

Café com Ciência

Ruan Eduardo Carneiro Lucas

02/12/2019

Resultados

1. Descrição dos ambientes;
2. Descrição da amostra;
3. Descrição das variáveis ambientais;
4. Descrição da percepção ambiental;
5. Influência das variáveis ambientais no desempenho;
6. Dimensões perceptivas;
7. Influência das dimensões perceptivas no desempenho;
8. Relações entre as dimensões perceptivas.

DESCRIÇÃO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL

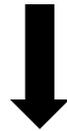
Descrição da Percepção Ambiental

PERCEPÇÃO
TÉRMICA

PERCEPÇÃO
LUMÍNICA

PERCEPÇÃO
DE RUÍDO

PERCEPÇÃO
DOS
ASPECTOS
GERAIS



- No **terceiro dia**, em que foi proposta a **temperatura do ar mais elevada**, apresentou o **maior percentual de indivíduos insatisfeitos** com relação as condições ambientais.

Descrição da Percepção Ambiental

Analisando a literatura é comum identificar que a percepção térmica é capaz de impactar na percepção das demais variáveis.

Frontczak e Wargocki (2011) explanaram que os aspectos **térmicos apresentaram maior peso** e foram capazes de **influenciar na percepção geral** independentemente das condições das outras variáveis.

Kim e Dear (2012) constataram que os ocupantes **indicaram satisfação geral com o ambiente** quando ele possuía **boas condições de temperatura** e ruído, mesmo quando outras variáveis, como iluminação e qualidade do ar, não apresentavam condições ideais.

Haldi e Robinson (2010) mostraram que a maioria dos indivíduos, cerca de 80%, quando submetidos a **temperaturas propícias ao conforto térmico**, indicaram sensação de **conforto visual mesmo com drásticas variações nos níveis de iluminação**.

Descrição da Percepção Ambiental

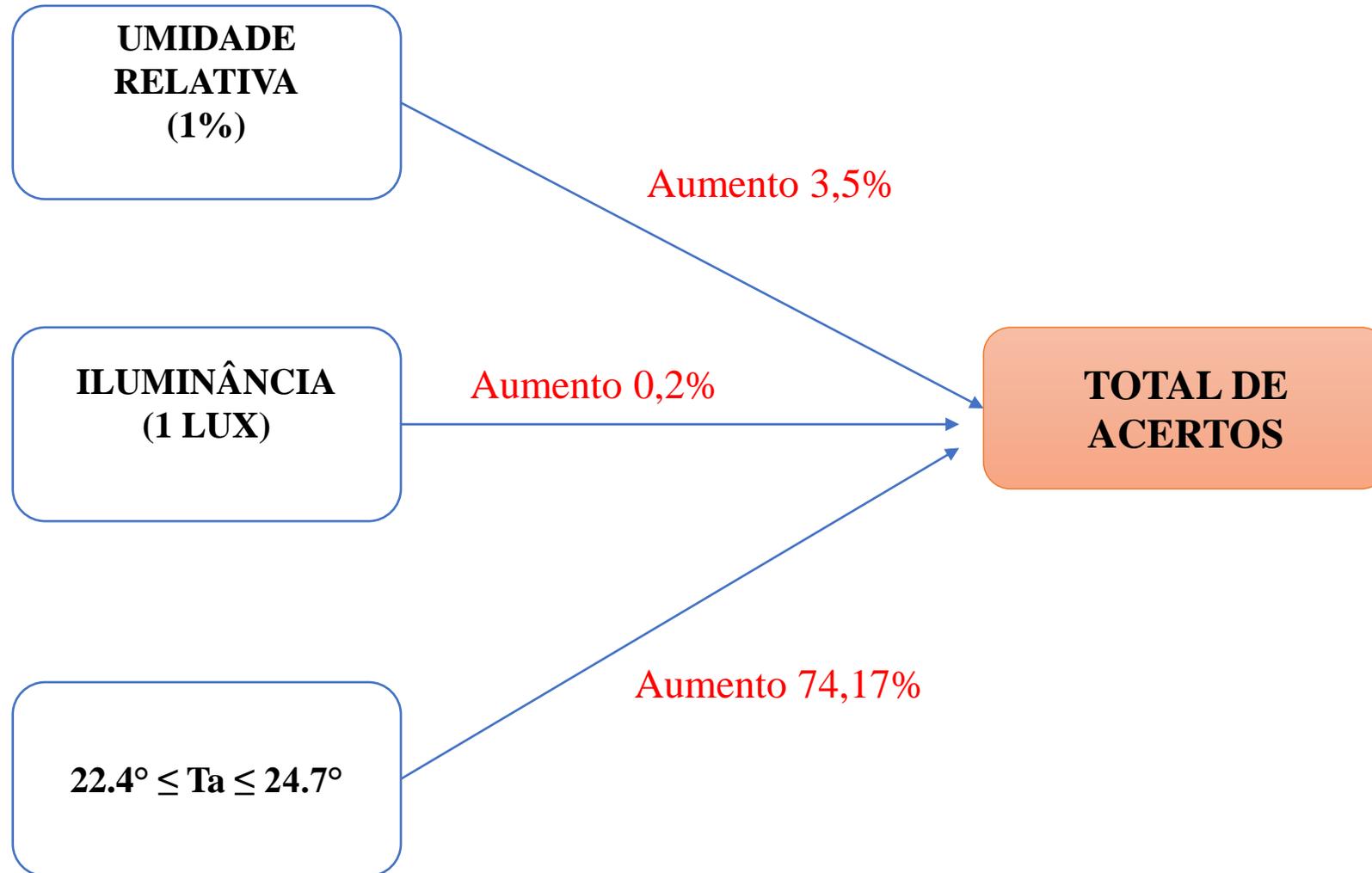
Huang *et. al.* (2012), quando explanaram que níveis elevados de **iluminação e ruído** foram mais bem aceitos e a satisfação geral com as condições ambientais foram maiores quando as **temperaturas propiciavam o conforto térmico**.

Pellerin e Candas (2003) e Nagano e Horikoshi (2005), identificaram que as **condições térmicas do ambiente** influenciaram na percepção térmica, e **tenderam a tornar os ocupantes mais críticos com relação a outras variáveis**, por exemplo, o ruído.

