АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКИ КАМПО МОУРАО-PR: ПАРАМЕТРЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ МАРКИРОВКИ (RTQ-C)

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

CARVALHO, Fanny Islana de Lima¹, HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues², LERCO, Felipe Matos dos Santos³

CARVALHO, Fanny Islana de Lima. HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues. LERCO, Felipe Matos dos Santos. **Анализ энергоэффективности муниципальной библиотеки Кампо Моурао-PR: параметры национальной программы маркировки (RTQ-C).** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Год. 06, Изготовить. 10, Вол. 05, с. 43-62. Октябрь 2021 года. ISSN: 2448-0959, Ссылка доступа: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/ru/100249

СВОДКА

Сектор гражданского строительства, отвечающий за воздействие на окружающую среду, такое как образование отходов, потребление воды и энергии, в настоящее время сталкивается с проблемой повышения энергоэффективности на строительной площадке и в окружающей среде после застройки. Таким образом, в отношении потребления энергии INMETRO разработала программу маркировки, направленную на классификацию энергоэффективности электрического оборудования, а также зданий. Подтверждено, что общественные здания должны получать национальный знак

¹ Бакалавр архитектуры и урбанизма. ORCID: 0000-0002-1871-2618.

² Бакалавр гражданского строительства. ORCID: 0000-0002-2809-6601.

³ Кандидат агрономических наук. ORCID: 0000-0001-6964-7572.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

энергосбережения (ENCE). Учитывая вышесказанное, возникает вопрос, как измерить энергоэффективность общественных зданий, сделать их энергетически адекватными и, таким образом, удовлетворить потребности пользователей, обеспечивая экологический комфорт и экономию. Целью работы было моделирование получения знака ENCE Общий и представление уровня энергоэффективности муниципальной библиотеки Кампо Моурао-PR. Был использован предписывающий метод, установленный Техническим регламентом качества для уровня энергоэффективности коммерческих, служебных и общественных зданий (RTQ-C). Были проанализированы три системы здания: система ограждения, система освещения и система кондиционирования воздуха. В результате исследуемое здание получило рейтинг эффективности уровня C по шкале A - E, где A - очень эффективный, а E - не очень эффективный. Сделан вывод о том, что здание не обеспечивает комфорта для пользователей, помимо высокого энергопотребления. Однако можно принять меры, которые помогут оптимизировать уровень энергоэффективности на объекте.

Ключевые слова: обертывание, система освещения, кондиционирование воздуха, предписывающий метод, общая классификация.

1. ВСТУПЛЕНИЕ

Забота развитых стран об охране окружающей среды привела к проведению международных конференций по поиску экономических альтернатив. (DEBATES INTERDISCIPLINARES VII, 2016). Примерами таких конференций являются Киотский протокол и Стокгольмская конвенция. На национальной арене, начиная с 2014 года, общественные здания должны иметь маркировку энергоэффективности (ENCE), опубликованную в Официальном вестнике Союза Департаментом логистики и технологий стандарта IN02 / 2014 (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO/BR, 2014). В связи с

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

вышеизложенным возник вопрос, как можно измерить энергоэффективность общественного здания, обеспечивая комфорт и экономию для пользователей.

Бразильская программа маркировки (PBE) совместно с PBE Edifica возникла в результате обсуждений, инициированных Национальным институтом метрологии, качества и технологии (INMETRO). Целью данной программы является повышение осведомленности потребителей посредством информации о работе оборудования и его энергопотреблении (CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENERGIA ELÉTRICA, 2019). В рамках данной программы были разработаны Технический регламент качества по уровню энергоэффективности жилых зданий (RTQ-R) и Технические требования к качеству для уровня энергоэффективности коммерческих, служебных и общественных зданий (RTQ-C). Система маркировки измеряет уровень энергоэффективности по шкале «А – Е», будучи «А» более эффективной, а «Е» менее эффективной. RTQ-C оценивает здания с помощью двух методов: метода моделирования (выполняемого программным обеспечением) и предписывающего метода (сделанного с помощью уравнений).

