edifício e da definição dos sistemas de climatização. A análise dos factores físicos do ambiente térmico revelou que as temperaturas se apresentam demasiado elevadas no Verão podendo além de causar desconforto, reduzir o desempenho dos ocupantes do espaço e contribuir para a degradação das colecções. Também se verificaram situações de humidade relativa inadequada em BGUM, a qual se apresenta baixa no Inverno e Primavera. Já em relação à velocidade do ar, esta respeita os limites recomendados para estes espaços.

O ambiente térmico é percebido pelos respondentes como mais quente no Inverno que nas restantes estações do ano em estudo. Existe ainda nesta estação uma predominância pela preferência de uma sensação térmica ligeiramente quente e não da neutralidade, mesmo que esta situação obrigue a uma elevada diferença entre a temperatura exterior e a interior. No Verão existe uma preferência por sensações térmicas mais frescas que nas restantes estações do ano para as mesmas gamas de temperatura. Em geral, temperaturas entre os 21 e 23°C são as consideradas mais aceitáveis por parte dos utilizadores das bibliotecas na Primavera e no Inverno, não existindo dados suficientes no Verão para permitir esta conclusão. No que respeita à velocidade do ar, os ocupantes dos espaços de leitura tendem a preferir movimentações de ar maiores com o aumento da temperatura do ar, nomeadamente quando esta se apresenta acima dos 25°C. Quando a temperatura se apresenta baixa, movimentações de ar inferiores às

recomendadas na ISO 7730:2005 para estes espaços são passíveis de causar desconforto.

A análise objectiva de conforto térmico através dos índices PPD-PMV leva a considerar estes ambientes adequados ao conforto térmico, porém, esta situação encontra-se muito associada ao vestuário considerado. Perante a não existência de um tipo de vestuário padronizado para estes espaços, os utilizadores têm a possibilidade de se ajustarem ao ambiente térmico, verificando-se no Verão a existência de níveis médios de isolamento de vestuário baixos (0,3 – 0,4 clo).

Quando questionados sobre o conforto térmico, os ocupantes dos espaços de leitura das bibliotecas tendem a mostra-se mais insatisfeitos comparativamente com a análise objectiva do PPD. Também em relação ao PMV se verificam diferenças. Existe uma discrepância entre o PMV subjectivo e objectivo de 0,4 – 0,47 graus, revelando um deslocamento da sensação térmica à direita da escala de Fanger. Certamente esta situação deriva das expectativas dos ocupantes e da possibilidade destes ajustarem o seu vestuário.

Verificou-se em BPG um desacordo evidente entre os níveis de ruído existentes e os recomendados para espaços de leitura, apresentando-se estes muito elevados. Em BGUM os valores obtidos cumprem as actuais recomendações, contudo, encontram-se muito próximos do limite de 45 dB(A) proposto. Estas situações estão associadas às fontes de ruído interiores e à definição dos espaços. Em termos gerais, as bibliotecas não têm zonas destinadas ao estudo/trabalho em grupo, e quando estas existem são reduzidas, situação que, acumulada com uma inadequada definição do *layout*, encontra-se associada a elevados níveis de ruído nestes espaços. As principais fontes de ruído identificadas através da análise preliminar e das observações dos próprios ocupantes remetem-se principalmente às pessoas (conversação), sistemas de ventilação e arrastar de cadeiras.

Ruídos até 50 dB(A) são classificados pelos respondentes maioritariamente como *Baixos*, e quando superiores como *Ligeiramente elevados*. Existe uma preferência por um ruído mais baixo com o aumento dos seus níveis, apontando para um bom acordo entre a análise objectiva e subjectiva. Perante a avaliação de conforto ao ruído, e utilizando o critério de que se mais de 10% dos ocupantes se revelarem *Desconfortáveis* ou *Muito desconfortáveis* os níveis de ruído deverão ser considerados elevados, níveis superiores a 45 dB(A) são considerados excessivos. As expectativas dos ocupantes em relação aos níveis de ruído poderão apresentar-se como factores condicionantes na avaliação subjectiva, penalizando a avaliação em ambientes normalmente ruidosos e beneficiando-a em ambientes que se caracterizam regularmente como

calmos.

Em relação aos níveis de iluminância, estes não se apresentam adequados em alguns planos de trabalho, quer pela sua carência, quer pelo seu excesso, bem como pelo não cumprimento da recomendação de uniformidade apresentada na ISO 8995:2002. Esta situação tem origem na definição dos sistemas de iluminação eléctricos e das fontes de iluminação natural. Verificou-se, ao longo do trabalho, a influência do período do dia e das condições meteorológicas nos níveis de iluminância nos espaços analisados, sendo este efeito amplificado quando o edifício tem janelas na fachada Sul ao nível do plano de trabalho, como é o caso de BGUM. Ambas as bibliotecas não têm sistemas que permitam a integração das fontes de iluminação eléctrica com as de luz natural, originando desta forma níveis de iluminância excessivos em determinados postos de trabalho em dias de céu limpo, e por sua vez, gastos energéticos acrescidos.

A preferência pela iluminação natural por parte dos utilizadores é clara, aumentando a sua necessidade com a distância às janelas. Os resultados obtidos neste estudo também revelam que os indivíduos tendem a preferir elevados níveis de iluminação, contudo, quando esta se apresenta baixa, apenas se verifica desconforto excessivo quando os níveis de iluminância são inferiores a 150 lux. Não se verificaram diferenças significativas entre a utilização do portátil e a percepção e preferência dos níveis de iluminação, contudo, hábitos e estilos de vida podem interferir na avaliação subjectiva.

O mobiliário apresenta-se em geral mal concebido, favorecendo posturas inadequadas. Foram identificadas mesas e cadeiras demasiado altas, assentos demasiado profundos e estreitos, e encostos inadequados ou ausentes. Foi ainda analisado que as estantes detêm a prateleira inferior demasiado baixa, potenciando posturas incómodas na procura e pega dos livros. Quando comparada a análise objectiva com a subjectiva, verifica-se que a sensibilidade à altura da mesa apresenta-se reduzida. Existe uma predominância pela avaliação das cadeiras como inaceitáveis e desconfortáveis, sendo a principal causa de desconforto identificada a sua dureza, seguida do encosto. Sensações de dor na zona do pescoço e nas pernas são referidos pela maioria dos respondentes.

Em relação à influência do género nas sensações de conforto, verificam-se diferenças significativas em relação ao ruído, iluminação e mobiliário, sendo as situações de desconforto acentuadas por indivíduos do sexo masculino. Por sua vez, em relação ao ambiente térmico não se verificaram diferenças significativas entre os géneros.

Em termos gerais, os parâmetros ambientais analisados permitem perceber a falta de adequabilidade das bibliotecas estudadas às actuais necessidades académicas, sugerindo uma reestruturação dos espaços, de forma a potenciar as condições de conforto. A caracterização geral afectiva das bibliotecas por parte dos seus ocupantes acentuam situações de desconforto em BPG, situação que se deve certamente ao facto desta biblioteca apresentar características mais desfavoráveis em relação aos factores ambientais que BGUM e à sua percepção por parte dos seus ocupantes.

