

## CONFORTO TÉRMICO E VENTILAÇÃO NA ESCOLA ESTADUAL PROF. MARIA EDILMA DE FREITAS SILVA

Liz Gabrielle Barbosa Sousa (1); Wiriany Kátia Ferreira Silva (2); Eduardo Raimundo Dias Nunes (3)

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, lizgabriellebs@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, wirianykatia16@gmail.com; <sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, eduardo.dias@ufrsa.edu.br;

**Resumo do artigo:** Para que um edifício apresente desempenho térmico satisfatório, é necessário que sejam consideradas, desde as fases iniciais do projeto as condições climáticas locais. São aspectos importantes para a obtenção de condições de conforto térmico adequado: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, tipo de vestimenta utilizada e as características das atividades desenvolvidas. Outro aspecto a ser considerado para a avaliação das condições de conforto térmico consiste na capacidade que o organismo apresenta de se adaptar, após algum tempo de exposição, às condições climáticas predominantes. Para projetos de ambientes escolares, a densidade da ocupação do ambiente, bem como o sistema de iluminação artificial, a quantidade de computadores e os ganhos solares são fatores relevantes para as condições de conforto térmico dos ambientes. A ventilação tem a função de renovar o ar de um edifício, provendo oxigênio e removendo impurezas, contaminantes, produtos químicos e produtos da atividade humana (como a respiração e odores corporais). Um dos aspectos considerados primordiais para o bom desempenho de alunos, professores e funcionários da escola é a qualidade do ar em seus ambientes. Neste sentido, o presente trabalho analisa as condições de conforto térmico e ventilação na Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas, no município de Pau dos Ferros/RN. A pesquisa faz parte das ações desenvolvidas pelo grupo de pesquisa LABCON - Laboratório de Conforto Ambiental e pelo projeto de pesquisa CASA – Conforto Ambiental no Semiárido da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Que tem como objetivo avaliar os critérios e parâmetros técnicos referente ao conforto térmico em edificações escolares, as percepções do usuário em relação a edificação, as características do entorno, as alterações de uso, a funcionalidade e a flexibilidade. Foi utilizado a Avaliação Pós-Ocupação (APO) para a obtenção das informações necessárias ao desenvolvimento do trabalho através das técnicas de walkthroughs, checklists, medições, entrevistas e questionários. Foram feitas visitas a escola, para análise e obtenção de dados durante os meses de março e abril, nas quais a primeira foi no dia 16 de março por volta das 15:00 horas e a última no dia 24 abril às 10:00 horas. Com isso, verificamos as condições do ambiente, quanto a espessura da parede, disposição dos blocos e a presença de proteção solar direta e concluímos que, a estrutura da instituição compromete o ensino e bem-estar dos alunos e professores, uma vez que não há conforto térmico no meio. Desse modo, o trabalho contribuiu para uma análise detalhada das questões relacionadas ao conforto térmico e a ventilação, nunca antes realizada na escola em estudo, que servirá de referência para futuras intervenções.

**Palavras-chave:** Condições Climáticas, Ambientes Escolares, Avaliação Pós-Ocupação.

## 1. INTRODUÇÃO:

Desde o século XIX, a obsessão pela ordem, organização e pontualidade impostas pela sociedade faz com que tais aspectos sejam trabalhados desde a escola. ENGUITA (1989), fala no guia publicado em Sociedade para a Melhoria da Instrução Elementar na França, de 1817, sobre tal situação, no qual deixa explícito a rigidez escolar diante aos alunos. Sendo assim, é preciso que ocorra também uma melhoria no contexto escolar quanto ao espaço de ensino, visto que os estudantes passam a maior parte do seu dia nesse ambiente.