Существует четыре типа этикеток, которыми являются: ENCE Общий (учитывает три строительные системы – обертку, освещение и кондиционирование воздуха); ENCE Частичное (независимо оценивает каждую систему); ENCE Моделирование (получено на этапе проектирования); и построенное здание ENCE (которое может быть запрошено после получения концессионерами разрешения на работу или подтвержденных подключений к электричеству и газу).

Целью данной статьи было определение уровня энергоэффективности Муниципальной библиотеки, имитирующей получение общей ENCE. Анализ был разработан в соответствии с Руководством по применению RTQ-C версии 4 2017 года. Для достижения общей цели эта работа была разработана на основе следующих конкретных целей: соблюдение предварительных условий,

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

требуемых Руководством по применению RTQ-C; собирать данные о сайте и обрабатывать архитектурно-проектную информацию; рассчитать и определить уровень энергоэффективности для трех систем здания.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 МАТЕРИАЛЫ

Нынешняя муниципальная библиотека профессора Эгидио Мартелло расположена в центральном районе Кампо Моурао-PR. В городе проживает около 96 102 жителей (IBGE, 2020). Кампо Моурао является центром COMCAM (Сообщество муниципалитетов региона Кампо Моурао), которое представляет двадцать пять муниципалитетов, таким образом, город предлагает поддержку своему микрорегиону через медицинское обслуживание, образование, промышленность и другие области.

Рисунок 01. Расположение муниципальной библиотеки.

Источник: Jairo Jerônimo de Campos Filho (2021).

Исследуемая застройка имеет большое историческое значение в контексте развития муниципалитета, так как изначально проектировалась как автовокзал. Впоследствии здание было приспособлено для размещения библиотеки, которая открылась 30 декабря 2004 года.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Рисунок 02. Старая автобусная станция Кампо Моурао (А), нынешняя муниципальная библиотека (В), Главный фасад городской библиотеки (С).

Источник: (А) Личная коллекция *Jair Elias dos Santos Júnior* (1969 год) и (В, С) коллекция профессора муниципальной библиотеки *Egydio Martello* (2007 год).

В дополнение к обширной коллекции, пространству для художественных выставок, библиотеке игрушек и учебным зонам в библиотеке также находится Академия литературы Моураозенсе. Это линейное двухэтажное здание с железобетонной конструкцией с общей застроенной площадью 1772,92 м², в соответствии с планом библиотеки на Рисунке 03. Большая часть его оболочки состоит из полупрозрачных стеклянных занавесей, которые способствуют нежелательному нагреву внутренних помещений. Важно подчеркнуть, что его главный фасад обращен на северо-восток, поэтому летом на него падает солнечная радиация.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Рисунок 03. Планировка библиотеки На первом этаже (A), Офисы на первом этаже (B), На верхнем этаже библиотека (C).

Источник: Адаптировано из оригинального архитектурного проекта (2003).

2.2 МЕТОДЫ

Метод, принятый для этого исследования, является предписывающим методом, который применяется только к кондиционированным зданиям и оценивает энергоэффективность с помощью уравнений в соответствии с биоклиматической зоной и общей площадью здания. Чтобы получить оценку по общей категории ENCE, были проанализированы три системы: окружающая

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

среда, система освещения и кондиционирование воздуха. Эта методология требует оценки общих и конкретных предпосылок для каждой системы, которые будут рассмотрены ниже.

2.2.1 ОБЩИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Для уровней А, В и С есть два общих предварительных условия. Несоблюдение их влияет на итоговую оценку здания.

- Здание должно иметь отдельную электрическую цепь для каждого использования, будь то оборудование для кондиционирования воздуха, лампы или другие. Однако в Руководстве по применению RTQ-C (2017) установлено, что этот пункт не является обязательным для зданий, построенных до 2009 года, поэтому исследуемое здание освобождается от него.
- Нагрев воды: это обязательное условие применяется только в коммерческих или служебных зданиях, где потребление горячей воды превышает 10% от общего спроса на энергию. В случае с объектом исследования отсутствует установка водонагревателей, поэтому данный пункт не применяется.