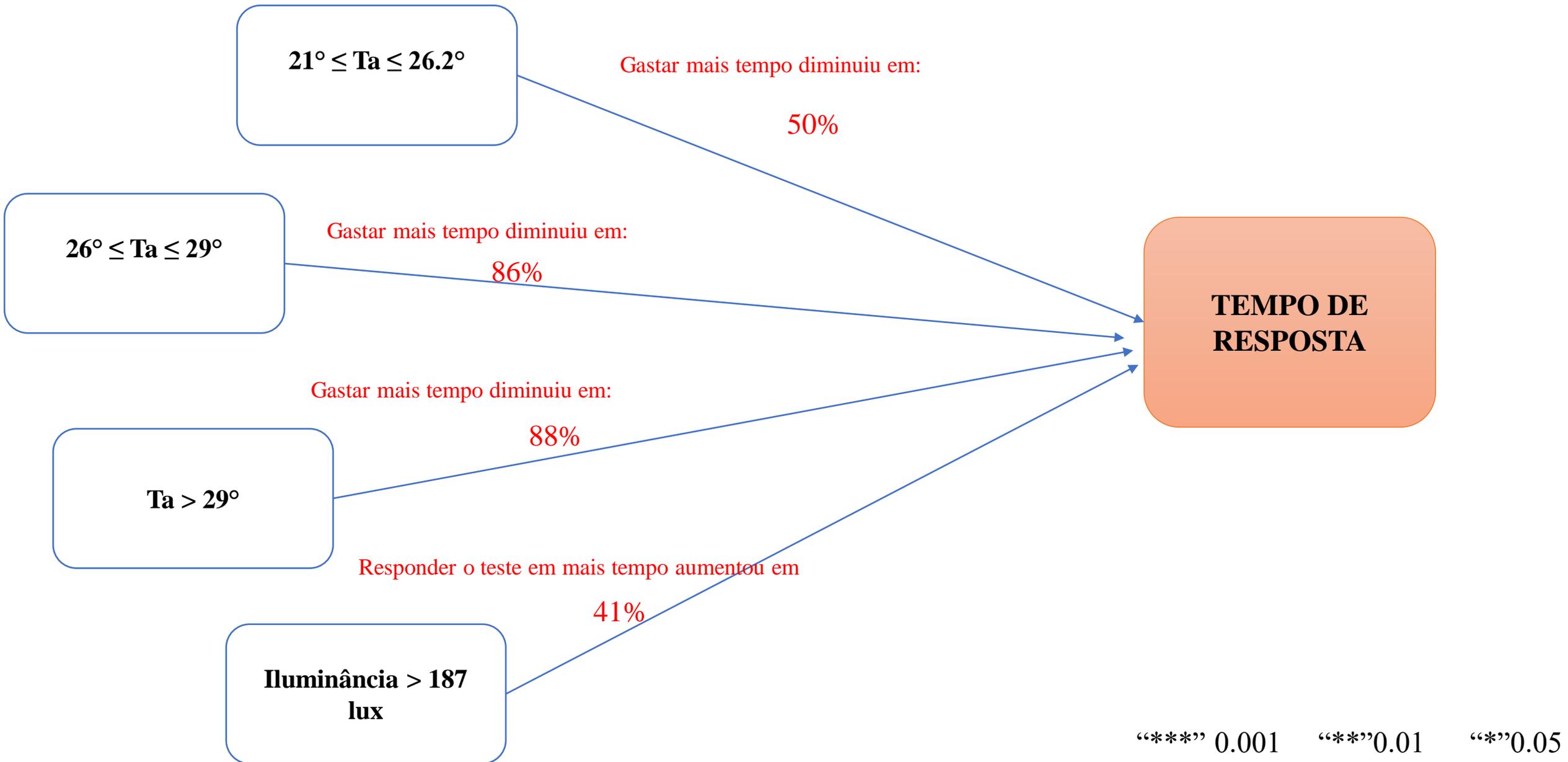
Yang e Moon (2019) constataram que o **conforto acústico** foi fortemente afetado pelas **condições acústicas e térmicas**. Além disso, o **conforto visual** sofreu influência das condições acústicas, e **principalmente, das condições térmicas**.

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO DESEMPENHO

Influência das variáveis ambientais no desempenho



Influência das variáveis ambientais no desempenho



Influência das variáveis ambientais no desempenho

Os principais resultados encontrados podem ser sintetizados da seguinte forma:

- 1) estudantes submetidos a $22.4^{\circ} \leq \text{Temperatura do ar} \leq 24.7^{\circ}$ apresentaram chance de o desempenho aumentar em cerca de 74,20% na comparação com quem estava fora desse intervalo.
- 2) Além disso, indivíduos em faixas de temperatura mais altas tenderam a responder o teste mais rapidamente.

Análise da literatura

Resultado 1: $22.4^{\circ} \leq$ Temperatura do ar $\leq 24.7^{\circ}$

Jiang *et. al.* (2018) explanaram que apenas condições térmicas insatisfatórias, seja por altas ou baixas temperaturas, influenciaram negativamente no desempenho dos estudantes.

AUTOR	RESULTADOS ENCONTRADOS QUE SE RELACIONARAM COM AUMENTO DO DESEMPENHO (°C)
Niemelä <i>et. al.</i> (2002)	$22.4^{\circ} \leq$ Temperatura do ar $\leq 24.7^{\circ}$
Tham (2004)	$20^{\circ} \leq$ Temperatura do ar $\leq 24^{\circ}$
Lan <i>et. al.</i> (2009)	Temperatura do ar $< 28^{\circ}\text{C}$
Jaber <i>et. al.</i> (2017)	Para temperaturas entre $23^{\circ} \leq$ Temperatura do ar $\leq 24^{\circ}$ o desempenho foi maior que para temperaturas no entorno de 20°C
Wang <i>et al.</i> (2018)	$\pm 27^{\circ}$
Lau <i>et. al.</i> (2019)	$26,7^{\circ}$ com variantes até 24°C
Wargoeki <i>et. al.</i> (2019)	Redução da temperatura do ar de 30°C para 20°C

Análise da literatura

Resultado 2: Em faixas de temperatura mais altas os estudantes tenderam a responder o teste mais rapidamente

Diante de **situações desconfortantes** termicamente o corpo humano envia **pulsos elétricos ao cérebro**, que responde **buscando comportamentos** que **minimizem os efeitos insalubres** (PARSONS, 2009). Dessa maneira, o tempo de resposta em condições térmicas elevadas torna-se mais rápido em virtude da **necessidade de sair do estado de desconforto**.

Apesar disso, é importante destacar que alguns estudantes apresentaram o **tempo de resposta similar nos três dias**. Esse resultado caminha em direção as constatações desenvolvidas por **Abreu-Harbich et. al. (2018)**, quando indicaram que os **alunos acostumados** a estar em **diversificados ambientes térmicos** e submetidos a **diferentes condições** climáticas apresentam **maior grau de adaptabilidade térmica** e sentem **menos os efeitos da variação da temperatura**.

DIMENSÕES PERCEPTIVAS

Testes iniciais – ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA (AFE)

Teste de esfericidade de Bartlett	
Teste de Hipótese (Hipótese nula: a matriz de correlações é uma matriz identidade , caso p-valor seja inferior a 0,005 rejeita-se a hipótese nula e pode-se aplicar a análise fatorial)	
Qui-Quadrado	614.5424
p-valor	6.052271e-90

KMO encontrado	Valores de referência
0.86	1 – 0,9 (Muito boa)
	0,8 – 0,9 (Boa)
	0,7 – 0,8 (Média)
	0,6 – 0,7 (Razoável)
	0,5 – 0,6 (Má)
	<0,5 (Inaceitável)
	(FÁVERO <i>et al.</i> , 2009)

(Comparar correlações simples com as correlações parciais)

Testes iniciais – ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA (AFE)

- Outra medida importante é a Medida de Adequação da Amostra, ou **Measure of Sampling Adequacy (MSA)**.
- Valores de MSA **inferiores a 0.5** indicam que essa **variável não se ajusta à estrutura** definida pelas outras variáveis e, neste caso considera-se a sua eliminação da AFE.