Observando a organização escolar, FOUCAULT (1987) diz que desde XVIII, nas salas de aula, a ordem de fileira existe a fim de imprimir obediência, além disso, tende a transforar o espaço e hierarquizar as funções, reafirmando Enguita. Não só isso, Foucault faz referências à arquitetura, que tem o objetivo de controlar todos os movimentos de uma determinada comunidade, podendo ser observado também nas salas de aula, uma vez que as crianças não podem fazer baderna, com isso, é aplicado à ordem de fileira. “A visibilidade é uma armadilha” (FOUCAULT, 1987). Sendo assim, é notória a importância de projetar os ambientes escolares, desde a sala de aula até o ambiente externo, sempre buscando uma melhor qualidade de vida aos usuários que o utilizam, tendo em vista que o local no qual o ser humano está inserido, pode mudar completamente sua forma de agir e sentir.

Projetar é extremamente importante, pois a partir desse estudo é que nota-se as principais problemáticas de cada espaço, sendo nesse contexto que os autores Frota e Schiffer (2003) discorrem que é imprescindível adequar a arquitetura ao clima de um determinado local, isto é construir espaços que possibilitem ao homem condições de conforto. Sendo assim, é preciso primeiramente conhecer o local ao planejar qualquer construção.

No contexto de desempenho térmico, atualmente, a preocupação ao construir ambientes ainda apresenta pouca importância, não sendo um dos primeiros aspectos que analisa-se ao projetar um ambiente. Quando se leva ao contexto da construção de escolas, não priorizar tal aspecto faz com que a obra torne-se errônea e desqualificada, uma vez que o conforto térmico e a ventilação estão diretamente ligados ao rendimento do aluno, além de poder também causar danos à saúde, visto que, na maioria das vezes, estes passam a maior parte do dia na escola. Sendo assim, é preciso conhecer o clima local onde o projeto será executado, para proporcionar um ambiente mais adequado ao clima vigente, porém, na maioria das vezes isso não acontece, principalmente no contexto de escolas públicas, pois seu projeto, na maioria das

vezes, é feito em regiões com climas diferentes de onde é executado.

Dessa maneira, foi realizado um estudo de conforto térmico em Pau dos Ferros/RN, um município no interior do Rio Grande do Norte, no Oeste Potiguar, com uma população que aumenta diariamente, por ser uma cidade de polo comercial, mas de acordo com dados do IBGE em 2010 apresentava 27.745 habitantes. O seu clima é predominantemente seco, uma vez que é localizada no semiárido nordestino, com insolação anual alta. A pesquisa foi feita na Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas Silva, localizada na Rua Respício José Nascimento. O estudo foi realizado por meio do método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), que é um procedimento usado após a construção de edifícios, a fim de analisar junto aos seus usuários, formas de melhorias na criação de edifícios futuros ou na adequação do vigente, ademais, foi aplicado questionários, com o fito de analisar as condições térmicas do edifício e, por fim, apresentar propostas de soluções para futuras reformas.

## **2. METODOLOGIA:**

O percurso metodológico do artigo baseou-se na aplicação de walkthroughs, que é a avaliação prática, uma vez que visitamos o local estudado; checklists, a fim de verificar o local analisado, fazendo uma lista de verificação; medições das salas e fachadas, com o fito de proporcionar ao artigo dados mais precisos; entrevistas e questionários, realizados com o diretor da escola, com a finalidade de entender sobre o histórico da escola; e por fim, a utilização de softwares, para propor mudanças com o fito de proporcionar a escola um melhor conforto térmico. Em primeira instância, elaboramos o checklist que foi executado de forma a propor uma visão mais técnica do edifício e avaliar as circunstâncias que podem comprometer o conforto térmico do ambiente. Além disso, foram elaborados questionários de forma a identificar as atuais condições da instituição e demonstrar as possíveis influências que causam nos usuários e propor soluções.