O controlo dos parâmetros ambientais revela-se apetecível para os utilizadores das bibliotecas, nomeadamente no que se refere ao ruído, mostrando assim a importância que eles dão a este aspecto.

Os resultados obtidos neste trabalho permitem apontar que uma abordagem que envolve várias etapas, nomeadamente uma análise preliminar, avaliações quantitativas e uma abordagem subjectiva, é essencial e eficaz para uma caracterização das bibliotecas e das necessidades dos seus ocupantes. No que respeita ao questionário aplicado, este permitiu perceber como os indivíduos consideram o conforto como um todo, e o modo como eles gostariam de intervir sobre o ambiente através de sistemas de controlo, contudo, foram englobadas questões que se demonstraram irrelevantes ao longo do trabalho, não sendo desta forma englobadas nos resultados e respectiva interpretação.

6.2. TRABALHO FUTURO

Um dos pontos a incidir no futuro seria certamente o alargamento do estudo a mais edifícios, bem como o aumento do período de monitorização, de forma a englobar um maior conjunto de situações possíveis.

Seria igualmente interessante verificar a percepção e preferência da temperatura interior nos períodos de mudança de estação e a meio da estação indiferenciadamente, de forma a tentar perceber melhor a influência da temperatura exterior na preferência térmica.

Visto as janelas da fachada sul proporcionarem a incidência de iluminação solar directa, a qual implica um aumento da temperatura interior naquele espaço, teria certamente proveito verificar as preferências dos níveis de iluminância com cortinas abertas e fechadas, bem como o cumprimento das actuais recomendações nas referidas situações.

Existe ainda um aspecto que não foi contemplado neste estudo e que é de grande importância nestes ambientes, o qual se refere aos níveis de iluminância nas estantes. Neste trabalho considerou-se a acessibilidade às estantes em termos de altura, contudo, para a adopção de boas posturas na procura de livros, é essencial uma iluminação que permita ao utilizador visualizar o seu título facilmente. Acrescente-se ainda que o excesso de iluminação levar a uma deterioração acrescida dos livros, sendo importante estabelecer um equilíbrio entre o conforto dos utilizadores das bibliotecas e as necessidades de preservação das colecções. Existem para esta situação algumas recomendações que eram importantes perceber se estão a ser cumpridas.

Diante da identificação de níveis de ruído elevados, seria importante monitorizar o ruído de fundo nestes espaços, bem como os níveis acrescidos pelas actividades decorrentes nas bibliotecas e equipamentos utilizados.

Os questionários seriam um aspecto a melhorar. Para facilitar o seu preenchimento e a posterior análise de resultados seria importante torná-lo menos extenso. Ao longo deste trabalho foi possível perceber que algumas questões englobadas no questionário não revestiam de importância, as quais não foram referidas na interpretação de resultados, devendo ser excluídas em análises futuras. Também a aplicação das questões a contextos diferentes de modo a proceder à sua validação, bem como testar novas escalas, seria de extrema importância para perceber as questões que melhor se adequarão a este tipo de análise de forma a criar uma ferramenta válida para estes ambientes.

- Anshel, J. (2005). *Visual Ergonomics Handbook*. Taylor & Francis. London.
- Atmodipoeo, R. e Pardede, L. (2004). Research on minimum illumination as a function of visual performance. *Energy and Buildings*. **36**: 644–649.
- Ayr, U. Cirillo, E., Fato, I. e Martellotta, F. (2003). A new approach to assessing the performance of noise indices in buildings. *Applied Acoustics*. **64**: 129–145.
- Barroso, M., Arezes, M., Costa, L. e Miguel, A. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*. **35**: 401–410
- Brager, G. e Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: A literature review. *Energy and Buildings*. **27**(1): 83-96.
- Bruel & Kjaer (1994) *Thermal Comfort*, Brüel & Kjaer *INNOVA* Air Tech Instruments A/S, Denmark.
- Budaiwi, I. (2007). An approach to investigate and remedy thermal-comfort problems in buildings. *Building and Environment*. **42**: 2124–2131.
- Bueno, M. (2002). “As teorias de motivação humana e sua contribuição para a empresa humanizada: um tributo a Abraham Maslow”. *Revista do centro de Ensino Superior Catalão – CESUC*. Ano IV. Nº 16. 1º Semestre.
- Buratti, C. e Ricciardi, P. (2008). Adaptive analysis of thermal comfort in university classrooms: Correlation between experimental data and mathematical models. *Building and Environment*. **xxx**: 1–14.
- Cabral, F. e Veiga, R. (2007). *Higiene, segurança, saúde e prevenção de acidentes de trabalho*. Volume 2. Verlag Dashöfer.
- Charles, K. (2003). Fanger’s thermal comfort and draught models. *National Research Council of Canada*. Acedido em: 6, de Setembro, 2007, em:
<http://www.nascoinc.com/standards/breathable/PO%20Fanger%20Thermal%20Comfort.pdf>

Chiang, C. e Lai, C. (2008). Acoustical environment evaluation of joint classrooms for elementary schools in Taiwan. *Building and Environment*. **43**:1619–1632.

Conceição, E.Z., Lúcio, M.M., Ruano, A.E., Crispim, E.M. (2008). Development of a temperature control model used in HVAC systems in school spaces in Mediterranean climate. *Building and Environment*. **xxx**: 1–7.

Colombini, D., Occhipinti, E., Molteni, G. e Grieco, A. (2006). Evaluation of work chairs. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Corgnati, S.P., Filippi, M. e Viazzo, S. (2007). Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort. *Building and Environment*. **42**: 951–959

Corgnati, S.P., Ansaldi, R. e Filippi, M. (2008). Thermal comfort in Italian classrooms under free running conditions during mid seasons: Assessment through objective and subjective approaches. *Building and Environment* **xxx**: 1–8

Council on Library and Information Resources. (2005). *Library as place: rethinking roles, rethinking space*. Washington.

Dean, E.T. (2005). *Daylighting Design in Libraries*. Acedido em: 23, de Outubro, 2008, em: <http://www.librisdesign.org/docs/DaylightDesignLibs.pdf>

Dear, R. e Fountain, M. (1994). Field experiments on occupant comfort and office thermal environments in a hot humid climate. *ASHRAE*. **100**: 457–475.

Decreto-Lei nº 208/2002 de 17 de Outubro. Diário da República nº240 – Série A. Lisboa.

Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro. Diário da República nº12 – 1ª Série. Lisboa.

Demb, A., Erickson, D. e Hawkins-Wilding, S. (2004). The laptop alternative: Student reactions an strategic implications. *Computer & Education*. **43**: 333-401.

Dreossi, R. e Momensohn, T. (2005). O ruído e a sua interferência sobre os estudantes em salas de aula: revisão de literatura. *Pro-Fono Revista de Atualização Científica*. **17** (2): 251-258.

Dul, J e Weerdmeester, B. (2004). *Ergonomia prática*. 2ª Edição. Editora Edgard Blücher. São Paulo. Brasil.