CÓDIGO	MSA
Q1	0.86
Q2	0.92
Q3	0.86
Q5	0.85
Q7	0.83
Q8	0.85
Q9	0.85
Q10	0.94
Q14	0.86
SENS	0.77
DES	0.65

Testes iniciais – ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA (AFE)

- Além disso, o **alfa de Cronbach** é um importante parâmetro para indicar a **confiabilidade do instrumento**, em que o **valor ideal é acima de 0,7** (NUNNALLY, 1967).
- Logo, para o presente instrumento o valor encontrado foi de **0.82**, que pode ser **considerado aceitável**.



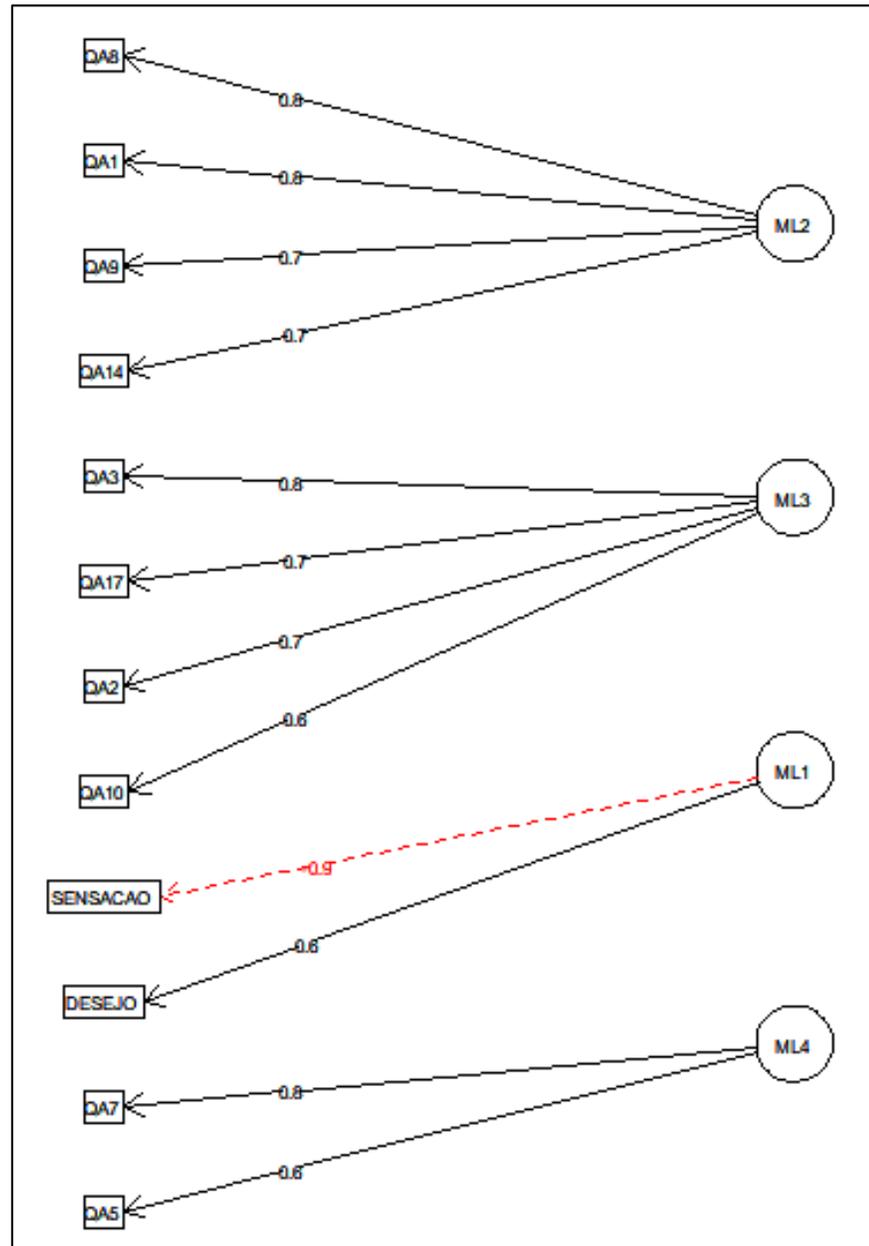
Matriz Anti-Imagem

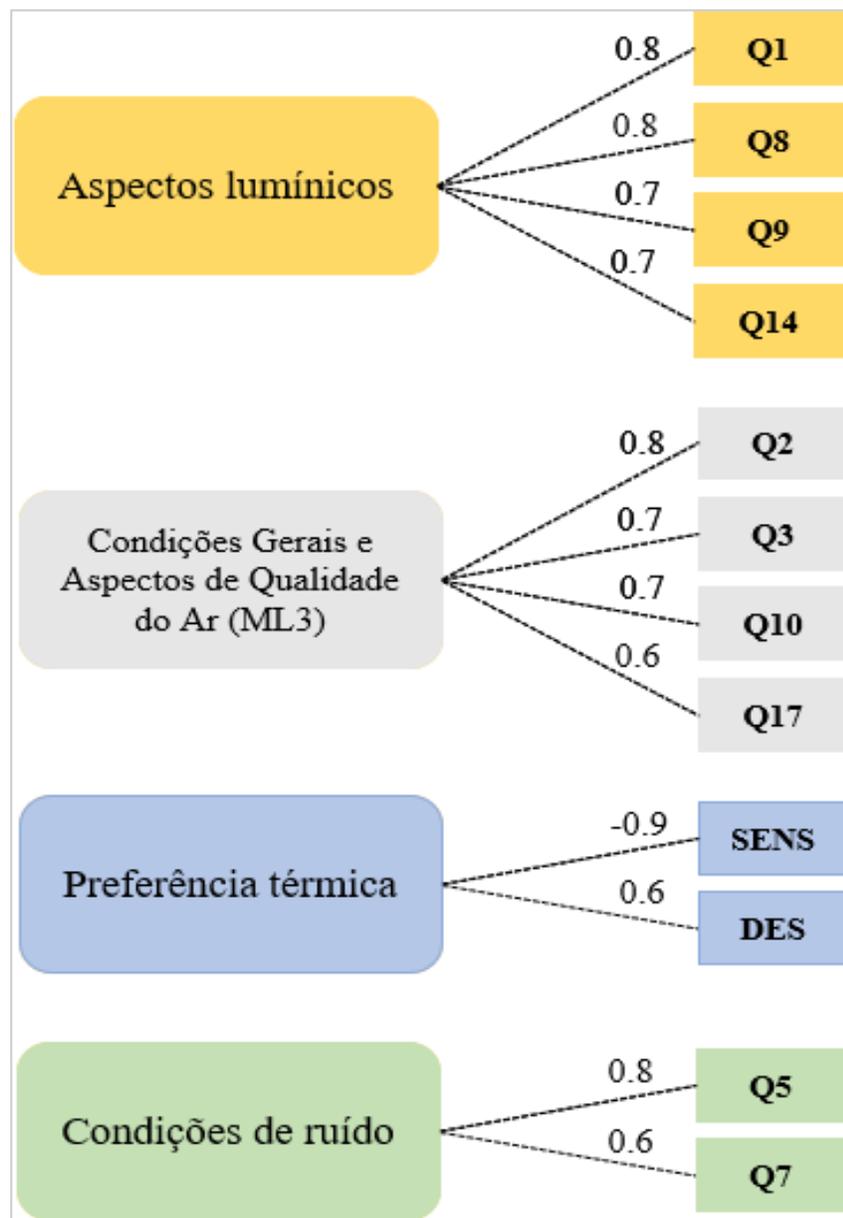
	CONFORTO	SENSACAO	DESEJO	QA1	QA10	QA14	QA17	QA2	QA3	QA5	QA7	QA8	QA9
CONFORTO	1.0000000	-0.347489	-0.1032889	-0.057513	0.038007	-0.023170	0.106707	-0.0034152	0.2245453	-0.0165095	0.017951	-0.0204015	-0.036127
SENSACAO	-0.3474891	1.000000	0.5381465	-0.072196	0.139254	-0.031550	0.131591	0.0954393	0.0605267	-0.1040253	0.038439	0.0693742	-0.046998
DESEJO	-0.1032889	0.538146	1.0000000	-0.101457	-0.038305	-0.035110	0.068744	0.0239391	-0.0021435	-0.0067903	0.024784	0.1213046	-0.029974
QA1	-0.0575128	-0.072196	-0.1014575	1.000000	0.042208	-0.482757	0.021254	-0.1131973	-0.1062027	-0.0285725	0.037503	-0.2235283	-0.120041
QA10	0.0380075	0.139254	-0.0383051	0.042208	1.000000	0.030670	-0.113670	-0.1921441	-0.1699229	-0.0511784	-0.055398	-0.0758058	-0.124980
QA14	-0.0231700	-0.031550	-0.0351104	-0.482757	0.030670	1.000000	-0.200775	-0.0854235	0.1074068	0.0106197	-0.102960	-0.2002936	-0.045632
QA17	0.1067075	0.131591	0.0687442	0.021254	-0.113670	-0.200775	1.000000	-0.0884777	-0.3729347	-0.1330119	-0.109628	0.0190353	0.041250
QA2	-0.0034152	0.095439	0.0239391	-0.113197	-0.192144	-0.085424	-0.088478	1.0000000	-0.3290922	-0.1047829	0.037363	-0.0271001	0.027923
QA3	0.2245453	0.060527	-0.0021435	-0.106203	-0.169923	0.107407	-0.372935	-0.3290922	1.0000000	-0.0324884	0.069383	-0.0071916	0.029466
QA5	-0.0165095	-0.104025	-0.0067903	-0.028572	-0.051178	0.010620	-0.133012	-0.1047829	-0.0324884	1.0000000	-0.483064	-0.0389802	-0.067675