A primeira visita a Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas Silva foi realizada no dia 16 de março, pelo período da tarde, por volta das 15 horas, onde avaliamos a instituição através da aplicação de um questionário. Após a avaliação do edifício, em detrimento dos resultados, realizamos uma entrevista com o diretor da instituição, a fim de verificar se houve estudo sobre conforto térmico no planejamento do edifício, como o objetivo de examinar as propostas, se aplicadas, contribuíram para o conforto térmico.

Dada a necessidade de avaliar a incidência dos raios solares nas fachadas da instituição para propor soluções que amenizem a

incidência desses e assim, garantir o conforto térmico, utilizamos o software Sol-Ar. Outrossim, utilizamos também o programa ZBBR (Zoneamento Bioclimático do Brasil - UFSCar), que tem o propósito de visualizar a classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros, logo, a partir dele podemos ver as estratégias e diretrizes construtivas para a cidade de Pau dos Ferros.

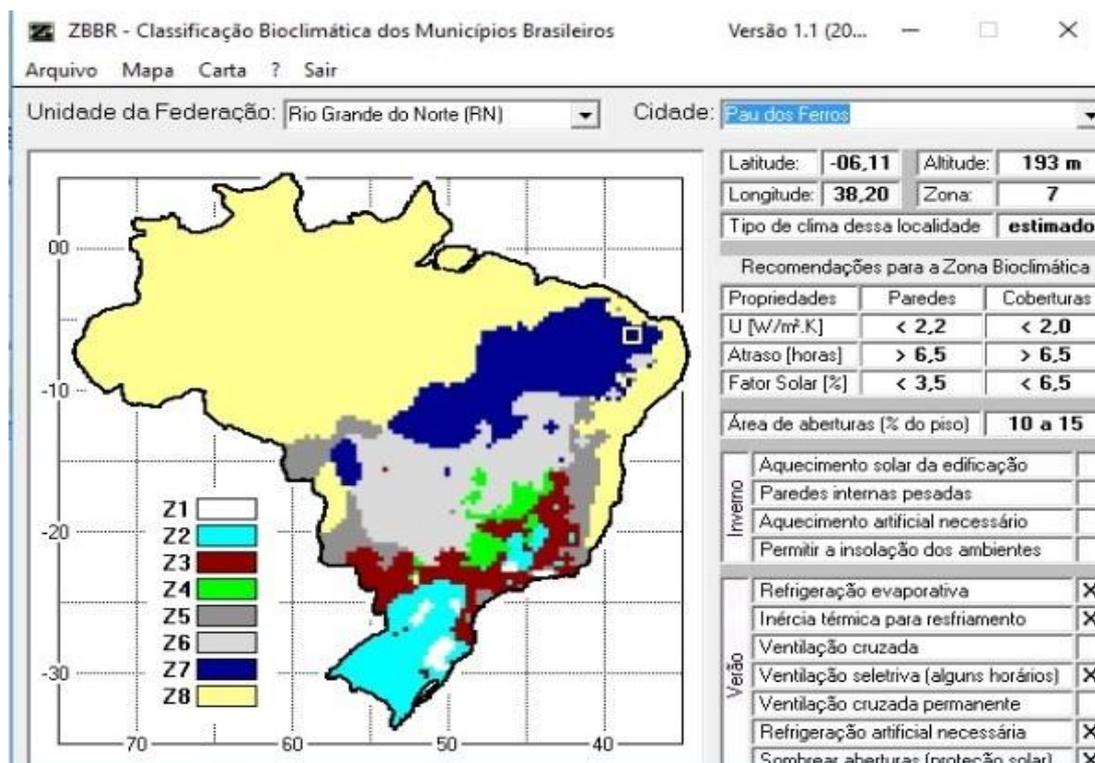
A última visita ocorreu no dia 24 de abril por volta das 10 horas da manhã, com o intuito de finalizar algumas medições e conseguir a disponibilidade da planta baixa do edifício para avaliar. Portanto, através dessas duas consultas de campo, formalizamos a nossa pesquisa.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Dados os resultados alcançados na realização da entrevista ao diretor da instituição, verificamos que a Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas Silva foi projetada entre 1990 e 1995 na cidade de Natal-RN, e não houve um estudo básico para adequar a escola às condições climáticas de Pau dos Ferros, tendo em vista que o seu projeto foi feito para ser aplicado em Natal, uma cidade com o clima totalmente diferente da região em foi construído o edifício.