Dubois, C., Demers, A. e Potvin, A. (2007). The influence of daylighting on occupants; comfort and diversity of luminous ambiances in architecture. Em: *Conference Proceedings of the American Solar Energy Society (ASES)*. Cleaveland, Ohio.

Engel, E., Augusrynska, D., Keton, J. e Kaczmaska, A. (2006). Noise: Definitions. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Enmarker, I. e Boman, E. (2004). Noise annoyance responses of middle school pupils and teachers. *Journal of Environmental Psychology*. **24**: 527–536.

Fernandes, J. (2006). Padronização das condições acústicas para salas de aula. Em: *XIII SIMPEP*. Bauru, SP, Brasil.

Flieder, F. e Duchein, M. (1993). *Livros e documentos de arquivo: preservação e conservação*. Associação portuguesa de bibliotecários arquivistas e documentistas. Lisboa.

Fountain, M., Brager, G. e Dear, R. Expectations of indoor climate control. *Energy and Buildings*. **24**: 179-182.

Galasiu, A. e Veitch, J. (2006). Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review. *Energy and Buildings* **38**:728–742

Garavelli, S., Noronha, E. e Eniz, A. (2007). Conforto acústico em salas de aula. Em: *24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Belo Horizonte, Brasil.

Graça, V., Kowaltowski, D. e Petreche, J. (2007). An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. *Building and Environment*. **42**: 984–999.

Graça, V., Scarazzato, P. e Kowaltowski, D. (2001). Método simplificado para a avaliação de iluminação natural em anteprojetos de escolas de ensino estadual de São Paulo. Em: *VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. São

Pedro, SP, Brasil..

Gouvali, M. e Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*. **37**: 765–773

Harris, C. e Straker, L. (2000). Survey of physical ergonomics issues associated with school childrens' use of laptop computers. *International Journal of Industrial Ergonomics*. **26**: 337-346

Harrison, D.D., Harrison, S., Croft, A., Harrison, D.E. e Troyanovich, S. (1999). Sitting biomechanics Part I:Review of the literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. **22** (9): 594-609.

Hedge, A. (2006). Environmental ergonomics. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Herron, R. (2006). Anthropometria databases. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Heschong, L. (1999). *Daylighting in the schools: An investigation into the relationship between daylighting and human performance. Detailed Report*. Pacific Gas and Electric Company. California Board for Energy Efficiency Third Party Program.

Hwang, R., Cheng, M., Lin, T. e Ho, M. (2009). Thermal perceptions, general adaptation methods and occupant's idea about the trade-off between thermal comfort and energy saving in hot-humid regions. *Building and Environment*. **44**:1128–1134.

Hygge, S. e Löfberg, H. (1999). *Post occupancy evaluation of daylight in buildings*. International Energy Agency. Acedido em: 25, de Junho, 2009, em

http://www.iea-shc.org/task21/publications/D_POE_procedures_and_results/Task21POE.pdf

ISO 10551:2001 *Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales*. International Organization for Standard.

ISO 7726:1998. *Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities*. International Organization for Standard.

ISO 7730:2005. *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and*

interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organization for Standard.

ISO 8995:2002. *Lighting of indoor work places.* International Organization for Standard.

ISO 8996:1990. *Ergonomics –Determination of metabolic heat production.* International Organization for Standard.

Jayanetra, K. (2004). Daylighting in schools: An investigation into the relationship between daylighting and human performance - A Research Review. *COA 8823 Advanced Readings in ACB.*

Job, R. (1996). The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environment International.* **22** (1): 93-104.

Juslén, H. e Tenner, A. (2005). Mechanisms involved in enhancing human performance by changing the lighting in the industrial workplace. *International Journal of Industrial Ergonomics* **35**: 843–855.

Juslén, H., Wouters, M. e Tenner, A. (2007). The influence of controllable task-lighting on productivity: a field study in a factory. *Applied Ergonomics.* **38**: 39–44.

Karwaski, W. (2006). *International encyclopedia of ergonomics and human factors.* 2ª edição. Tayloy & Francis Group.

Kim,S e Kim, J. (2007). Influence of light fluctuation on occupant visual perception. *Building and Environment* 42: 2888–2899.

Kroemer, E. e Grandjean, E. (2005). *Manual de ergonomia adaptando o trabalho ao homem.* 5ª Edição. Bookman. Porto Alegre.

Kroemer , K. (2006). Body Postures. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors,* 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Krüger, E.L. e Zannin, P. H. T. (2004). Acoustic, thermal and luminous comfort in classrooms. *Building and Environment.* **39**: 1055-1063.

Lea A. Saarni, L. Rimpela, A. Nummi, T., Kaukiainen, A., Salminen, J. e Nygård, C. (2008). Do

ergonomically designed school workstations decrease musculoskeletal symptoms in children? A 26-month prospective follow-up study. *Applied Ergonomics*. **xxx**: 1–9.

Lee, J. e Kim, B. (2007). Development of the nomo-graph for evaluation on discomfort glare of windows. *Solar Energy* **81**: 799–808.

Lula, C. e Silva, L. (2002). O conforto ambiental e a motivação: Implicações no desempenho de alunos em ambientes climatizados. Em: *XII Congresso Brasileiro de Ergonomia*. Anais, ABERGO. Recife.

Mausner e Bahn. (1999). *Introdução à epidemiologia*. 2ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Miguel, A. S. (2007). *Manual de higiene e segurança do trabalho*. 10.ª Edição. Porto Editora. Porto.

Moffet, H., Hagberg, M., Hansson-Risberg, E. e Karlqvist, L. (2002). Influence of laptop computer design and working position on physical exposure variables. *Clinical Biomechanics*. **17**: 368–375.

Moro, A. (2005). *Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar*. Acedido em: 26, de Agosto, 2009, em: <http://www.efdeportes.com/efd85/ergon.htm>

Mumovic, D., Palmer, J., Davies, M., Orme, M., Ridley, I., Oreszczyn, T., Judd, C., Critchlow, R., Medina, H.A., Pilmoor, G., Pearson, C. e Way, P. (2008). Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England. *Building and Environment*. **xxx**: 1–12.

Nagat, H., Toda, A. e Kytömäki, P. *Students' patterns of library use and their learning*. Acedido em: 24, de Outubro, 2008, em: <http://www.kc.tsukuba.ac.jp/div-comm/pdf/report0704.pdf>

Nicol, F., Wilson, M. e Chiancarella, C. (2006). Using field measurements of desktop illuminance in European offices to investigate its dependence on outdoor conditions and its effect on occupant satisfaction, and the use of lights and blinds. *Energy and Buildings*. **38**: 802–813

Nowak, E. (2006). Anthropometry of children. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of*
134

ergonomics and human factors, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.

Nunes, Oliveira. (2006). *Segurança e higiene do trabalho – Manual técnico*. 1ª Edição. Texto Editores, Lda. Amadora.

OSH (2007). *What is meant by thermal comfort?* Physical agents. Thermal comfort for office work. Acedido em: 23, de Agosto, 2009, em:

http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html

Osterhaus, W. (2005). Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. *Solar Energy* **79**: 140–158.

Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanckolaou, A. e Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applied Ergonomics* **35**: 121–128.