QA7	0.0179511	0.038439	0.0247839	0.037503	-0.055398	-0.102960	-0.109628	0.0373631	0.0693834	-0.4830639	1.000000	-0.0445245	-0.026775
QA8	-0.0204015	0.069374	0.1213046	-0.223528	-0.075806	-0.200294	0.019035	-0.0271001	-0.0071916	-0.0389802	-0.044525	1.0000000	-0.512701
QA9	-0.0361273	-0.046998	-0.0299740	-0.120041	-0.124980	-0.045632	0.041250	0.0279228	0.0294661	-0.0676751	-0.026775	-0.5127009	1.000000

- É a matriz das **correlações parciais** entre as variáveis (itens) após a **análise de fatores**.
- Representa o **grau** com que os **fatores “explicam”** um ao outro nos resultados.

PRINCIPAL RESULTADO DA ANÁLISE FATORIAL

	ML2	ML3	ML1	ML4	h2	u2
SENSACAO	-0.01	-0.36	-0.93	-0.07	1.00	0.005
DESEJO	0.03	0.14	0.57	-0.01	0.35	0.651
QA1	0.77	0.26	0.03	0.12	0.67	0.328
QA10	0.26	0.58	0.28	0.22	0.52	0.476
QA14	0.73	0.24	0.04	0.20	0.64	0.365
QA17	0.22	0.70	0.23	0.29	0.68	0.323
QA2	0.31	0.69	0.20	0.16	0.63	0.366
QA3	0.14	0.84	0.23	0.11	0.79	0.206
QA5	0.29	0.31	-0.02	0.64	0.59	0.412
QA7	0.24	0.16	0.05	0.78	0.69	0.311
QA8	0.81	0.18	0.06	0.19	0.73	0.266
QA9	0.75	0.09	0.02	0.19	0.60	0.399
			ML2	ML3	ML1	ML4
SS loadings			2.71	2.45	1.42	1.31
Proportion Var			0.23	0.20	0.12	0.11
Cumulative Var			0.23	0.43	0.55	0.66
Proportion Explained			0.34	0.31	0.18	0.17
Cumulative Proportion			0.34	0.65	0.83	1.00





Q1	Quantidade de luz na mesa de trabalho
Q2	Qualidade do ar (em geral) na área de trabalho
Q3	Temperatura do ar na sua área de trabalho
Q5	Quantidade de ruído proveniente de outras pessoas
Q7	Quantidade de ruído de fundo (não proveniente de conversas) que você ouve da sua área de trabalho
Q8	Quantidade de luz para o trabalho com computador
Q9	Quantidade de luz refletida ou de ofuscamento na tela do computador
Q10	Movimento do ar na sua área de trabalho
Q14	Qualidade da iluminação na sua área de trabalho
Q17	Considerando todas as condições ambientais da sua área de trabalho, qual é o seu nível de satisfação com o ambiente interno da sua área de trabalho, como um todo?

Testes iniciais – ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA (AFC)