Outros fatores que influenciam no conforto térmico são os materiais presentes na obra, que estão diretamente ligados à espessura da parede, por exemplo, além de que garantem o isolamento térmico. Para mais, ao analisar o software ZBBR e a norma NBR 15220, vimos que a espessura ideal para Pau dos Ferros, é 19 cm, mas ao medirmos a espessura da parede da escola, verificamos que é de 13,5 cm, isto é, não atende às normas propostas.

#### **Figura 1- Dados bioclimáticos da região de Pau dos Ferros/RN**



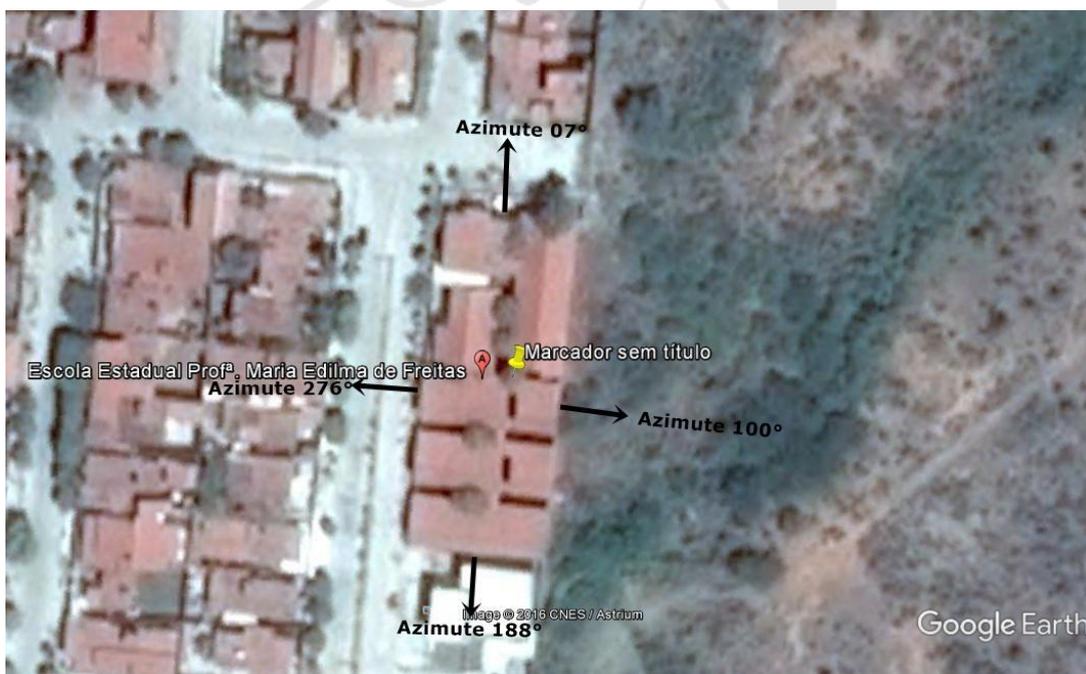
Fonte: RORIZ (2004).

Mediante a aplicação do checklist na Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas, verificamos a ausência de medidas que garantissem o conforto térmico. No contexto da escola estudada, constatamos que os blocos de sala de aula recebem incidência solar direta no período da tarde e no da manhã, tendo em vista que cada turma possui cerca 35 alunos pelo turno da manhã (ensino fundamental) e pela tarde e noite (ensino médio) possui cerca de 40 alunos, levando em conta que as salas de aula não possuem condicionador de ar podemos perceber que o local é desconfortável e prejudica o aprendizado. Um fato que comprova essa deficiência é o rendimento dos alunos, pois segundo o diretor da escola, as notas dos alunos do ensino da manhã são maiores, quando comparadas aos alunos dos outros turnos.