Parcells, C., Stommel, M. e Hubbard, R. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions. *JOURNAL OF ADOLESCENT HEALTH*. **24**:265–273.

Reboloso, E., Ramírez, B.F., Cantón, P. (2002). Criterios de calidad ambiental para la evaluación de aulas universitarias. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*. **3**(1): 35-62.

Reinhart, C. e Voss, K. (2003). Monitoring manual control of electric lighting and blinds. *International Journal Lighting Research & Technology*. **35**(3): 243-260.

Reis, P., Moro, A. e Sobrinho, F. (2003). A altura do mobiliário escolar e a distribuição de pressão na região glútea em crianças. *3º ERGODESIGN*.

Ribeiro, T. (2005). Ambientes laborais: Espaços de trabalho em contexto organizacional. Em: Soczka, L., *Contextos humanos e psicologia ambiental*, Fundação Calouste Gukbenkian. Lisboa.

Rooney, J. (1994). Ergonomics in academic libraries. *Library Management*. **15**: 26-35.

Salis, M., Oldham, D. e Sharples, S. (2002). Noise control strategies for naturally ventilated buildings. *Building and Environment*. **37**: 471 – 484.

Salter, C.M. (2002). *Acoustics for libraries*. Acedido em: 23, de Outubro, 2008, em:

<http://www.librisdesign.org/docs/AcousticsLibraries.pdf>

Schneider, M. (2002). Do school facilities affect academic outcomes. *National clearinghouse for educational facilities*. D.C. 20005-4905 888-552-0624.

Stansfeld, S e Matheson, M. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*. **68**: 243-257.

Straker, L., Jones, K. e Miller, J. (1997). A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computers. *Applied Ergonomics*. **128** (4) - 263-268.

Theodosiou, T. e Ordoumpozanis, K. (2008). Energy, comfort and indoor air quality in nursery and elementary school buildings in the cold climatic zone of Greece. *Energy and buildings*. **40**(12): 2207-2214.

Universidade do Minho (2009). *Relatório de actividades 2008*. Universidade do Minho.

Urgellès, C. e Crehuet, À. (2001). El patrimoni bibliogràfic y documental: claves para su conservación preventiva. Ediciones Trea. España.

Vechaphutti, T. (2001). *R & D of Current Environmental Technologies in Thailand – An engineering study of comfort environmental in the office buildings*. Acedido em: 5, de Agosto, 2009, em:

http://www.ashraethailand.org/download/ashraethailand_org/pub_tawee.comfortenvir.pdf

Veitch, J.A. (2001). Lighting quality contributions from biopsychological processes. *Journal of the Illuminating Engineering Society*. **30**(1): 3-16.

Vos, G., Congleton, J., Moore, J., Amendola, A. e Ringer, L. (2006). Postural versus chair design impacts upon interface pressure. *Applied Ergonomics*. **37**: 619-628.

Wallenius, M. (2004). The interaction of noise stress on personal project stress on subjective health. *Journal of Environmental Psychology*. **24**: 167-177.

Wargocki, P., Wyon, P., Matysiak, B. e Irgens, S. (2005). The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. *Proceedings: Indoor Air*.

- Winterbottom, M. e Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*. **29**: 63-75.
- Wolska, A. (2006). Human aspects of lighting in working interiors. Em: Karwaski, W., *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2ª edição, Tayloy & Francis Group.
- Woolfolk, A.E. (2000). *Psicologia da educação*. Artmed Editora. Porto Alegre.
- Wu, Jiangmei, Seregard, Stefan e Alverer, Peep V. (2006). Photochemical damage of the retina. *Survey of Ophthalmology*. **51** (5): 461-481.
- Yang, W. e Kang, J. (2005). Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*. **66**: 211–229.
- Young, E., Green, H., Patrick, L., Joseph, L. e Gibson, T. (2003). Do K-12 school facilities affect education outcomes? - *A Staff Information Report*. The Tennessee Advisory Commission on Intergovernmental Relations.
- Zannin, P. e Marcon, C. (2007). Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms. *Applied Ergonomics*. **38**: 675–680.

Check-list

Biblioteca _____

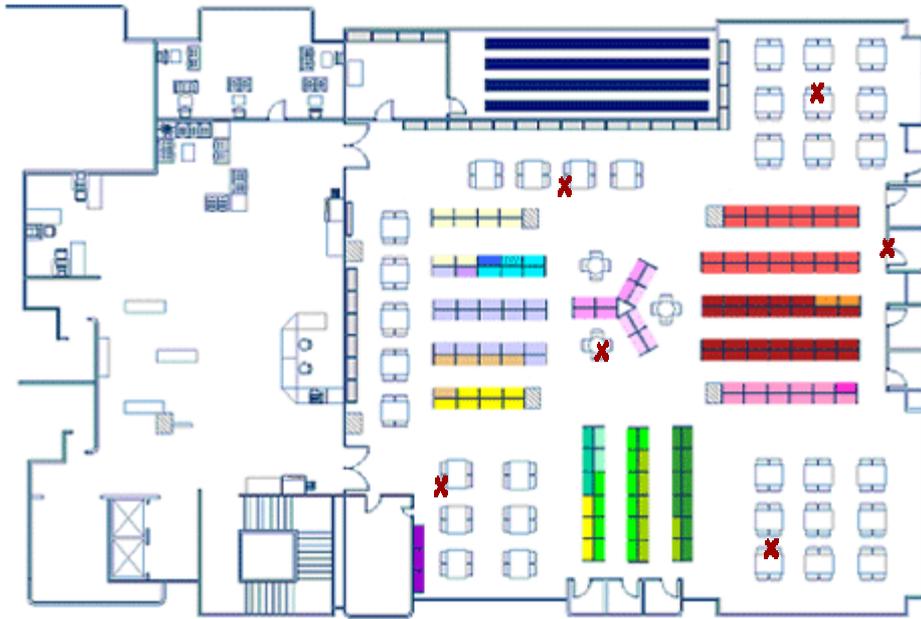
ITEM	OBJECTIVOS DE ANÁLISE	SIM	NÃO	N/A	OBSERVAÇÕES
1	ESTRUTURA				
1.1	Pé direito $\geq 3\text{m}$				
1.2	Paredes e tectos de cores claras				
1.3	Paredes e tectos em bom estado de limpeza e manutenção				
1.4	Superfícies verticais e superiores permitem boa iluminação natural				
1.5	Separação entre zonas com diferentes actividades (ex. zona de leitura, computadores, espaços destinados ao trabalho em grupo...)				
1.6	Aglomerção de mesas e cadeiras em zonas específicas do espaço de leitura				
2	MESAS, CADEIRAS E ESTANTES				
2.1	Mesas com alturas ajustáveis				
2.2	Cadeiras ajustáveis (altura e encosto)				
2.3	Ligação entre a altura das cadeiras e das mesas existente				
2.4	Mesas abaixo do nível dos cotovelos para todos os utilizadores				
2.5	Todos os utilizadores colocam confortavelmente as pernas debaixo das mesas				
2.6	Todos os utilizadores chegam com os pés ao chão				
2.7	Apoios para pés existentes				
2.8	Distância suficiente entre as estantes de livros				
3	AMBIENTE TÉRMICO				
3.1	Vidros embaciados				
3.2	Paredes e/ou tectos com sinais claros de humidade				
3.3	Correntes de ar				
3.4	Meios para controlo da temperatura				
3.5	Meios para controlo da humidade				
4	ILUMINAÇÃO				
4.1	Iluminação natural				
4.2	Iluminação artificial geral				
4.3	Iluminação localizada				
4.4	Luminárias em bom estado de manutenção e limpeza				