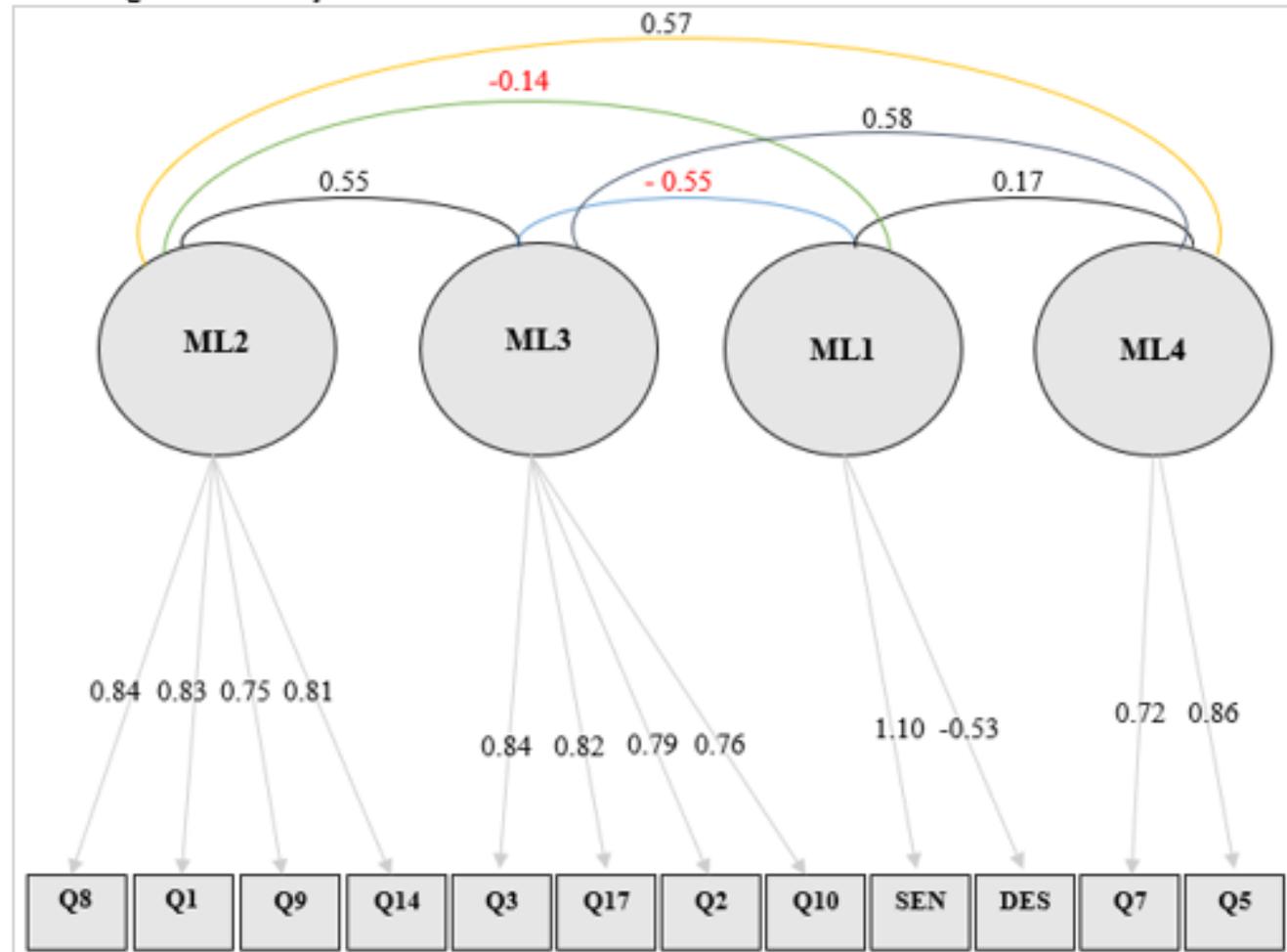
Tabela 49: Valores do modelo e avaliação

ESTATÍSTICAS	VALORES DO MODELO	AVALIAÇÃO
X² (Chi-square)	247.197	Significativo
p-value	0.000	
CFI	0.945	Ajustamento bom
GFI	0.928	
TLI	0.924	
PGFI	0.671	Ajustamento bom
PCFI	0.678	
RMSEA	0.086	Ajustamento bom
p-value	0.000	Significativo (p-valor < 0.05)

Fonte: Elaboração própria (2019)

Testes iniciais – ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA (AFC)

Figura 5: Diagrama de relações



Fonte: Elaboração própria (2019)

CONSIDERAÇÕES DO TÓPICO

- O instrumento abrangeu **quatro dimensões**, que incorporou as principais variáveis ambientais;
- Admite-se que o **questionário aplicado** pode ser considerado como um **potencial instrumento para avaliação subjetiva** da qualidade ambiental interna, pois **abrange a avaliação das diferentes áreas ambientais**;
- Conclui-se que a **avaliação subjetiva** da qualidade ambiental interna de ambientes climatizados de ensino superior pode ser realizada **mediante utilização deste questionário**;
- Tal constatação é importante, haja vista que na literatura faltam instrumentos de avaliação subjetiva para esse tipo de ambiente de ensino.

INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES PERCEPTIVAS NO DESEMPENHO

DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Testes iniciais

Tabela 51: Parâmetros do Modelo 1

ESTATÍSTICAS	VALORES DO MODELO	AVALIAÇÃO
X² (Chi-square)	279.236	Significativo
p-value	0.000	
CFI	0.941	Ajustamento bom
TLI	0.917	
RMSEA	0.077	Ajustamento bom
p-value	0.000	Significativo
Minimum Function Test Statistic	3758.432	Significativo
p-value	0.000	

Fonte: Elaboração própria (2019)

DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Análise de Covariância

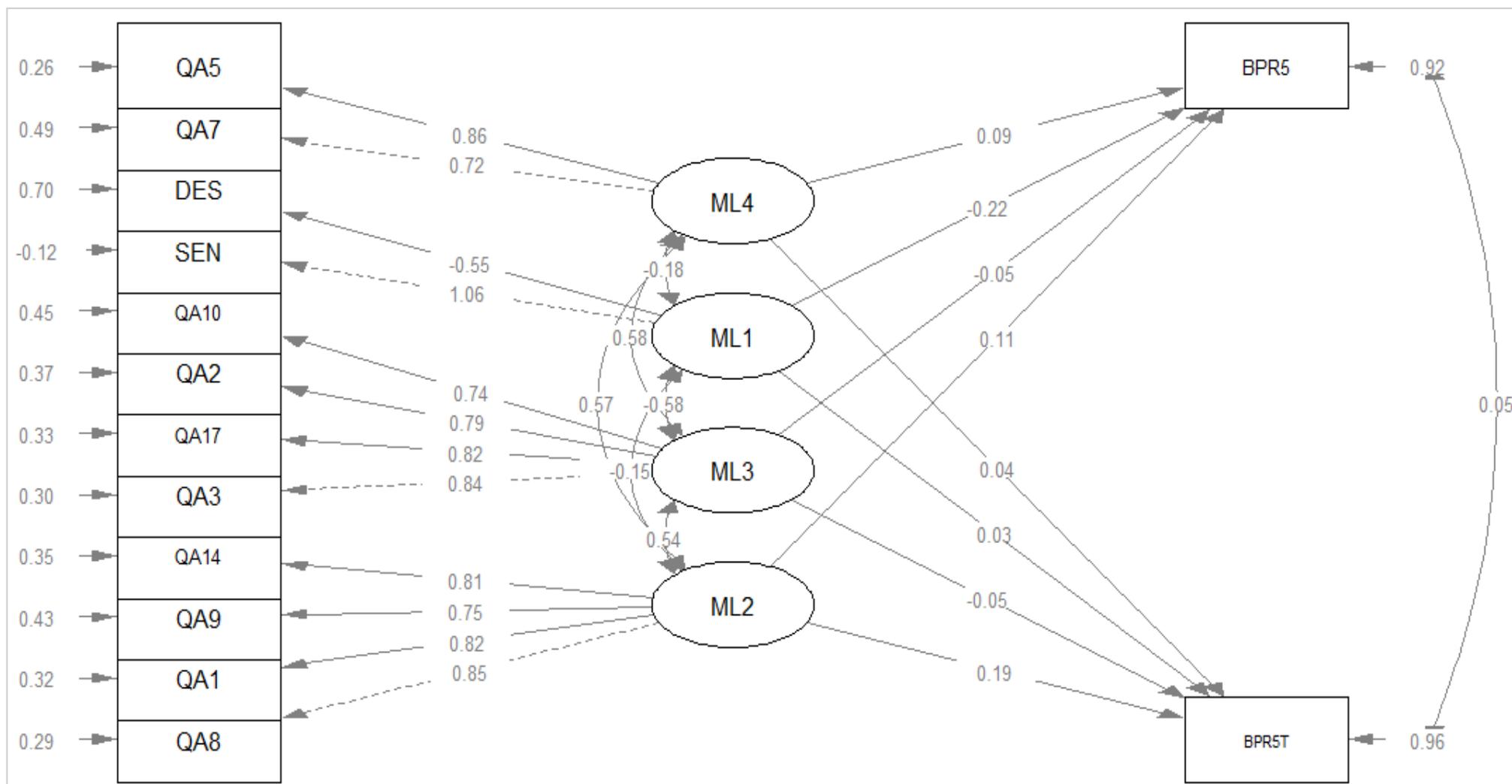
Tabela 53: Covariância

Relações	Estimativa	z-value	p-value
ML2 ~ ML3	1.077	9.649	0.000
ML2 ~ ML1	-0.267	-3.456	0.001
ML2 ~ ML4	0.808	8.737	0.000
ML3 ~ ML1	-1.284	-11.272	0.000
ML3 ~ ML4	1.013	8.787	0.000
ML1 ~ ML4	-0.282	-3.829	0.000

Fonte: Elaboração própria (2019)

DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Modelo básico



DESENVOLVIMENTO DO MODELO

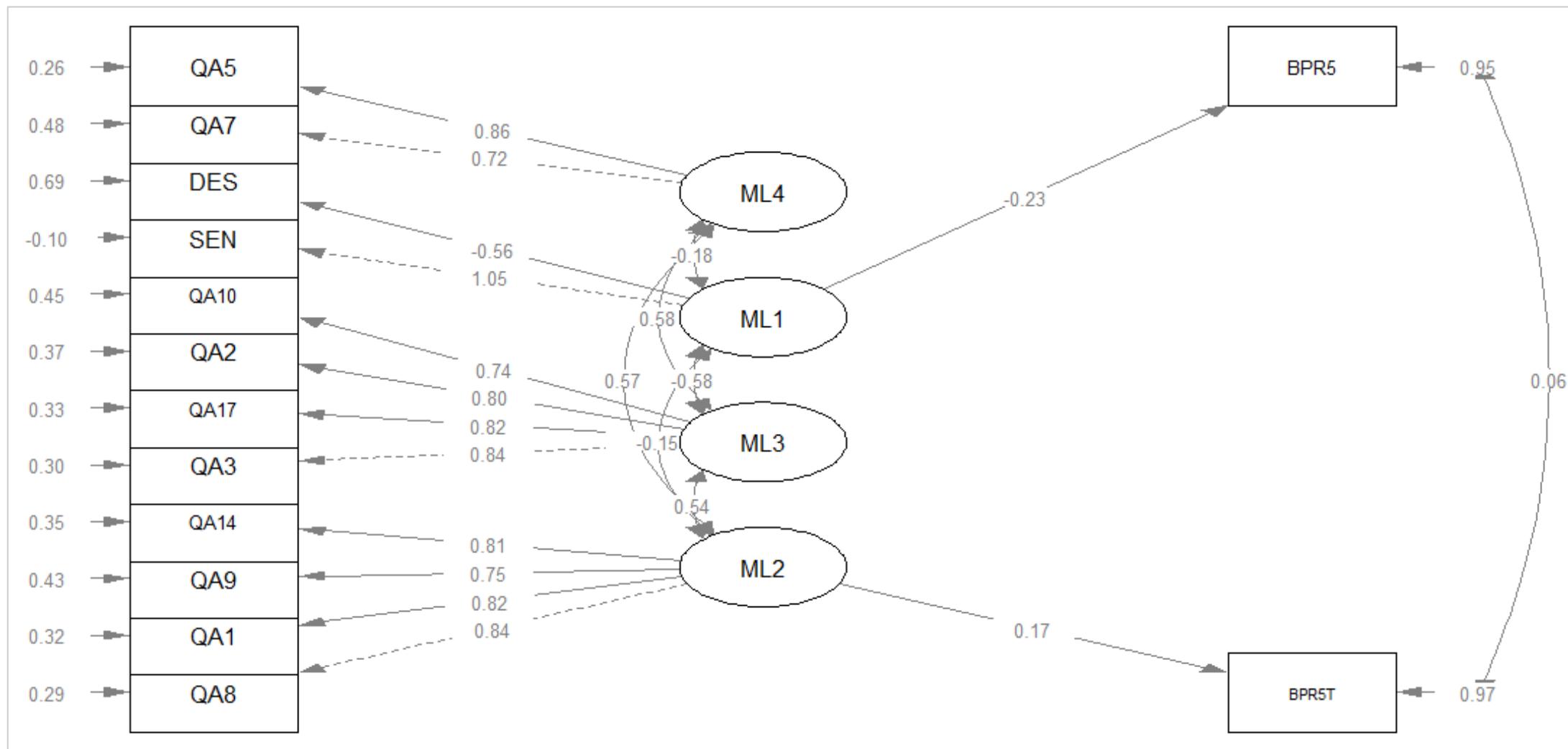
Significância

Tabela 54: Relação entre o desempenho e as dimensões

Relações	Estimativa	z-value	p-value
ML2 ~ BPR5	0.507	3.063	0.002
ML3 ~ BPR5	-0.110	-0.638	0.524
ML1 ~ BPR5	0.067	0.545	0.586
ML4 ~ BPR5	0.119	0.571	0.568
ML2 ~ BPR5T	16.493	1.821	0.069
ML3 ~ BPR5T	-5.560	-0.573	0.566
ML1 ~ BPR5T	-29.046	-3.637	0.000
ML4 ~ BPR5T	15.932	1.392	0.164

Fonte: Elaboração própria (2019)

MODELO ENCONTRADO



CONSIDERAÇÕES DO TÓPICO

- É importante ressaltar que as **variáveis isoladas**, que consistem na análise individual das questões propostas aos indivíduos, **não apresentaram relação com o desempenho**. Entretanto, quando foram **agrupadas** e analisadas de forma conjunta **apresentaram significância**.
- O diagnóstico feito anteriormente mostra que é **importante ampliar os questionamentos**, pois como se trata de aspectos subjetivos outras variáveis podem influenciar na percepção ambiental. Logo, o **maior número de questões** torna a **avaliação subjetiva mais precisa**.
- Por fim, identifica-se que esses resultados estão **alinhados** com os achados na **análise da influência das variáveis ambientais no desempenho** (Tópico 4.5), em que se identificou que a **temperatura do ar e a iluminância** foram as únicas variáveis que **apresentaram relação com o desempenho**.