2.2.2 УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕДУРЫ РАСЧЕТА

В процессе индивидуальной классификации систем, а также для общей классификации эффективности использовались уравнения по таблице 01.

Таблица 01. Общая таблица уравнений.

NOME	EQUAÇÃO	VARIÁVEIS
Equação 01	$\text{IC env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_{\text{total}} + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_{\text{total}}.AHS + 277,98$	<p>IC env: Indicador de Consumo da Envolória.</p> <p>Ape: Área de projeção do edifício (m²);</p> <p>Atot: Área total construída (m²);</p> <p>Aenv: Área da envoltória (m²);</p> <p>Apcob: Área de projeção da cobertura (m²);</p> <p>AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento</p> <p>AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento</p> <p>FF: Fator de Forma, (Aenv/ Vtot);</p> <p>FA: Fator Altura, (Apcob/ Atot);</p> <p>FS: Fator Solar;</p> <p>PAF_T: Percentual de Abertura na Fachada total: média do percentual de aberturas existentes;</p>

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

Equação 05	$PT = 0,3 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,3 \cdot (EqNumDPI) + 0,4 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b_0^1$	EqNumEnv: Equivalente Numérico Envoltória AC: Área Condicionada AU: Área útil APT: Área de permanência Transitória ANC: Área não condicionada EqNumV: Equivalente Numérico Área Ventilada EqNumDPI: Equivalente Numérico Densidade de Potência Instalada EqNumCa: Equivalente Numérico Condicionamento de Ar b: Bonificações
		Vto_t: Volume total da edificação (m ³);
Equação 02	$i = \frac{IC_{máx} - IC_{mín}}{4}$	i: Intervalo IC_{máx}: Indicador de Consumo máximo IC_{mín}: Indicador de Consumo Mínimo
Equação 03	$P_{lim} = A^2 \cdot DPIL$	Plim: Potência Limite A: Área iluminada DPIL: Densidade de Potência Instalada Limite
Equação 04	$EqNumCA = \sum_{n=1}^x \left[EqNumCA_n \frac{Capn}{Capt} \right]$	EqNumCA: Equivalente Numérico de Condicionamento de Ar Capn: Capacidade de cada sistema Capt: Capacidade total dos sistemas x: Quantidade de sistemas

Источник: Адаптировано из Руководства по применению RTQ-C (2017).

2.2.3 ОБЕРТЫВАНИЕ

Для удовлетворения специфических предпосылок энVELOМИЦИНОВОЙ системы следует соблюдать значения переменных, описанных на диаграмме 02.

Таблица 02. Особые требования к обертыванию - Зона 3.

Nível	Transmitância Térmica (U)		Cores e Absortância Térmica (α)		Iluminação Zenital
	Cobertura		Parede	Cobertura	Parede
-	Ambiente Condicionado	Ambiente não condicionado	-	-	
A	1.0 W/m ² K	2.0 W/m ² K	3.7 W/m ² k	< 0.50	< 0.50
B	1.5 W/m ² k	2.0 W/m ² K	3.7 W/m ² k	< 0.50	N/A
C	2.0 W/m ² K		3.7 W/m ² k	N/A	
D			> 3.7 W/m ² K		
E	> 2.0 W/m ² K		> 3.7 W/m ² K		

Источник: Адаптировано из Руководства по применению RTQ-C (2017).

ABNT NBR 15220-2 (2008) устанавливает параметры тепловых характеристик зданий. После проверки посещаемости вышеуказанных значений в соответствии со стандартом необходимо соблюдать Биоклиматическую зону, в которую вставлен объект исследования. Согласно Приложению 1 к Руководству по применению RTQ-C (2017), город Кампо Моурао находится в биоклиматической зоне 3, как показано на рисунке 04.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Рисунок 04. Биоклиматическое районирование Бразилия.

