

guia para a eficiência energética
e a qualidade do ar interior na escola

APRENDE POUPA GANHA



UTILIZA A ENERGIA
COM EFICIÊNCIA NA ESCOLA
REDUZ CUSTOS E CUIDA DO AMBIENTE

GUIA PARA
A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
E A QUALIDADE DO AR INTERIOR
NA ESCOLA

Elaboração, Coordenação e Edição
AREAM
Agência Regional da Energia e Ambiente
da Região Autónoma da Madeira

Design e Paginação
FEPdesign

Tiragem
300 exemplares

Data de publicação
Maio de 2013

guia para a eficiência energética
e a qualidade do ar interior na escola



APRENDE POUPA GANHA



UTILIZA A ENERGIA
COM EFICIÊNCIA NA ESCOLA
REDUZ CUSTOS E CUIDA DO AMBIENTE



índice

1. INTRODUÇÃO	03
2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ESCOLA	04
2.1. ILUMINAÇÃO	05
2.2. EQUIPAMENTOS INFORMÁTICOS, AUDIOVISUAIS E DE TELECOMUNICAÇÕES	08
2.3. EQUIPAMENTOS DAS COZINHAS E BARES	10
2.4. PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA QUENTE	14
2.5. CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO	18
2.6. GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS E CUSTOS	22
3. QUALIDADE DO AR INTERIOR NA ESCOLA	24
4. CLUBE ESCOLAR PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR	29
4.1. DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS E À QUALIDADE DO AR INTERIOR	30
4.2. OFICINAS TEMÁTICAS	33
4.2.1. RELÓGIO DE SOL HORIZONTAL	33
4.2.2. FORNO SOLAR	35
4.2.3. COLETOR SOLAR TÉRMICO	36
4.2.4. SECADOR SOLAR	37
4.2.5. TURBINA EÓLICA	38
4.2.6. TURBINA HIDRÁULICA	39
4.3. AÇÕES DE INFORMAÇÃO E DE SENSIBILIZAÇÃO	40
4.4. MATERIAIS INFORMATIVOS E DE SENSIBILIZAÇÃO	41
4.5. DIAS TEMÁTICOS	43
4.6. VISITAS DE ESTUDO	44
4.7. REPORTAGENS E ARTIGOS	44

1. INTRODUÇÃO

O presente guia foi desenvolvido pela AREAM - Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira, em parceria com a SRE - Secretaria Regional da Educação e Recursos Humanos da Região Autónoma da Madeira, no âmbito do projeto EEQAI-Escolas “Ação Técnica e Didática para a Eficiência Energética e a Qualidade do Ar Interior nas Escolas da RAM”, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional no âmbito do Programa Intervir+.

Este trabalho surge no seguimento da realização de ações de sensibilização e de informação em várias escolas da Madeira e do Porto Santo, bem como da realização de auditorias energéticas e à qualidade do ar interior em 35 estabelecimentos de ensino da Região Autónoma da Madeira.

O guia tem por objetivo dotar a comunidade escolar de conhecimentos e ferramentas para poder assumir um papel proativo na melhoria da eficiência energética e da qualidade do ar interior nas suas escolas, contribuindo para a redução dos consumos e dos custos com a energia, para a minimização dos impactos ambientais associados, bem como para a prevenção de doenças que derivam da qualidade do ar interior.

Para além disso, o guia contém propostas de atividades para desenvolver na escola, que visam sensibilizar a comunidade escolar para a necessidade de reduzir o consumo de energia e a emissão de poluentes, ensinando como utilizar a energia de forma eficiente em situações reais e promovendo a transmissão dos conhecimentos adquiridos para a sociedade em geral.

A consulta deste guia não dispensa a pesquisa de informação complementar sobre conceitos e terminologia, e sobre outras medidas e soluções não descritas neste documento que contribuam para a eficiência energética e a qualidade do ar interior.