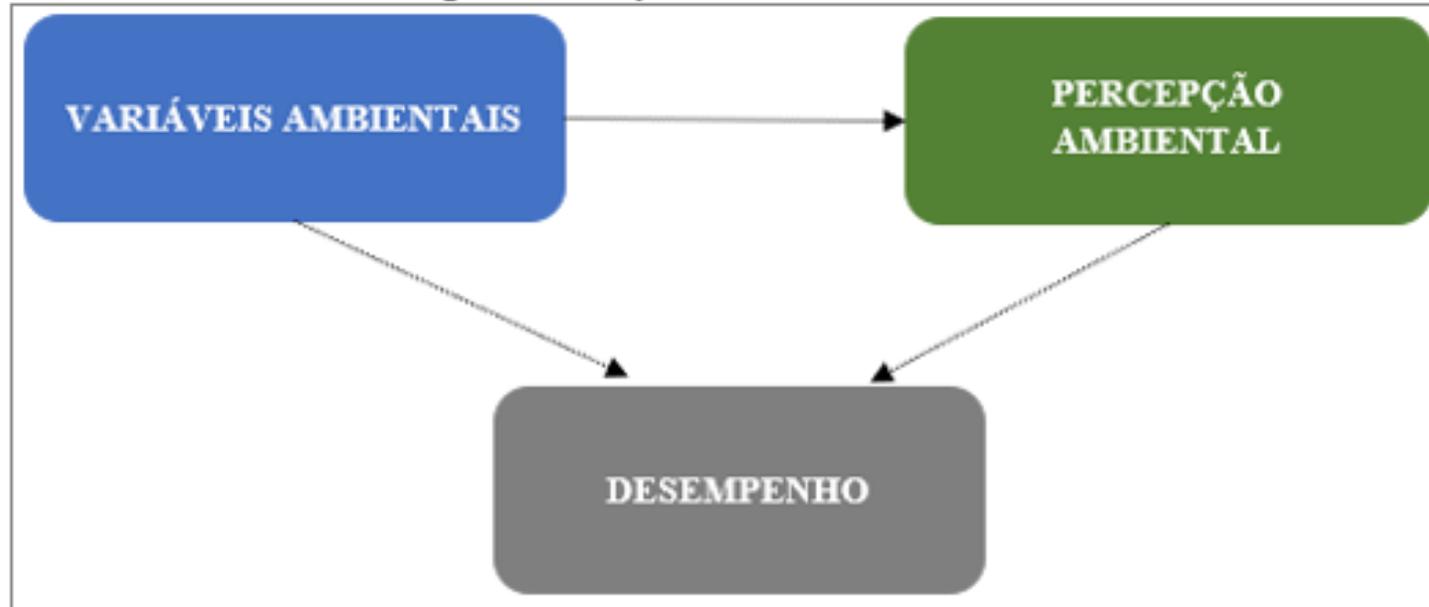
CONSIDERAÇÕES DO TÓPICO

- Esse alinhamento mostra que uma análise subjetiva bem feita é capaz de avaliar quais aspectos ambientais influenciam no desempenho. Essa informação é importante, pois na literatura predominam análises objetivas, em que se avalia apenas a influência dos parâmetros ambientais no desempenho.
- O cenário apresentado anteriormente é corroborado pela análise da literatura, quando se identifica que as condições térmicas e lumínicas influenciam diretamente o desempenho dos indivíduos dentro de ambientes de ensino (BAKÓ-BIRÓ *et al.*, 2012; SARBU; PACURAR, 2015; RAMPRASAD; SUBBAIYAN, 2017; DE ABREU-HARBICH *et al.*, 2018; JIANG *et al.*, 2018).

RELAÇÕES ENTRE DIMENSÕES PERCEPTIVAS

MODELO CONCEITUAL

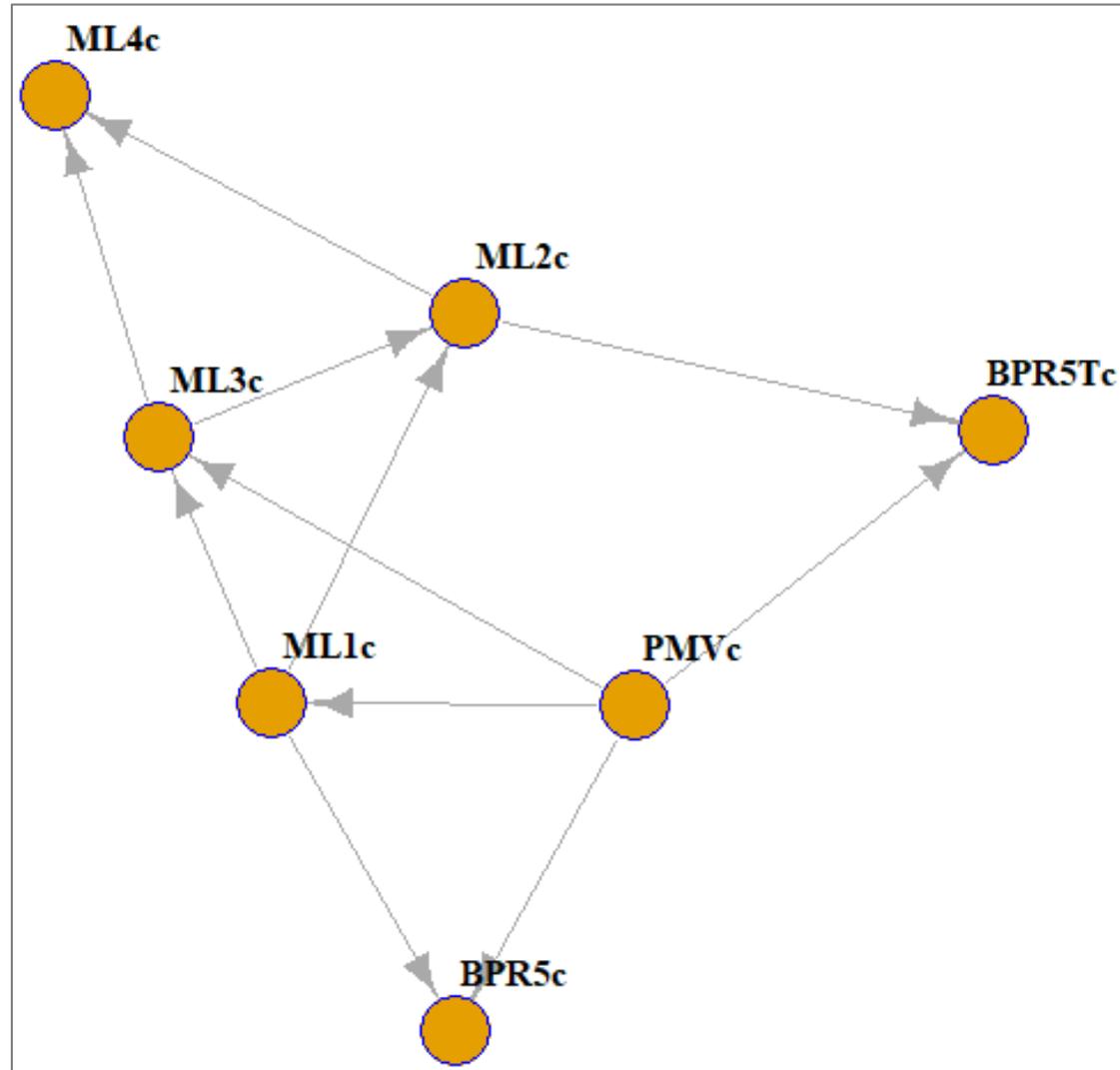
Figura 8 - Relação identificada na literatura



Fonte: Elaboração própria (2019)

Tomando como base as dimensões encontradas e as relações com o desempenho, desenvolveu-se **análises probabilísticas a partir de Redes Bayesianas**. Para isso, identificou-se inicialmente como as dimensões estavam se relacionando através dos **algoritmos Hill-Climbing e Tabu**, seguindo o critério **Mutual Information**.