A estrutura da instituição apresenta três blocos das salas de aula, nos quais dez salas não possuem ar-condicionado, ainda existe a sala de multimídia, e o bloco de salas dos professores e coordenação, mas nesses possuem ar-condicionado de 12.000 Btu, totalizando assim, nove salas climatizadas. Não obstante, foi averiguado nas visitas que há pouca proteção em relação aos raios solares na escola, pois esses incidem nas paredes nos horários mais críticos, isto é, entre às 12 e 16 horas. Ademais, verificamos que as disposições dos blocos comprometem a ventilação natural do ambiente.

A fim de estudar um pouco mais sobre a incidência dos raios solares na escola analisada, utilizamos o programa Sol-Ar. Nele estabelecemos o azimute para cada fachada, isto é, à distância em graus da perpendicular da fachada em relação ao norte. Tendo em vista que a instituição apresenta quatro fachadas, para determiná-las utilizamos o Google Earth. Sendo que em cada uma estabelecemos um azimute e determinamos o grau (orientação) dessas.

**Figura 3- Azimutes das fachadas**



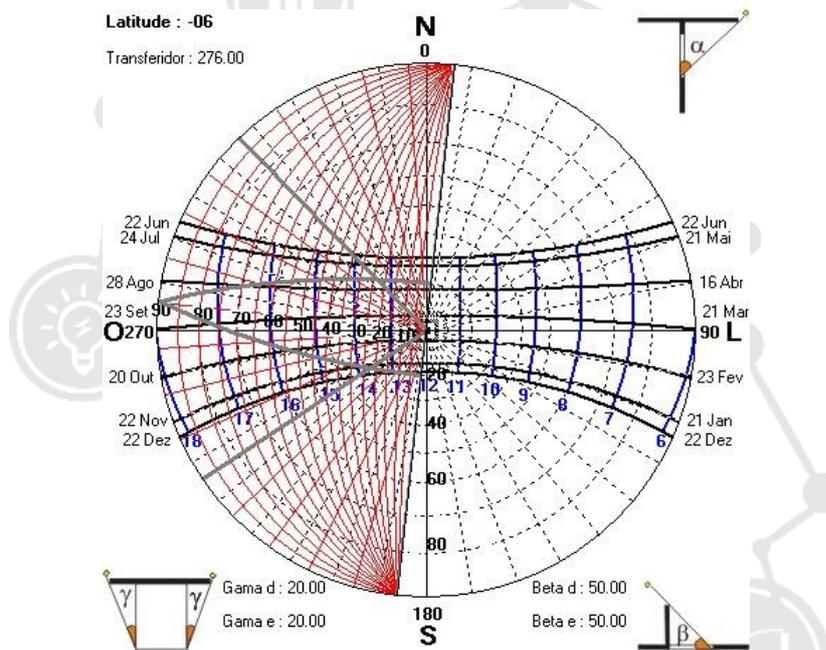
Fonte: Google Earth

Com objetivo de direcionar o estudo para a região de Pau dos Ferros-RN, necessitamos da latitude da cidade, que é  $-06^{\circ} 06' 33''$ . Além disso, como o foco é garantir o conforto térmico da escola, damos uma maior atenção à estação do verão, já que esta apresenta as maiores temperaturas durante o ano.

Dado o exposto, a fim de determinar a análise do método de estudo aplicado às fachadas vale identificar as características da carta solar para melhor compreensão. Definimos as linhas em azul como os horários. Para mais, há três tipos de ângulos que podem ser utilizados, o alfa, beta e gama. O ângulo alfa é característico das proteções horizontais, o ângulo gama depende do alfa, mediante o tipo de proteção utilizado e por fim o ângulo beta que é formado pela proteção vertical.