2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ESCOLA



A eficiência energética nas escolas é fundamental para garantir um futuro mais sustentável a nível global e permite reduzir os seus custos operacionais.

Numa escola, os principais consumos de energia estão associados à iluminação, utilização de equipamentos informáticos e audiovisuais, produção de água quente, utilização de equipamentos de cozinha e bares e climatização dos espaços. Por isso, as sugestões apresentadas focam-se essencialmente na melhoria da eficiência energética nestas áreas de consumo.

A melhoria da eficiência energética passa por intervenções que envolvem investimentos, os quais são da responsabilidade da Direção da escola, Autarquia local ou do Governo Regional, mas também pela adoção de boas práticas a nível comportamental, que são da responsabilidade de todos os utilizadores das escolas, em particular dos alunos, os quais podem ter um papel ativo e primordial no combate ao desperdício. Desta forma, o aluno pode tornar-se mais sustentável e contribuir para a melhoria da qualidade da escola, para a redução dos custos e das emissões de CO₂ para a atmosfera, com benefícios no desempenho e na qualidade de vida de toda a comunidade escolar.

As recomendações apresentadas neste guia podem ser desenvolvidas pelo Clube da Energia da escola, grupos de trabalho criados para o efeito, ou durante as aulas, sob a coordenação e acompanhamento dos professores.

2.1 ILUMINAÇÃO



A iluminação numa escola é essencial para as aulas e todas as outras atividades. Além de ser o principal setor consumidor de energia elétrica, devido à elevada quantidade de equipamentos e às horas de funcionamento, é uma das áreas onde é mais fácil implementar soluções para melhorar a eficiência energética e reduzir os consumos de energia.

escola o que os responsáveis podem fazer



lâmpadas

Nos espaços interiores, e de acordo com as luminárias e espaços a iluminar, usar preferencialmente lâmpadas fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas, leds e iodetos metálicos de alta eficiência.

Nos espaços exteriores, e de acordo com as luminárias e espaços a iluminar, usar preferencialmente lâmpadas de vapor de sódio, iodetos metálicos de alta eficiência, fluorescentes compactas e leds.

Escolher lâmpadas adequadas aos usos, com certificados de qualidade emitidos por organismos idóneos e de fabricantes com boa reputação no mercado, tendo em atenção a classe energética, o tempo de vida útil, o índice de restituição de cor e a temperatura de cor da luz (2 700 K é luz branca-amarelada; 4 000 K é luz branca).

Substituir as lâmpadas quando atingirem o limite de vida útil e não esperar que avariem, pois o custo da energia desperdiçada pode ser superior ao custo da antecipação da substituição.

luminárias e balastros

Optar por luminárias eficientes com refletores, sem difusores ou com difusores de vidro transparente, e com ângulos de abertura adequados aos espaços e superfícies a iluminar.

Manter as luminárias e as superfícies refletoras limpas, e substituir os difusores e refletores degradados.

Optar por balastros eletrônicos de alta eficiência e substituir os balastros ferromagnéticos de baixa eficiência.

sistemas de controlo e regulação

Utilizar reguladores de fluxo luminoso para ajustar a iluminação às necessidades.

Utilizar interruptores horários programáveis para reduzir ou desligar a iluminação em determinados períodos.

Instalar sensores de movimento ou de presença em zonas de utilização não contínua, como zonas de circulação, instalações sanitárias, estacionamento e elevadores.

Utilizar sensores crepusculares na iluminação exterior e espaços interiores com luz natural.

Utilizar circuitos independentes para sistemas de iluminação com necessidades distintas, de modo a poder controlá-los, individualmente, de acordo com as necessidades.

e ainda

Desligar ou reduzir, de forma manual ou automática, a iluminação de emergência, de presença e exterior durante a noite, fins de semana, feriados, férias e outros períodos de interrupção letiva.

Optar por cores claras nas paredes e tetos da escola – aproveita-se melhor a luz natural e reduz a necessidade de iluminação artificial.

alunos o que podem fazer



Aproveitar a luz natural sempre que possível.