4.5	Luminárias com protecção contra encandeamento				
4.6	Janelas e luminárias perpendiculares aos planos de trabalho				
4.7	Clarabóias				
4.8	Clarabóias em bom estado de manutenção e limpeza				
4.9	Estores ajustáveis ou outras estruturas que limitem a entrada de iluminação natural				
4.10	Distribuição desigual de luminosidade no campo de visão (possibilidade de encandeamento)				
4.11	Cintilação perceptível				
4.12	Mesas com cor adequada às tarefas nelas desenvolvidas				
4.13	Tampos das mesas reflectores				
4.14	Objectos e superfícies principais do campo de visão com brilhos diferentes				
5	RÚIDO				
5.1	Ruído com origem no exterior da biblioteca				
5.2	Ruído com origem no interior da biblioteca (ex. ventilação, impressoras, computadores...)				
5.3	<i>Layout</i> potencia o ruído				
5.4	Superfícies revestidas por materiais com elevado índice de absorção do ruído				

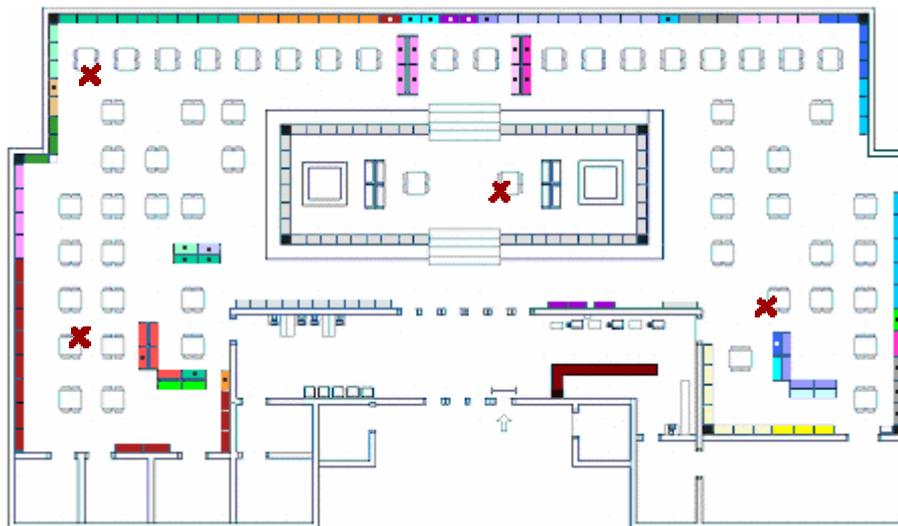
Observações _____

Data: ____/____/____

BGUM



BPG



Este questionário visa recolher informação que permita caracterizar as condições de trabalho e conforto em bibliotecas de ensino superior.



Questionário:

Parte 1: Informação Pessoal:

Hora: __ h __ min

Idade: _____ anos	Sexo: <input checked="" type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino	Estatura aproximada: _____ m
Ano curricular: _____ ano	Curso: _____	

Parte 2: Informação relativa à utilização da biblioteca:

2.1: Qual a razão para utilizar, normalmente, a biblioteca? (Pode seleccionar mais que uma opção)

Local calmo e agradável adequado ao estudo	
Local com mesas que permitem a realização de trabalhos de grupo	
Acesso a livros	
Acesso a informação didáctica	
Não ter mais nenhum sítio para ir	
Estar com os amigos	
Outra: _____	

2.2: Em media, quantas horas passa na biblioteca por semana?

≤ 1 h	1-2 h	2-3 h	3-4 h	4-5 h	> 5 h

2.3: Que actividade (s) desenvolveu enquanto permaneceu na biblioteca? _____

2.4: Quanto tempo permaneceu na biblioteca?

≤ 15 h	1/2-1 h	1-2 h	2-3 h	> 3 h

Parte 3: Factores ambientais:

Ambiente térmico:

3.1: Em relação à sua sensação térmica, como se sente neste momento?

Muito frio	Frio	Ligeiramente frio	Nem frio, nem quente	Ligeiramente quente	Quente	Muito quente

3.2: Como preferia sentir-se?

Muito mais fresco	Mais fresco	Ligeiramente mais fresco	Sem alteração	Ligeiramente mais quente	Mais quente	Muito mais quente

3.3: Como considera, a diferença de temperatura entre a sua cabeça e os seus tomoselos?

Muito baixa	Baixa	Ligeiramente baixa	Nenhuma	Ligeiramente elevada	Elevada	Muito Elevada

3.4: Como preferia sentir a diferença de temperatura entre a cabeça e os tomoselos neste momento?

Muito Menor	Menor	Ligeiramente menor	Sem alteração	Ligeiramente maior	Maior	Muito maior

3.5: O que sente sobre a velocidade do ar?

Nenhuma movimentação	Ligeira brisa	Brisa	Corrente de ar	Forte corrente de ar

3.32: Indique a principal característica da cadeira que considera como factor de desconforto?

3.33: Encontra-se a utilizar o portátil para estudar ou trabalhar nas mesas da biblioteca? SIM NÃO

3.34: Como considera a mesa de trabalho?

Baixa	Ligeiramente Baixa	Adequada	Ligeiramente Alta	Alta

3.35: Como preferia a altura da mesa?

Muito Menor	Menor	Ligeiramente menor	Sem alteração	Ligeiramente maior	Maior	Muito maior

3.36: Consegue colocar confortavelmente as pernas de baixo da mesa? SIM NAO

3.37: Costuma, ao final de algumas horas sentado, ter dores na zona do pescoço? SIM NÃO

3.38: Costuma utilizar as prateleiras para procurar livros? SIM NAO

3.39: Como considera em termos de acesso as prateleiras? (Se aplicável)

Claramente inacessível	Moderadamente inacessível	Moderadamente aceitável	Claramente aceitável

Parte 4 – Apreciação geral

Em termos gerais, como classifica a biblioteca?

Muito desconfortável	Desconfortável	Ligeiramente desconfortável	Confortável

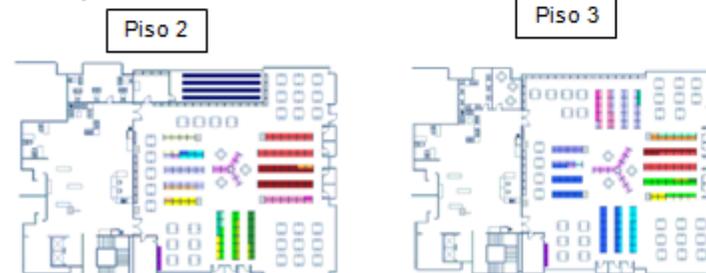
Parte 5 – Controlo das características da sala

O local em que se encontra sentado, escolheu-o ao acaso, ou por outra razão? _____

Considera importante conseguir controlar algum dos parâmetros questionados anteriormente? Se sim, quais e como? _____

Parte 6 – Localização

Assinale no mapa o local onde se encontra.