Источник: Биоклиматизм (2021).

Для процедуры расчета была необходима информация, извлеченная из архитектурного проекта, и переменные согласно таблице 01.

Учитывая, что в Руководстве задаются различные уравнения в зависимости от площади объекта исследования, для площадей более 500 м² уравнение 01 вписывается в здание.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Вскоре после этого минимальный IC и максимальный IC были определены с использованием того же уравнения, но с входными значениями согласно диаграмме 03.

Таблица 03. Максимальные и минимальные параметры IC.

	PAF_T	FS	AVS	AHS
IC máximo	0,60	0,61	0	0
IC mínimo	0,05	0,87	0	0

Источник: Руководство по применению RTQ-C (2017).

Поэтому интервал (i) максимального IC и минимального IC был рассчитан уравнением 02. С значением подпункта i) была определена таблица 04:

Таблица 04. Пределы интервалов уровней эффективности.

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	N/A	IC máx – 3i + 0,01	IC máx – 2i + 0,01	IC máx – i + 0,01	IC máx + 0,01
Lim. Máx.	IC máx – 3i	IC máx -2i	IC máx – i	IC máx	N/A

Источник: Руководство по применению RTQ-C (2017).

Наконец, из значений, указанных в таблице 04, скорость IC совмещения сравнивалась с максимальными и минимальными предельными значениями IC для определения уровня эффективности.

2.2.4 СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

Соответствие специфическим предпосылкам для системы освещения описано на графике 05.

Таблица 05. Необходимые условия для освещения.

Pré-Requisito	Nível A	Nível B	Nível C	Situação
1. Divisão dos circuitos	Exigido	Exigido	Exigido	Isento
2. Contribuição da luz natural	Exigido	Exigido	N/A	Não atende
3. Desligamento automático do sistema de iluminação	Exigido	N/A	N/A	Não atende

Источник: Адаптировано из Руководства по применению RTQ-C (2017).

Исследуемое здание освобождается от предварительного условия No1, и не соответствует другим предварительным условиям, поэтому уровень системы освещения может автоматически иметь только в качестве максимальной классификации уровень C. Однако его окончательная классификация подлежит расчетам установленного предела плотности мощности.

Существует два метода расчета эффективности системы освещения:

- Метод площади: Совместно оценивает окружающую среду (для зданий с 3 основными видами деятельности или видами деятельности, которые занимают более 30% застроенной площади).
- Метод деятельности: Индивидуально оценивает каждое действие.

Поскольку Муниципальная библиотека вмещает в себя 3 основных вида деятельности и занимает более 30% от общей площади, мы выбрали Метод области. Процедура расчета проходила из следующих этапов:

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

- a) Основные виды деятельности были определены в соответствии с Таблицей допустимого максимального предела плотности мощности освещения (DPIL) для желаемого уровня эффективности - Метод площади здания, Руководства по применению RTQ-C (2017). Для неописанных видов деятельности был выбран эквивалентный вид деятельности.
- b) Площадь каждого вида деятельности была определена в квадратных метрах.
- c) Затем предельная мощность была определена для каждого вида деятельности, умножая площадь, освещенную DPIL, представленную в той же таблице Руководства, согласно уравнению 03. Из предельной мощности для каждого вида деятельности сумма полномочий определяла предельную мощность здания.
- d) Наконец, суммарная мощность, установленная в здании, сравнивалась с предельной мощностью для определения уровня эффективности системы освещения с использованием численного эквивалента, приведенного в таблице 06.

Таблица 06. Числовой эквивалент (EqNum) для каждого уровня эффективности.

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Источник: Руководство по применению RTQ-C (2017).