Desligar a iluminação quando os espaços estão desocupados, inclusive durante os intervalos entre aulas.

Ligar apenas a iluminação necessária para o desenvolvimento da atividade, de acordo com a sua ocupação e tendo em atenção a disponibilidade de luz natural junto das janelas.

Designar inspetores da iluminação eficiente e organizar rotinas periódicas, durante os intervalos e ao final do dia, para desligar a iluminação desnecessária e identificar oportunidades de melhoria.

aprender experimentando

atividades lúdicas
e pedagógicas
para aprender mais



Medir os consumos de energia de diferentes tipos de lâmpadas e elaborar uma tabela para comparação entre tecnologias e com a informação dos fabricantes – montar um suporte para lâmpadas com ficha e utilizar medidores de tomada.

Medir a intensidade de iluminação (iluminância) nas salas para diferentes cenários (por exemplo, com mais ou menos lâmpadas ligadas, para diferentes tecnologias, com e sem iluminação natural, para salas com cores claras e salas com cores mais escuras) e elaborar uma tabela para comparação entre os diferentes cenários, conferindo com os níveis de luminosidade aconselhados para cada tipo de atividade, de forma a verificar a adequação da iluminação existente – utilizar luxímetros para medir a intensidade de iluminação.

Elaborar uma tabela para cada espaço com informação sobre as tecnologias de iluminação existentes, com os seus consumos e a intensidade de iluminação, entre outras características, para diferentes cenários, com iluminação artificial totalmente ou parcialmente ligada ou totalmente desligada, por exemplo, e ainda o consumo de energia, o custo e as emissões de CO₂ derivadas do consumo, por aula, ou por dia, ou por mês. Colocar as tabelas nos respetivos espaços e atualizar sempre que houver alterações.

2.2 EQUIPAMENTOS INFORMÁTICOS, AUDIOVISUAIS E DE TELECOMUNICAÇÕES

Os equipamentos informáticos, audiovisuais e de telecomunicações são utilizados sobretudo nas salas de aula, salas de informática e de multimédia, sala dos professores, direção das escolas, serviços administrativos, bibliotecas, salas de sessões e auditórios, e utilizam exclusivamente a energia elétrica.



escola o que os responsáveis podem fazer



Adquirir equipamentos com sistemas de poupança de energia (etiqueta *Energy Star*) e com classe energética A ou superior.

Utilizar fichas múltiplas com interruptor *on/off*, de preferência sem lâmpada – torna-se mais fácil e cómodo desligar todos os aparelhos que estejam em utilização simultânea.

Dar preferência ao uso de computadores portáteis eficientes em detrimento dos computadores de secretária.

Instalar programadores automáticos para desligar os equipamentos durante a noite e fins de semana – garante que todos os aparelhos são desligados quando não são necessários.

alunos

o que podem fazer



Utilizar os equipamentos de forma racional, desligando-os quando não são necessários.

Colocar os computadores em modo de suspensão e desligar o ecrã em interrupções de curta duração.

Ligar a impressora e outros equipamentos de utilização pontual, apenas quando são necessários.

Eliminar o *standby* dos equipamentos desligando-os no botão, na ficha ou recorrendo a tomadas que desligam o circuito – no caso dos equipamentos com baterias, como computadores portáteis e telemóveis, deve-se desligar sempre da ficha.

Verificar se os equipamentos ficam desligados quando a sala é abandonada.

Designar inspetores dos equipamentos informáticos e audiovisuais, e organizar rotinas periódicas, durante os intervalos e ao final do dia, para desligar todos os equipamentos que não estão a ser utilizados e identificar oportunidades de melhoria.

aprender

experimentando

atividades lúdicas e pedagógicas para aprender mais



Medir os consumos de energia de cada equipamento, por exemplo, televisores, computadores, ecrãs, computadores portáteis, impressoras, fotocopiadoras, entre outros, em funcionamento normal e em *standby*, e elaborar uma tabela com toda a informação recolhida para comparação entre tecnologias e com a informação dos fabricantes – utilizar medidores de tomada.