Obrigada pela colaboração...!

3.6: Como prefere sentir a velocidade do ar?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.7: Como considera a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?

Muito baixa	Baixa	Ligeramente baixa	Nenhuma	Ligeramente elevada	Elevada	Muito Elevada
-------------	-------	-------------------	---------	---------------------	---------	---------------

3.8: Como prefere sentir a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.9: Considera-se em relação ao ambiente termico em geral...

Muito desconfortavel	Desconfortavel	Ligeramente desconfortavel	Confortavel
----------------------	----------------	----------------------------	-------------

3.10: Baseado na sua preferencia pessoal, como considera o ambiente termico do espaço?

Claramente inaceitavel	Moderadamente inaceitavel	Moderadamente aceitavel	Claramente aceitavel
------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------

3.11: Como considera este espaço?

Intoleravel	Muito dificil de tolerar	Dificil de tolerar	Ligeramente dificil de tolerar	Perfeitamente toleravel
-------------	--------------------------	--------------------	--------------------------------	-------------------------

3.12: Das seguintes opções seleccione e numere aquilo que possui neste momento vestido.

Peça (s)	Nº de Peças		Nº de Peças
Sapato/Casaco		Casaco forrado/fleada	
T-shirt		Quilts/Polar	
Calças		Meias	
Camiseta Blusa		Sandálias/Chinelos	
Camisola leve		Sapatos	
Camisola grossa		Botas	
Casaco leve			

Ruido:

3.13: Em relação ao ruído, como o considera neste momento?

Nulo	Baixo	Ligeramente elevado	Elevado	Muito elevado
------	-------	---------------------	---------	---------------

3.14: Como prefere sentir o ruído?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.15: Como considera o nível de ruído?

Claramente inaceitavel	Moderadamente inaceitavel	Moderadamente aceitavel	Claramente aceitavel
------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------

3.16: Em relação ao ruído, considera-se...

Muito desconfortavel	Desconfortavel	Ligeramente desconfortavel	Confortavel
----------------------	----------------	----------------------------	-------------

3.17: Algum dos equipamentos da biblioteca causa ruído que o incomoda? SIM NAO Qual? _____

Iluminação:

3.18: Como sente o espaço em que se encontra no que respeita a iluminação?

Muito escuro	Escuro	Ligeramente escuro	Normal	Ligeramente luminoso	Luminoso	Muito luminoso
--------------	--------	--------------------	--------	----------------------	----------	----------------

3.19: Como prefere sentir o nível de iluminação?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.20: Como considera a diferença de iluminação entre o espaço em que se encontra e a vizinhança?

Muito baixa	Baixa	Ligeramente baixa	Nenhuma	Ligeramente elevada	Elevada	Muito Elevada
-------------	-------	-------------------	---------	---------------------	---------	---------------

3.21: Como prefere sentir a diferença de iluminação entre o espaço em que se encontra e a vizinhança?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.22: Como considera a iluminação natural existente no espaço em que se encontra? (Se aplicável)

Nenhuma	Muito baixa	Baixa	Ligeramente baixa	Ligeramente elevada	Elevada	Muito Elevada
---------	-------------	-------	-------------------	---------------------	---------	---------------

3.23: Como prefere sentir a iluminação natural? (Se aplicável)

Muito menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.24: Como considera a iluminação do espaço em que se encontra?

Claramente inaceitavel	Moderadamente inaceitavel	Moderadamente aceitavel	Claramente aceitavel
------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------

3.25: Em relação à iluminação, em termos gerais, como se encontra?

Muito desconfortavel	Desconfortavel	Ligeramente desconfortavel	Confortavel
----------------------	----------------	----------------------------	-------------

Mobiliário:

3.26: Como considera a cadeira em que se encontra sentado em relação à altura?

Muito baixa	Baixa	Ligeramente Baixa	Adequada	Ligeramente Alta	Alta	Muito alta
-------------	-------	-------------------	----------	------------------	------	------------

3.27: Como prefere a altura da cadeira?

Muito Menor	Menor	Ligeramente menor	Sem alteração	Ligeramente maior	Maior	Muito maior
-------------	-------	-------------------	---------------	-------------------	-------	-------------

3.28: Como se encontra, quando sentado?

Muito desconfortavel	Desconfortavel	Ligeramente desconfortavel	Confortavel
----------------------	----------------	----------------------------	-------------

3.29: Baseado na sua preferência pessoal, como considera a cadeira?

Claramente inaceitavel	Moderadamente inaceitavel	Moderadamente aceitavel	Claramente aceitavel
------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------

3.30: No final de várias horas sentado, sente dores na coxa? SIM NAO

3.31: Alguma vez foi instruído sobre a melhor forma de se sentar? SIM NÃO

ANEXO IV – LIVRO DE CÓDIGOS

Pg.	Desc. Conteúdo pergunta	Tipo de variável	Modalidades da resposta
Hora	Hora de preenchimento do questionário		
	Informação Pessoal:		
P1.1	Idade		Pergunta aberta numérica
P1.2	Sexo	Qualitativa Nominal	1 = Masculino 2 = Feminino
P1.3	Estatura aproximada		Pergunta aberta numérica
P1.4	Ano curricular		Pergunta aberta numérica
P1.5	Curso		Pergunta aberta texto
	Informação relativa à utilização da biblioteca:		
P2.1	Razão utilizar normalmente a biblioteca: Local calmo e agradável Local com mesas Acesso a livros Acesso a informação Não ter mais nenhum sítio Estar com amigos Outra	Qualitativa Nominal	1 = Assinalada 1 = Assinalada 1 = Assinalada 1 = Assinalada 1 = Assinalada 1 = Assinalada 1 = Assinalada
P2.2	Em média, quantas horas passa na biblioteca por semana?	Qualitativa Ordinal	1 = < 1 2 = 1 - 2 h 3 = 2 - 3 h 4 = 3 - 4 h 5 = 4 - 5 h 6 = > 5 h
P2.3	Que actividade(s) desenvolveu?		Pergunta aberta texto
P2.4	Quanto tempo permaneceu na biblioteca?	Qualitativa Ordinal	1 = < ½ h 2 = ½ - 1 h 3 = 1 - 2 h 4 = 2 - 3 h 5 = > 3 h
	Factores ambientais: Ambiente térmico:		
P3.1	Em relação à sua sensação térmica, como se sente neste momento?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito frio 2 = Frio 3 = Ligeiramente frio 4 = Nem frio, nem quente 5 = Ligeiramente quente 6 = Quente 7 = Muito quente
P3.2	Como preferia sentir-se?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito mais fresco 2 = Mais fresco 3 = Ligeiramente mais fresco 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente mais quente 6 = Mais quente 7 = Muito mais quente
P3.3	Como considera, a diferença de temperatura entre a sua cabeça e os seus tornozelos?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito baixa 2 = Baixa 3 = Ligeiramente baixa 4 = Nenhuma 5 = Ligeiramente elevada 6 = Elevada 7 = Muito elevada
P3.4	Como preferia sentir a diferença de temperatura entre a cabeça e os tornozelos, neste momento?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.5	O que sente sobre a velocidade do ar?	Qualitativa Ordinal	1 = Nenhuma movimentação 2 = Ligeira brisa 3 = Brisa 4 = Corrente de ar 5 = Forte corrente de ar
P3.6	Como preferia sentir a velocidade do ar?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior

P3.7	Como considera, a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito baixa 2 = Baixa 3 = Ligeiramente baixa 4 = Nenhuma 5 = Ligeiramente elevada 6 = Elevada 7 = Muito elevada
P3.8	Como preferia sentir a diferença de temperatura entre o interior da biblioteca e o exterior?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.9	Considera-se em relação ao ambiente térmico em geral...	Qualitativa Ordinal	1 = Muito desconfortável 2 = Desconfortável 3 = Ligeiramente desconfortável 4 = Confortável
P3.10	Baseado na sua preferência pessoal, como considera o ambiente térmico do espaço?	Qualitativa Ordinal	1 = Claramente inaceitável 2 = Moderadamente inaceitável 3 = Moderadamente aceitável 4 = Claramente aceitável
P3.11	Como considera este espaço?	Qualitativa Ordinal	1 = Intolerável 2 = Muito difícil de tolerar 3 = Difícil de tolerar 4 = Ligeiramente difícil de tolerar 5 = Perfeitamente tolerável
P3.12	Das seguintes opções seleccione e numere aquilo que possui neste momento: Short/Calção T-shirt Calças Camisa/Blusa Camisola leve Camisola grossa Casaco leve Casaco forrado/flanela Quispo/Polar Meias Sandália/Chinelos Sapatos Botas		Pergunta aberta numérica
Factores ambientais: Ruído:			
P3.13	Em relação ao ruído, como o considera neste momento?	Qualitativa Ordinal	1 = Nulo 2 = Baixo 3 = Ligeiramente elevado 4 = Elevado 5 = Muito elevado
P3.14	Como preferia sentir o ruído?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.15	Como considera o nível de ruído?	Qualitativa Ordinal	1 = Claramente inaceitável 2 = Moderadamente inaceitável 3 = Moderadamente aceitável 4 = Claramente aceitável
P3.16	Em relação ao ruído, considera-se...	Qualitativa Ordinal	1 = Muito desconfortável 2 = Desconfortável 3 = Ligeiramente desconfortável 4 = Confortável
P3.17	Algum dos equipamentos da biblioteca causa ruído que o incomode?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.17a	Se NÃO, qual?		Pergunta aberta texto
Factores ambientais: Iluminação:			
P3.18	Como sente o espaço em que se encontra no que respeita à iluminação?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito escuro 2 = Escuro 3 = Ligeiramente escuro 4 = Normal 5 = Ligeiramente luminoso 6 = Luminoso 7 = Muito luminoso
P3.19	Como preferia sentir o nível de iluminação?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior

P3.20	Como considera a diferença de iluminação entre o espaço em que se encontra e a vizinhança?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito baixa 2 = Baixa 3 = Ligeiramente baixa 4 = Nenhuma 5 = Ligeiramente elevada 6 = Elevada 7 = Muito elevada
P3.21	Como preferia sentir a diferença de iluminação entre o espaço em que se encontra e a vizinhança?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.22	Como considera a iluminação natural existente no espaço em que se encontra? (se aplicável)	Qualitativa Ordinal	1 = Nenhuma 2 = Muito baixa 3 = Baixa 4 = Ligeiramente baixa 5 = Ligeiramente elevada 6 = Elevada 7 = Muito elevada
P3.23	Como preferia sentir a iluminação natural? (se aplicável)	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.24	Como considera a iluminação do espaço em que se encontra?	Qualitativa Ordinal	1 = Claramente inaceitável 2 = Moderadamente inaceitável 3 = Moderadamente aceitável 4 = Claramente aceitável
P3.25	Em relação à iluminação, em termos gerais, como se encontra?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito desconfortável 2 = Desconfortável 3 = Ligeiramente desconfortável 5 = Confortável
	Mobiliário:		
P3.26	Como considera a cadeira em que se encontra sentado em relação à altura?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito baixa 2 = Baixa 3 = Ligeiramente baixa 4 = Adequada 5 = Ligeiramente alta 6 = Alta 7 = Muito alta
P3.27	Como preferia a altura da cadeira?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.28	Como se encontra, quando sentado?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito desconfortável 2 = Desconfortável 3 = Ligeiramente desconfortável 5 = Confortável
P3.29	Baseado na sua preferência pessoal, como considera a cadeira?	Qualitativa Ordinal	1 = Claramente inaceitável 2 = Moderadamente inaceitável 3 = Moderadamente aceitável 4 = Claramente aceitável
P3.30	No final de várias horas sentado, sente dores na coxa?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.31	Alguma vez foi instruído sobre a melhor forma de se sentar?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.32	Indique a principal característica da cadeira que considera como factor de desconforto.		Pergunta aberta texto
P3.33	Encontra-se a utilizar o portátil para estudar ou trabalhar nas mesas da biblioteca?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.34	Como considera a mesa de trabalho?	Qualitativa Ordinal	1 = Baixa 2 = Ligeiramente baixa 3 = Adequada 4 = Ligeiramente alta 5 = Alta
P3.35	Como preferia a altura da mesa?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito menor 2 = Menor 3 = Ligeiramente menor 4 = Sem alteração 5 = Ligeiramente maior 6 = Maior 7 = Muito maior
P3.36	Consegue colocar confortavelmente as pernas de baixo da	Qualitativa Nominal	1 = Sim

	mesa?		2 = Não
P3.37	Costuma, ao final de algumas horas sentado, ter dores na zona do pescoço?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.38	Costuma utilizar as prateleiras para procurar livros?	Qualitativa Nominal	1 = Sim 2 = Não
P3.39	Como considera em termos de acesso as prateleiras? (se aplicável)	Qualitativa Ordinal	1 = Claramente inaceitável 2 = Moderadamente inaceitável 3 = Moderadamente aceitável 4 = Claramente aceitável
	Apreciação geral		
P4.1	Em termos gerais, como classifica a biblioteca?	Qualitativa Ordinal	1 = Muito desconfortável 2 = Desconfortável 3 = Ligeiramente desconfortável 4 = Confortável
	Controlo das características da sala		
P5.1	O local em que se encontra sentado, escolheu-o ao acaso, ou por outra razão?		Pergunta aberta texto
P5.2	Considera importante conseguir controlar algum dos parâmetros questionados anteriormente? Se sim, quais e como?		Pergunta aberta texto
	Localização		
P6.1	Assinale o local onde se encontra:	Qualitativa Nominal	1 = BPG-1D 2 = BPG 1E 3 = BPG-2D 4 = BPG-2E 5 = BPG-3 6 = BPG-4E 7 = BPG-4D 8 = BGUM2-1E 9 = BGUM2-2D 10 = BGUM2-2E 11 = BGUM2-3 12 = BGUM2-4 13 = BGUM2-5 14 = BGUM2-6 15 = BGUM2-7 16 = BPG-5 17 = BPG-4bancadasD 18 = BPG-1bancadasD 19 = Erro 20 = BGUM3-1E 21 = BGUM3-2D 22 = BGUM3-2E 23 = BGUM3-3 24 = BGUM3-4 25 = BGUM3-5 26 = BGUM3-6 27 = BGUM3-7 28 = BPG-4bancadasE 29 = BPG-1bancadasE 30 = BGUM-1D 31 = BGUM3-1D