Na análise da fachada com azimute de  $276^\circ$  percebemos que recebe incidência solar duramente o período da tarde, então, estabeleceu-se uma proteção das 12 às 15 horas, pois a incidência solar às 12 horas é muita alta e por volta das 15 horas é o momento em que a temperatura começa a amenizar, para isso, definimos o gama como sendo  $20^\circ$  e beta como sendo  $50^\circ$ .

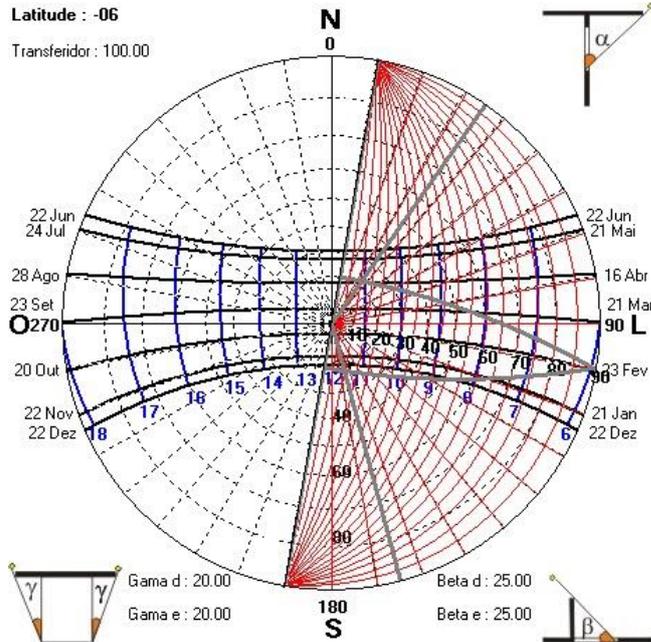
**Figura 4- Projeção da proteção solar no azimute de  $276^\circ$**



Fonte: Autores (2017)

Já na fachada com azimute de  $100^\circ$  a insolação solar está abrangendo o período da manhã, com isso, usamos o ângulo beta de  $25^\circ$  para e gama de  $20^\circ$ , proporcionando proteção dos raios solares de 9 às 12 horas.

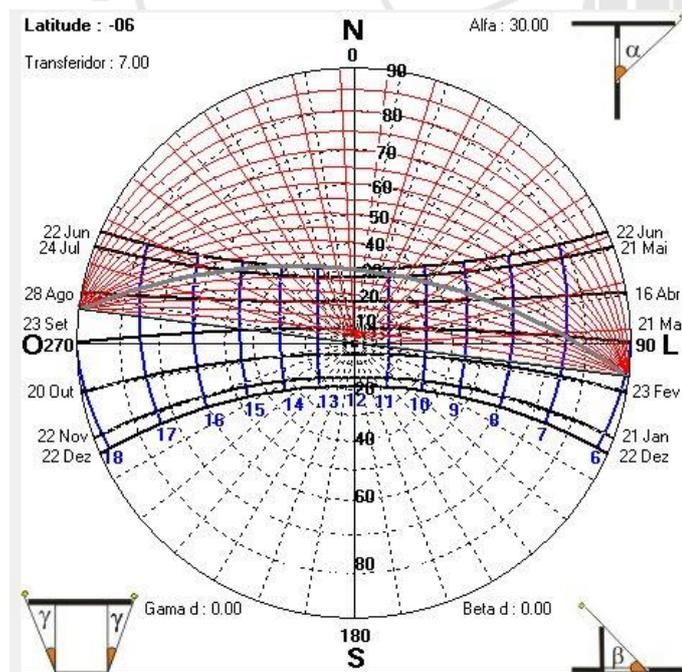
**Figura 5- Projeção da proteção solar no azimute de  $100^\circ$**



Fonte: Autores (2017)

De forma análoga, na fachada de azimute  $7^\circ$  utilizamos os mesmos procedimentos que definiram o ângulo de alfa de  $30^\circ$  como sendo o melhor para assegurar a proteção nos períodos da manhã e da tarde.