No caso dos computadores, medir os consumos de energia para diferentes tipos de utilização, como por exemplo, com mais ou menos brilho no ecrã, com o fundo mais escuro, mais claro ou com fotos, e elaborar uma tabela com a informação recolhida.

Elaborar uma tabela para cada espaço com informação sobre as tecnologias informáticas e audiovisuais existentes, com os seus consumos em funcionamento normal e em *standby*, entre outras características, e ainda o consumo de energia, o custo e as emissões de CO₂ derivadas do consumo, por aula, ou por dia, ou por mês. Colocar as tabelas nos respetivos espaços e atualizar sempre que houver alterações.

2.3 EQUIPAMENTOS DAS COZINHAS E BARES

Nas cozinhas e bares das escolas, utiliza-se preferencialmente a energia elétrica e o gás. O gás é utilizado essencialmente nos fornos, fogões e no aquecimento de água, enquanto a eletricidade é utilizada na preparação e refrigeração de alimentos e bebidas, nos ventiladores dos sistemas de exaustão e no aquecimento de água. A biomassa pode ser usada no aquecimento de água e na preparação de refeições, e a energia solar térmica pode ser utilizada no aquecimento de água.



escola

o que os responsáveis podem fazer



Algumas das recomendações têm carácter comportamental e devem ser aplicadas pelos utilizadores dos equipamentos, ou seja, pelos funcionários das cozinhas, cantinas e bares.

confeção e preparação de alimentos

Adquirir equipamentos de cozinha eficientes e com capacidade adequada às necessidades.

Utilizar a fonte de calor (chama ou disco elétrico) adequada ao tamanho das bases das panelas.

Manter as panelas tapadas durante a cozedura e baixar a potência ao mínimo necessário depois de atingir a fervura – manter potências elevadas aumenta a evaporação da água, mas não reduz o tempo de cozedura.

Ligar os equipamentos apenas quando são necessários e desligá-los no final da sua utilização.

Aproveitar o calor do forno para cozedura final, desligando um pouco antes de terminar a cozedura.

Evitar abrir o forno e outros equipamentos enquanto estão a cozinhar.

Manter sempre os equipamentos limpos – por exemplo, restos de comida no forno aumenta o consumo de energia.

Não deixar os equipamentos em *standby*, como as máquinas de café, chaleiras, torradeiras e outros – desligar no botão ou diretamente na ficha.

Fazer a manutenção periódica dos equipamentos para manter a sua eficiência.

conservação de alimentos (frigoríficos, câmaras frigoríficas, vitrinas e arcas congeladoras)

Adquirir equipamentos eficientes (classe A ou superior) e com capacidade adequada às necessidades.

Não encher demasiado os frigoríficos, câmaras frigoríficas e arcas congeladoras.

Evitar a abertura frequente dos frigoríficos, câmaras frigoríficas, vitrinas e arcas congeladoras – tirar tudo o que é necessário de uma só vez e não deixar as portas abertas durante muito tempo.

conservação de alimentos (frigoríficos, câmaras frigoríficas, vitrinas e arcas congeladoras)

Remover o gelo acumulado no interior, porque dificulta a transferência de calor.

Manter as grelhas exteriores limpas e afastadas da parede, sem obstáculos à circulação do ar.

Verificar se as portas vedam corretamente – substituir as borrachas vedantes estragadas e corrigir as portas desalinhadas.

Afastar os equipamentos de refrigeração de fontes de calor como fogões, fornos, marmitas, banhos-maria e do sol.

Descongelar os alimentos no frigorífico – o frio da descongelação ajuda a arrefecer o frigorífico, poupando energia.