2.2.5 КОНДИЦИОНЕР

Оборудование для кондиционирования воздуха, установленное в Муниципальной библиотеке, сертифицировано INMETRO, поэтому была использована техническая информация, предоставленная самим институтом и производителями. Процедура определения эффективности системы была разделена на этапы:

- а) Эффективность каждой системы наблюдалась через этикетку на оборудовании.
- б) Весовой коэффициент определялся с помощью соотношения между мощностью каждой единицы и суммой степеней всех единиц.
- в) Из весового коэффициента, умноженного на численный эквивалент согласно таблице 06, получен взвешенный результат.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

d) Сумма взвешенных результатов каждой единицы определяет общую эффективность, выраженную в уравнении 04.

Поскольку эффективность различных, система кондиционирования воздуха должна иметь численный эквивалент в соответствии с таблицей 07:

Таблица 07. Числовой эквивалент для систем кондиционирования воздуха и общий балл.

A	$> 4,5$ а 5
B	$> 3,5$ а $< 4,5$
C	$> 2,5$ а $< 3,5$
D	$> 1,5$ а $< 2,5$
E	$< 1,5$

Источник: Руководство по применению RTQ-C (2017).

2.2.6 ОБЩАЯ ОЦЕНКА

Определение общего уровня эффективности здания выражается через уравнение 05, которое присваивает веса для каждой системы: 30% для обертки, 30% для системы освещения и 40% для системы кондиционирования воздуха. Из результата уравнения необходимо преобразовать числовое значение, определенное для каждого уровня, как показано в таблице 07.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 ОБЕРТЫВАНИЕ

Для анализа обертывания сначала было замечено соответствие конкретным предпосылкам для данной системы. В таблице 08 показана оценка по каждому предварительному условию.

Таблица 08. Соответствие определенным предварительным условиям.

Nível	Transmitância Térmica (U)		Cores e Absortância Térmica (α)	
	Cobertura	Parede	Cobertura	Parede
	Telha fibrociment o 0.7 cm $U = 1.75 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$	Tijolo 6 furos circulares, assentados na maior dimensão. $U = 1.88 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$	Telha fibrociment o 0.7 cm $\alpha = 0.30$	Vidro Incolor $\alpha = 0.25$
	C	A	A	A

Источник: Собственное авторство.

Далее индикатор потребления (IC) определяли по уравнению 01. В таблице 09 указаны значения для каждой переменной, полученные из архитектурного проекта.

Таблица 09. Переменные проекта.

Variáveis de Projeto	Valores
Ape: Área de projeção do edifício (m ²);	799.97 m ²
Atot: Área total construída (m ²);	1599.95 m ²
Aenv: Área da envoltória (m ²);	2641.75 m ²
Apcob: Área de projeção da cobertura (m ²);	1280.13 m ²
AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento	0*
AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento;	0*
FF: Fator de Forma, (Aenv/ Vtot);	0.401
FA: Fator Altura, (Apcob/ Atot);	0.194
FS: Fator Solar;	0.27
PAFT: Percentual de Abertura na Fachada total: média do percentual de aberturas existentes;	34.76%
Vtot: Volume total da edificação (m ³);	6575.15 m ³

Источник: Собственное авторство.

* Нулевые значения, так как в здании нет карниза и вертикальных элементов для защиты от солнца.

Для определения солнечного фактора использовалось стандартное коммерческое стекло для зданий Cool Lite 114 PN 8 мм, как указано в Каталоге тепловых и оптических свойств стекла, продаваемого в Бразилия. После расчета результатом стал индикатор потребления конвертов (IC), равный 159 373.

Затем были рассчитаны максимальный IC (IC_{max}) и минимальный IC (IC_{min}), также используя уравнение 01, но с заменой значений, описанных в таблице 04. В результате был сделан вывод, что IC_{max} равно 173,852, а IC_{min} равно на 147 165.

Для расчета интервала (i) IC_{max} и IC_{min} было применено уравнение 02, в котором полученный результат составил 6671.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Из результата подпункта i) значения подпункта i) таблицы 05 были заменены на 6 671, в результате чего была представлена таблица 10, в которой представлены минимальные и максимальные пределы для каждого уровня эффективности.