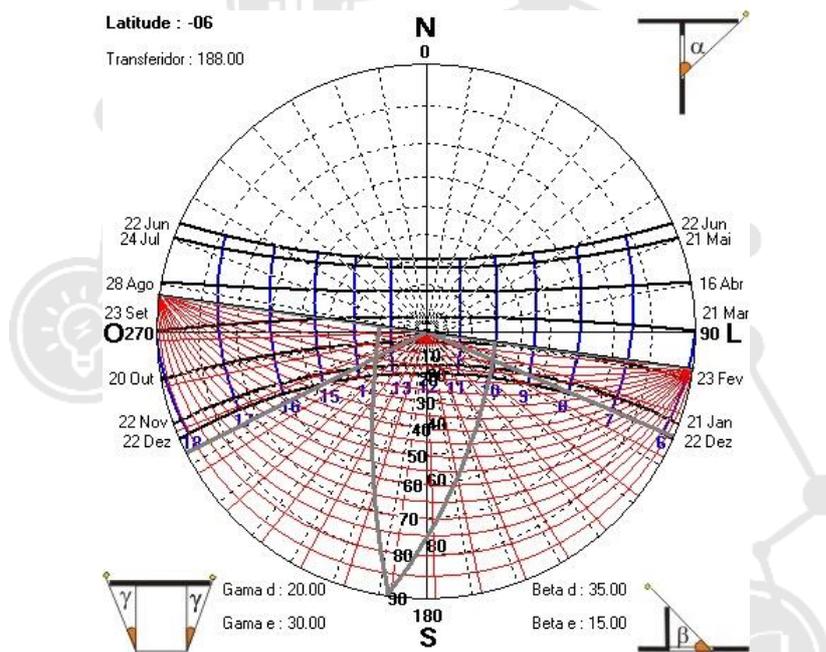
**Figura 6- Projeção da proteção solar no azimute de  $7^\circ$**



Fontes: Autores (2017)

Contudo, na fachada de azimute  $188^\circ$ , a incidência dos raios solares está nos períodos da manhã e da tarde, para garantir a proteção, utilizamos o ângulo gama direito sendo  $20^\circ$ , já o gama esquerdo sendo  $30^\circ$ , e o beta direito  $35^\circ$ , e o beta esquerdo sendo  $15^\circ$  sendo esse o gama necessário, pois assegura a proteção no período mais crítico da tarde, em torno de 11 às 14 horas, onde o ângulo beta não protege.

**Figura 7- Projeção da proteção solar no azimute de  $188^\circ$**



Fonte: Autores (2017)

Com o fito de assegurar um estudo completo da edificação, foram verificadas se as fachadas com proteções já existentes são adequadas. Essas são as fachadas com azimute de  $7^\circ$ .

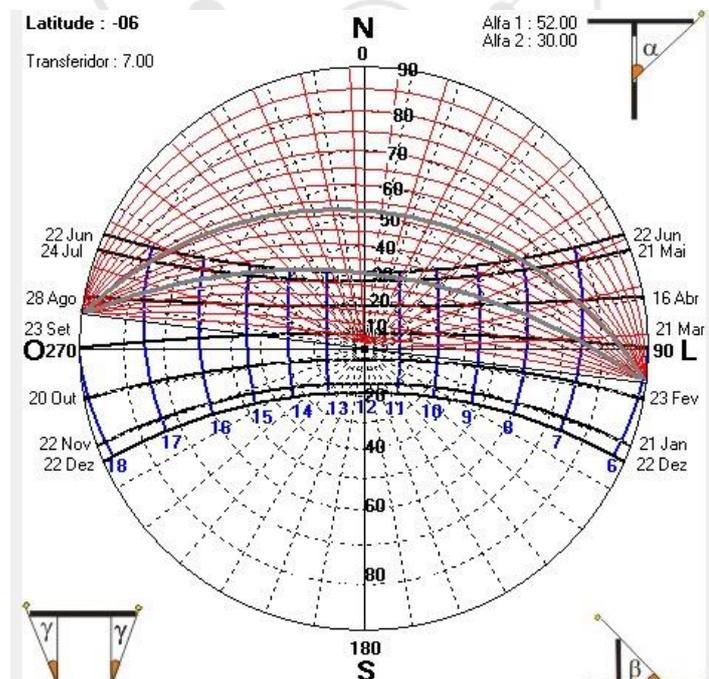
**Figura 8- Imagem da proteção solar do azimute de  $7^\circ$**