As temperaturas recomendadas são de 5°C para o frigorífico e -15°C para o congelador.

lavagem de louça

Lavar a louça à mão quando é em pouca quantidade, utilizando um recipiente com água e detergente em vez de utilizar água corrente durante a lavagem.

Adquirir máquinas de lavar louça eficientes (classe A ou superior) e com capacidades adequadas às necessidades.

Utilizar as máquinas somente quando estiverem cheias.

Utilizar detergentes para lavagem a baixa temperatura e escolher programas mais económicos (com temperatura mais baixa).

Ao passar a louça por água antes de colocar na máquina, utilizar água fria e uma escova para retirar os restos de comida.

Utilizar sal e abrillantador e limpar regularmente os filtros das máquinas.

Se a escola tiver painéis solares térmicos para aquecimento de água, as máquinas de lavar louça devem ser ligadas à rede de água quente.

e ainda

Promover ações de informação e de sensibilização aos funcionários sobre a utilização racional de energia.

Desligar os equipamentos quando não são necessários, no interruptor ou na ficha, para eliminar o *standby*.

Instalar programadores automáticos para desligar os equipamentos durante a noite, fins de semana, feriados e férias – garante que todos os equipamentos são desligados quando não são necessários.

alunos

o que podem fazer



Designar inspetores dos equipamentos de cozinhas e bares, e organizar rotinas periódicas ao final do dia para desligar todos aqueles equipamentos que não estão a ser utilizados e identificar oportunidades de melhoria.

aprender experimentando

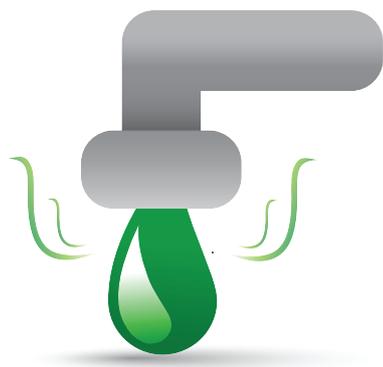
atividades lúdicas e pedagógicas para aprender mais



Medir os consumos de energia de cada equipamento, por exemplo, frigoríficos, máquinas de café, chaleiras, descascador de batata, máquina de lavar louça, entre outros, em funcionamento normal e em *standby*, e elaborar uma tabela com toda a informação recolhida para comparação entre tecnologias e confrontar com a informação dos fabricantes – utilizar medidores de tomada.

Elaborar uma tabela para cada espaço com informação sobre os equipamentos existentes, com os seus consumos em funcionamento normal e em *standby*, entre outras características, e ainda o consumo de energia, o custo e as emissões de CO₂ derivadas do consumo por dia, por mês ou por refeição. Colocar as tabelas nos respetivos espaços e atualizar sempre que houver alterações.

2.4 PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA QUENTE



O aquecimento de águas sanitárias é efetuado por equipamentos que utilizam gás, eletricidade ou energia solar, mas também pode ser através da biomassa. A água quente sanitária (AQS) é consumida sobretudo nos balneários, cozinhas, bares e outras instalações.

Algumas escolas também dispõem de piscina com água quente, em que a água pode ser aquecida através de caldeiras a gás, bombas de calor elétricas, sistemas solares térmicos e caldeiras a biomassa.

escola

o que os responsáveis
podem fazer



águas quentes sanitárias para banhos, cozinhas e bares

Instalar sistemas solares térmicos ou caldeiras a biomassa, tendo em atenção o dimensionamento, a integração com os restantes sistemas de produção de água quente, a certificação dos equipamentos, as qualificações do autor do projeto e do instalador, e os prazos de garantia.

Aplicar isolamento térmico adequado nas tubagens, termoacumuladores e acessórios.

Usar a temperatura de serviço mais baixa admissível no sistema de águas quentes sanitárias (normalmente 60°C).

Optar por torneiras termostáticas nos duches e torneiras de monocomando com a posição normal na água fria para os lavatórios.

piscinas aquecidas

Colocar uma cobertura sobre o plano de água das piscinas aquecidas quando não estiverem em utilização – reduz as perdas de calor por evaporação e a humidade dos recintos.