ANEXO V – REPRESENTAÇÃO DOS INQUIRIDOS POR CURSO

Curso	Percentagem	Curso	Percentagem
Administração Pública	1,2	História	0,3
Arquitetura	0,5	Linguas Aplicadas	0,7
Biologia Aplicada	0,2	LLE	0,5
Biologia-Geologia	0,5	Matemática	0,3
Bioquímica	1,8	Medicina	1,0
Ciências da Computação	0,3	Mestrado	5,5
Ciências da Comunicação	0,8	MIEB	2,2
Design e Marketing de Moda	0,3	MIECOM	4,5
Direito	4,3	MIEEIC	9,0
Docente	0,2	MIEGI	3,7
Doutoramento	1,0	MIEM	5,8
Economia	3,0	MIEMAT	0,5
Educação	0,2	MIEPOL	4,3
Enfermagem	0,2	MIET	1,0
Engenharia Biomédica	0,7	Negócios Internacionais	0,3
Engenharia Civil	21,0	Optometria e Ciências da Visão	1,7
Engenharia Informática	3,3	Psicologia	3,0
Ensino Básico	0,2	Química	1,0
EPL	0,7	Recursos Humanos	0,2
Estatística Aplicada	0,8		
Física	0,2	Relações Internacionais	1,0
Geologia	0,2	Sociologia	0,7
Gestão	1,2	TSI	5,7

ANEXO VI - ISOLAMENTO DE VESTUÁRIO

<i>Artigo de Vestuário</i>	<i>clo</i>	<i>Artigo de Vestuário</i>	<i>clo</i>
Roupa interior		Camisolas	
Cuecas	0,03	Colete	0,12
Boxers	0,10	Malha fina	0,20
Camisola cavilhada	0,04	Normal	0,28
T-shirt	0,09	Malha grossa	0,35
Camisola interior de manga comprida	0,12		
Cuecas e sutiã	0,03	Casaco	
		Verão	0,25
Camisas/blusas		Casaco meia estação	0,35
Manga curta	0,15	Normal	0,30
Leve, manga comprida	0,20		
Normal, manga comprida	0,25	Fibra-Pele	
Camisa de flanela, manga comprida	0,30	Sobretudo	0,90
Blusa leve, manga comprida	0,15	Calças compridas	0,35
		Casaco	0,40
Calças		Colete	0,20
Calção	0,06		
Leves	0,20	Roupa de ambientes exteriores	
Normais	0,25	Casaco	0,60
Flanela	0,28	Casaco comprido	0,55
		Parca	0,70
Vestidos/saias		Macacão Fibra-pele	0,55
Saias de Verão (leves)	0,15		
Saias de Inverno (pesadas)	0,25	Diversos	
Vestido leve de manga curta	0,20	Meias	0,02
Vestido de Inverno de manga comprida	0,40	Meias pelo tornozelo grossas	0,05
		Meias cano alto grossas	0,10
		Meias calça de fibra	0,03
		Sapato sola fina	0,02
		Sapato sola grossa	0,04
		Botas	0,10
		Luvax	0,05

ANEXO VII – DETERMINAÇÃO DO METABOLISMO

De acordo com a ISO 8996:1990:

Aspecto	Análise
Tarefa	Sentado, a redigir dados com uma ou as duas mãos, sendo o trabalho considerado trabalho ligeiro.
População	Homens e mulheres
Metabolismo Basal	$(44 + 41)/2 = 42,5 \text{ w/m}^2$
Postura	10 W/m ²
Tipo de trabalho	15 W/m ²
Total	67,5 W/m ²
	121,5 W

ANEXO VIII – MEDIDAS DO MOBILIÁRIO

Mesa BGUM



Mesa BPG



Bancada BPG



Mesa BGUM



Mesa BGUM



Banco BPG



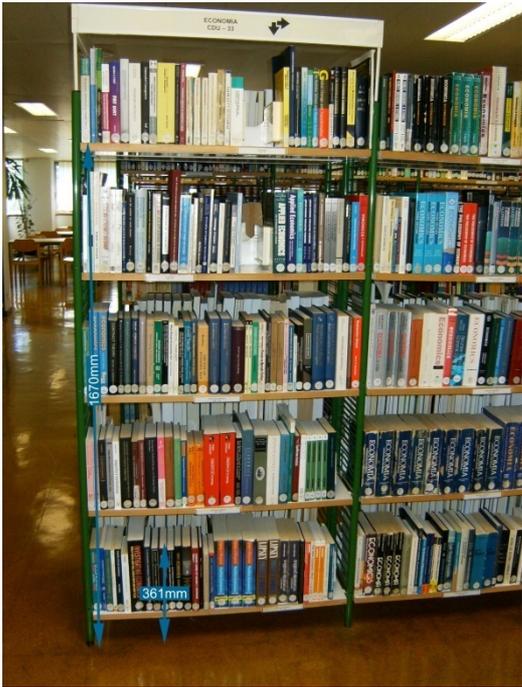
Cadeira BGUM



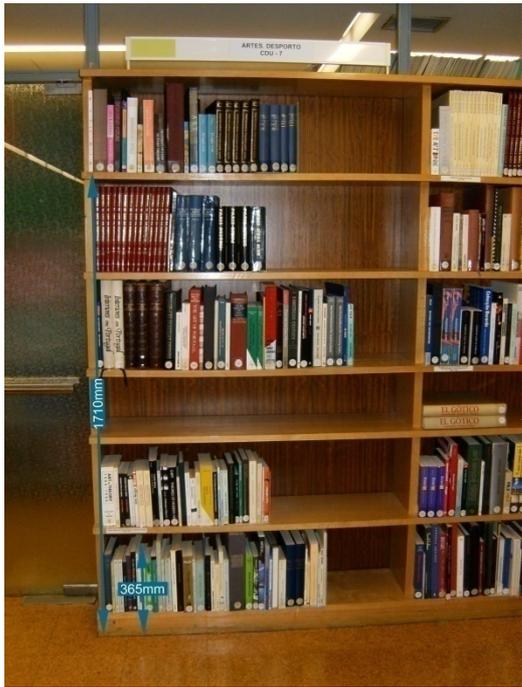
Cadeira BPG



Estante BGUM



Estante BPG



Estante BPG



ANEXO IX – CARACTERIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO AFECTIVA DA Tar POR BIBLIOTECA