Таблица 10. Максимальные и минимальные значения IC_{env} для каждого уровня.

Mínimo	A	B	C	D	E
	N/A	IC máx - 3i + 0,01	IC máx - 2i + 0,01	IC máx - i + 0,01	IC máx + 0,01
		173,852 - 3 (6,671) + 0,01	173,852 - 2 (6,671) + 0,01	173,852 - 6,671 + 0,01	173,852 + 0,01
		173,852 - 20,013 + 0,01	173,852 - 13,342 + 0,01	167,191	173,862
		*153,849	160,52		
Máximo	A	B	C	D	E
	IC máx - 3i	IC máx - 2i	IC máx - i	IC máx	N/A
	173,852 - 3 (6,671)	173,852 - 2 (6,671)	173,852 - 6,671	173,852	
	173,852 - 20,013	173,852 - 13,342	167,181		
	153,839	*160,51			

Источник: Собственное авторство.

* Фактическое значение библиотеки IC_{env} с найденными пределами, где уровень эффективности Envelopment равен B ($160,51 < 159,373 < 153,849$).

3.2 СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

Для определения уровня эффективности Системы освещения с использованием Зонального метода были определены мероприятия, разработанные в каждом пространстве Библиотеки. Соблюдение предпосылок наблюдалось индивидуально для каждой среды, наконец, анализ системы в

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

целом проводился через сумму DPIL всех сред. Процедура расчета основывалась на информации, содержащейся в таблице 11.

Таблица 11. Классификация системы освещения.

Atividade		Biblioteca 1º Pavimento	Biblioteca 2º Pavimento	Escritório	Total Edifício*
Área Iluminada (m²)		559.6	282.48	359.63	1201.71
DPIL RTQ-C	A	12.7		9.7	N/A
	B	14.6		11.2	
	C	16.5		12.6	
	D	18.4		14.1	
Lâmpadas	40 W	90 units	104 units	146 units	340
	18 W	142 units	0	0	142
Potência Instalada (W)		6156	4160	5840	16156
Potência Limite (W)	A	7106.92	3587.49	3488.41	14182.82
	B	8170.16	4124.2	4027.85	16322.21
	C	9233.4	4660.92	4531.33	18425.65
	D	10296.64	5197.63	5070.78	20565.05
Classificação Edifício		Nível B			

Источник: Собственное авторство.

* Общая освещенная площадь здания в квадратных метрах представляет собой только зоны длительного пребывания, то есть не включает в себя второстепенные зоны, такие как, ванные комнаты, навес, циркуляция и другие. Поскольку уравнения, описанные в Руководстве по применению RTQ-C, уже предсказывают маржу с учетом этих вторичных областей.

Согласно расчетам DPIL каждой среды в соответствии с уравнением 03, система освещения классифицируется как уровень B. Однако, учитывая, что исследуемое здание не соответствует предварительным условиям согласно графику 05, итоговая оценка системы освещения падает до уровня C.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

3.3 КОНДИЦИОНЕР

Для определения эффективности системы кондиционирования воздуха расчеты проводились по методике, а учитывая, что все оборудование для кондиционирования воздуха Библиотеки имеют раздельный потолочный тип, были получены следующие результаты, как показано на графике 12.

Таблица 12. Классификация систем кондиционирования воздуха.

Ambiente	Biblioteca 1º Pavimento	Biblioteca 2º Pavimento		Escritório		
Fabricante	ELGIN	ELGIN	GREE	RHEEM	KOMECO	AUSTIN
Quantidade	3	2	2	2	1	1
Potência (Btu/h)	60000	60000	9000	20000	57000	60000
Classificação Energética	C	C	A	D	D	D
Equivalente Numérico	3	3	5	2	2	2
Coeficiente de Ponderação	0.22	0.22	0.03	0.07	0.21	0.22
Resultado Ponderado	0.66	0.66	0.15	0.14	0.42	0.66

Источник: Собственное авторство. Из применения уравнения 04 полученный результат составил 2,69, что, согласно таблице 07, эквивалентно уровню C эффективности.