Reduzir a temperatura da água para o mínimo aceitável – por cada 3°C de aumento de temperatura, duplica o consumo de energia.

A temperatura do recinto da piscina deve ser pelo menos 2°C superior à temperatura da piscina – desta forma pode reduzir a temperatura da água sem prejudicar o conforto e minimiza as perdas por evaporação.

economia de água

Optar por torneiras e chuveiros com redutores de caudal.

Utilizar sensores nas torneiras de lavatórios e urinóis de zonas comuns.

Na cozinha, optar por torneiras com sensor ou pedal, dotadas de redutor de caudal.

Optar por autoclismos eficientes com sistemas de dupla descarga.

Aproveitar as águas pluviais na rega de jardins e lavagem de pavimentos.

Optar por sistemas de rega automática, preferencialmente gota a gota, associados a sensores de humidade do solo.

Regar os jardins durante a noite, de preferência nos horários em que o tarifário da eletricidade é mais favorável, reduzindo os custos da energia para bombagem e as necessidades de água.

e ainda

Instalar reguladores de temperatura com termóstato nas torneiras dos duches para evitar o desperdício de água quente.

Verificar periodicamente os autoclismos, torneiras, chuveiros e tubagens, para deteção de fugas ou outras anomalias.

Verificar periodicamente se os acumuladores e as tubagens de distribuição de água quente estão bem isolados.

Escolher termoacumuladores com maior espessura de isolamento térmico e com a capacidade adequada às necessidades.

Verificar periodicamente os painéis solares térmicos e mantê-los limpos.

alunos

o que podem fazer



Fechar as torneiras e chuveiros quando não estão a ser utilizados.

Designar inspetores da água quente e organizar rotinas periódicas durante os intervalos e ao final do dia para verificar derrames e identificar oportunidades de melhoria.

aprender

experimentando

atividades lúdicas e pedagógicas para aprender mais



conhecer o consumo de água quente por banho, por aula, por dia, por semana ou por mês

1. Medir o caudal do chuveiro (litros/minuto) – deixar a água do chuveiro correr para um recipiente durante 1 minuto e depois medir quantos litros de água tem o recipiente.
2. Medir o tempo médio gasto por duche (minutos).
3. Identificar o número médio de banhos por aula, por dia, por semana ou por mês.
4. Calcular o consumo de água quente por aula (litros/aula) = caudal dos chuveiros (litros/minuto) x duração média de cada banho (minutos) x número de banhos por aula.

conhecer a energia necessária para aquecer a água dos banhos (energia útil)

1. Medir a temperatura da água fria antes do aquecimento ($^{\circ}\text{C}$).
2. Medir a temperatura da água quente à saída do chuveiro ($^{\circ}\text{C}$).
3. Calcular a diferença de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) = temperatura final da água quente ($^{\circ}\text{C}$) - temperatura inicial da água fria ($^{\circ}\text{C}$).
4. Determinar a massa de água quente utilizada por aula (kg/aula), considerando que 1 litro de água é equivalente a 1 kg de água.
5. Conhecer o calor específico da água (kcal/kg. $^{\circ}\text{C}$) – pode ser considerado: 1 kcal/kg. $^{\circ}\text{C}$.
6. Calcular a energia útil para aquecer a água necessária para uma aula (kcal/aula) = quantidade de água quente consumida (litros/aula) x calor específico da água (1 kcal/kg. $^{\circ}\text{C}$) x diferença de temperatura entre a água fria e a água quente ($^{\circ}\text{C}$).
7. Converter as unidades da energia útil para aquecer a água necessária para uma aula (kWh/aula) = energia útil (kcal/aula) x 4,186 kJ/kcal / 3 600 kWh/kJ.

conhecer a energia consumida no aquecimento da água (energia final)