GRAFO/REDE



AVALIAÇÃO DA REDE

Tabela 59 – Valores da curva ROC para cada nó

VARIÁVEL DE DECISÃO	NÓ PAI	AUC
BPR5c	<u>PMV_ML1</u>	0.8014706
BPR5Tc	<u>ML2_PMV</u>	0.7352941
ML1	PMV	0.7573529
ML2	<u>ML1_ML3</u>	0.8014706
ML3	<u>PMV_ML1</u>	0.786747
ML4	<u>ML2_ML3</u>	0.8308824
PMV	-	0.779418

Fonte: Elaboração própria (2019)

CENÁRIOS PROBABILÍSTICOS

Tabela 60 – Cenários probabilísticos para o número de acertos

CENÁRIOS	PMV	ML2	BOM DESEMPENHO	MAU DESEMPENHO
1	Quente	Abaixo da média	0.3578387	0.6451613
2	Quente	Acima da média	0.627907	0.372093
3	Quente	Na média	0.5483871	0.4516129
4	Frio	Abaixo da média	0.2058824	0.7941176
5	Frio	Acima da média	0.4339623	0.5660377
6	Frio	Na média	0.4186047	0.5813953
7	Neutro	Abaixo da média	0.4054054	0.5945946
8	Neutro	Acima da média	0.6285714	0.3714286
9	Neutro	Na média	0.5909091	0.5909091

Fonte: Elaboração própria (2019)

CENÁRIOS PROBABILÍSTICOS

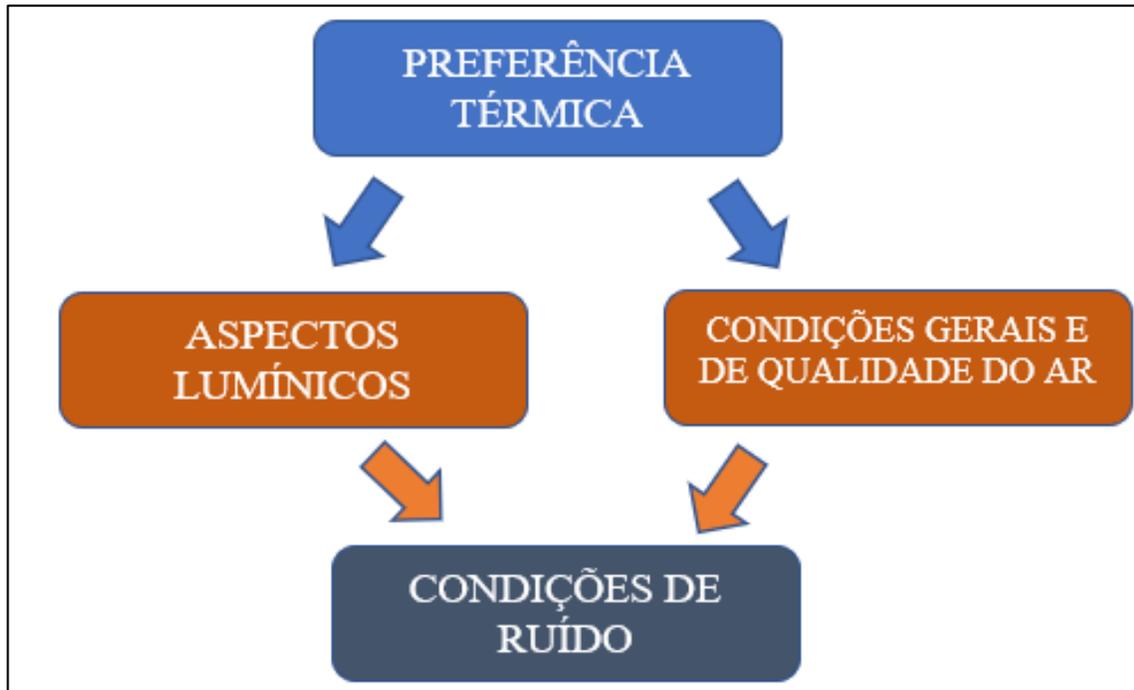
Tabela 61 – Cenários probabilísticos para o tempo de resposta

CENÁRIOS	PMV	MLI	TEMPO BAIXO DE RESPOSTA	TEMPO MÉDIO DE RESPOSTA	TEMPO ALTO DE RESPOSTA
1	Quente	Abaixo da média	0.41666667	0.50000000	0.08333333
2	Quente	Acima da média	0.21621622	0.7297297	0.05405405
3	Quente	Na média	0.07692308	0.92307692	0.00000000
4	Frio	Abaixo da média	0.1307692	0.6846154	0.1846154
5	Frio	Acima da média	0.5833333	0.4166667	0.0000000
6	Frio	Na média	0.05333333	0.76000000	0.18666667
7	Neutro	Abaixo da média	0.13513514	0.83783784	0.02702703
8	Neutro	Acima da média	0.3125	0.6875	0.0000
9	Neutro	Na média	0.14634146	0.82926829	0.02439024

Fonte: Elaboração própria (2019)

CONSIDERAÇÕES DO TÓPICO

Resultado 1: Prioridade perceptiva



Esses achados comprovam a existência de uma **prioridade perceptiva**, também encontrada por outros autores, quando indicaram que **percepções térmicas influenciaram na percepção das demais variáveis ambientais** (HALDI; ROBINSON, 2010; FRONTCZAK; WARGOCKI, 2011; KIM; DEAR, 2012).

CONSIDERAÇÕES DO TÓPICO

Resultado 2: PMV indicou quente, mas a dimensão Aspectos lumínicos estava na média ou acima dela, predominou a probabilidade de se ter um bom desempenho.

Esses resultados podem ser justificados com base em outros pesquisadores, quando observaram que **temperaturas mais amenas** diminuíram a **ativação do sistema nervoso e a eficiência na execução da tarefa**, gerando mau desempenho (DUNCKO *et al.*, 2009; LARRA *et al.*, 2014).

Além deles, Wang *et al.* (2018) diagnosticaram que o **desempenho foi mais adequado** quando os alunos estavam submetidos a **condições mais quentes**. Além disso, **condições térmicas mais frias** apresentaram **repercussões negativas no processo de aprendizagem**.

Além disso, outros pesquisadores diagnosticaram que **condições térmicas levemente superiores** estavam diretamente correlacionadas ao **aumento de desempenho** (LAN *et al.*, 2009; THAM; WILLEM, 2010).

Café com Ciência

Ruan Eduardo Carneiro Lucas

02/12/2019