3.4 ОБЩИЙ СЧЕТ (ОС)

Для определения общего уровня энергоэффективности здания результаты каждой отдельной системы были синтезированы в уравнении 05. В таблице 13 показаны значения для каждой используемой переменной.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>

Таблица 13. Переменные уравнения 05.

EqNumEnv	4
AC	1201,71 m ²
AU	1592,73 m ²
APT	182,86 m ²
ANC	N/A*
EqNumV	N/A*
EqNumDPI	4
EqNumCA	3
B	N/A*

Источник: Собственное авторство.

* Переменные не применяются к кондиционируемым средам.

Результат ОС составил 3 111, что соответствует уровню энергоэффективности С.

4. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ СООБРАЖЕНИЯ

Делается вывод о том, что Муниципальная библиотека Кампо Моурао не дает удовлетворительных результатов в области энергоэффективности. Для оптимизации его эффективности предлагается:

- Вмешательство в Wrap с установкой элементов защиты от солнца, таких как горизонтальные и вертикальные карнизы, ветерок, кобоги и другие.
- В отношении системы освещения рекомендуется разделить цепи, таким образом, чтобы позволить отключение ламп возле окон для использования естественного света.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

- Что касается системы кондиционирования, то важно заменить текущее оборудование, не имеющее КПД А, так как 36% оборудования имеет рейтинг D.
- Помимо этих мер, также рекомендуется замена фиброцементной плитки на термоакустичную плитку.
- Чтобы сделать здание более устойчивым, целесообразно установить фотоэлектрические плиты для выработки солнечной энергии, так как первоначальные инвестиции компенсируются в краткосрочной перспективе, обеспечивая экономию, низкий уровень обслуживания и функциональность.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.** 2008.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (Brasil). **Governo torna obrigatório que edifícios públicos federais tenham energia eficientes.** Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/governo-torna-obrigatorio-que-edificios-publicos-federais-sejam-energeticamente-eficientes/#comments>. Acesso em: 28 ago. 2021.

CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENERGIA ELÉTRICA. **PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: Breve Panorama.** Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2019. 5 p. Disponível em: <https://www.lunasat.top/ceel/evento/artigos/#2019>. Acesso em: 28 ago. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Catálogo de Propriedades Térmicas e Óticas de Vidros**

RC: 100249

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-ru/муниципальной-библиотеки>

Comercializados No Brasil. Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. Disponível em: https://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/catalogo-propriedades-vidros-comercializados-brasil-13032015_v2.pdf. Acesso em: 28 jul. 2021.

DOS SANTOS JUNIOR, J.E. **Antiga Rodoviária de Campo Mourão-PR.** 1969. Fotografia.

FILHO, Jairo Jerônimo De Campos. **Mapa Localização Biblioteca.** Campo Mourão: 2021. Mapa em escala gráfica. Software QGIS V. 3.2.

Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica. **Manual para aplicação do RTQ-C.** 4 ed. Brasil, 2017.

HARADA, Magali. **Bioclimatismo:** Blog de Arquitetura Bioclimática. Disponível em: <http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/>. Acesso em: 05 jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2020.** Rio de Janeiro. 2021.

DEBATES INTERDISCIPLINARES VII. **O Papel das Conferências Internacionais Sobre o Meio Ambiente Para o Desenvolvimento dos Regimes Internacionais Ambientais:** De Estocolmo A Rio +20. Palhoça, Sc: Unisul, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Baltazar-Andrade-Guerra/publication/301626018_Debates_Interdisciplinares_VII/links/571e496f08aeaced7889df5e/Debates-Interdisciplinares-VII.pdf#page=168. Acesso em: 20 ago. 2021.

Представлено: Август 2021 года.

Утверждено: Октябрь 2021 года.

RC: 100249

Доступно в: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/инженерной-экологии-и-муниципальной-библиотеки>