Fonte: Autores (2017)

Através das medições da projeção, verificamos que o ângulo usado na edificação, foi um alfa com  $52^\circ$ , entretanto, por apresentar uma mesma orientação, isto é, um mesmo azimute com  $7^\circ$ , um ângulo alfa com  $30^\circ$  resolveria a incidência solar.

**Figura 9- Verificação e comparação da proteção solar do azimute de  $7^\circ$**



Fonte: Autores (2017)

Diante disso, ao se tratar do ambiente educacional, a necessidade de garantir o conforto térmico é uma questão imprescindível, dessa forma, após essa análise ratificamos que as proteções solares são medidas de suma importância, tendo em vista que amenizam a incidência dos raios solares no edifício e assim, favorecem o conforto do meio.

#### 4. CONCLUSÕES:

Mediante aos argumentos supramencionados, esta pesquisa inferiu na concepção da necessidade do estudo prévio do conforto ambiental para a elaboração de projetos. Por meio da análise da Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas Silva, verificamos que a disposição entre os ambientes compromete a ventilação natural, além que, a ausência de proteções nas fachadas e a forma incorreta das proteções existentes interferem diretamente no conforto térmico da edificação. Em detrimento dessa pesquisa, espera-se a ocorrência de um estudo mais aprofundado, como também um investimento na área de conforto térmico e ventilação, para que assim esse ambiente educacional seja adequado e agradável para os usuários, uma vez que essas incoerências comprometem o ensino e aprendizagem no ambiente educacional.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMBIENTAL ARQUITETURA. **Projetos arquitetônicos com conforto térmico**. Disponível em: <<http://ambientalarquitetura.com.br/como-projetar-brises-em-3-passos-passo-1/>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

CLIMATE. **Clima: Pau dos Ferros**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/42553/>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

DIAS, Adriana. **Avaliação das condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em escola de tempo integral** - Estudo de caso da Escola Padre Josimo em Palmas (To). Brasília: 2009. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4910/1/dissertacao%20Adriana%20Dias%20final\\_reduzido.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4910/1/dissertacao%20Adriana%20Dias%20final_reduzido.pdf)>. Acesso em: 01 de maio. 2017.

ENGUITA, M. F. **A Face Oculta da Escola: educação e trabalho no capitalismo**. Trad. Tomaz Tadeu da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

FOUCAULT, M. **Vigiar e Punir. Nascimento da prisão**. Trad. Lígia M. Pondé Vassallo. Petrópolis: Vozes, 1987.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2011. 244 p.

IBGE. **Rio Grande do Norte > Pau dos Ferros**. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240940>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; LABAKI, Lucila C.; PINA1, Silvia A. Mikami G.. **Conforto e ambiente escolar**. Cadernos de

arquitetura. DAUP/FAAC/UNESP, n. 3, Bauru, p. 1-26, 2011. Disponível em: <<http://www.dkowaltowski.net/1051.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2017.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis sol-ar**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Zoneamento bioclimático do brasil - ufscar**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/zbbr>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

RORIZ, M. ZBBR. **Programa de Pós-Graduação em Construção Civil**. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