1. Identificar os equipamentos usados no aquecimento de água (caldeira a gás, esquentador a gás, termoacumulador elétrico, bomba de calor, sistema solar térmico, caldeira a biomassa, etc.).
2. Identificar o rendimento dos equipamentos (%) através da pesquisa de dados de fabricantes - rendimentos típicos: caldeira a gás: 80%; esquentador a gás: 50%; termoacumulador elétrico: 90%; bomba de calor: 300%; sistema solar térmico: 100%; caldeira a biomassa: 70%.
3. Calcular o consumo de energia final (kWh/aula) = energia útil (kWh/aula) / rendimento do equipamento (%) – equivalências:
1 kg de gás propano = 13 kWh; 1 kg de lenha seca = 3,5 kWh.
4. Calcular os custos da energia e as emissões de CO_2 que derivam do aquecimento de água para os banhos – pesquisar preços da energia dos fornecedores e fatores de emissão de CO_2 .
5. Estimar a redução de custos e emissões de CO_2 com a diminuição dos consumos ou utilização de energias renováveis.

Elaborar um cartaz com informação sobre a água consumida por banho (por aula, por dia, por semana ou por mês), a energia consumida, os custos, as emissões de CO_2 , e redução de custos e emissões de CO_2 com a diminuição dos consumos ou utilização de energias renováveis. Divulgar esta informação nos locais de consumo de água quente e nas instalações técnicas onde é efetuado o aquecimento da água.

2.5. CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO



A climatização representa, em algumas tipologias de edifícios de serviços, um elevado consumo de energia. Contudo, grande parte das escolas da Região Autónoma da Madeira não dispõe de sistemas de climatização e, quando existem, predominam os equipamentos de pequena dimensão, dedicados a alguns espaços específicos, como auditórios, serviços administrativos e direção, bem como alguns laboratórios e zonas técnicas. Esta utilização pouco expressiva de sistemas de climatização nas escolas é, na maioria das vezes, justificada pelas reduzidas necessidades de aquecimento e arrefecimento.

Para arrefecimento e renovação do ar, recorre-se normalmente à ventilação natural através de portas, janelas e grelhas colocadas nas fachadas, o que nem sempre é suficiente para garantir o conforto térmico e uma boa qualidade do ar interior. Os sistemas de aquecimento são escassos e normalmente limitam-se a radiadores elétricos e bombas de calor, mas também é possível utilizar caldeiras a biomassa, salamandras e recuperadores de calor.

escola

o que os responsáveis podem fazer



comportamento térmico do edifício

Aplicar isolamento térmico apropriado nas fachadas e coberturas – o isolamento térmico pelo exterior é mais eficiente e pode ser aplicado em edifícios novos e na reabilitação de edifícios existentes.

Optar por caixilharia com corte térmico e vidros duplos com caixa-de-ar de 15 mm e com características térmicas e fator solar adequados.

Utilizar técnicas passivas para aquecer os espaços com a radiação solar no inverno.

Assegurar soluções de ventilação para remover as cargas térmicas no verão.

Utilizar dispositivos móveis ou fixos de sombreamento para proteger os vãos envidraçados no verão, recorrendo a tapassóis, estores exteriores, palas superiores ou laterais, ou vegetação.

Para envidraçados existentes com grande exposição solar e sem viabilidade de sombreamento, colocar películas refletoras para reduzir os ganhos térmicos no verão.

Optar por cores claras nas fachadas, coberturas, paredes interiores, tetos, estores e cortinados.

equipamentos de aquecimento

Utilizar equipamentos de aquecimento a biomassa (caldeiras a biomassa, salamandras e recuperadores de calor).

Utilizar equipamentos de elevada eficiência e dimensionados de acordo com as necessidades.

Utilizar recuperadores de calor para aproveitar o calor rejeitado no ar de exaustão de espaços aquecidos.

Assegurar o isolamento térmico adequado e em boas condições nas tubagens e acessórios.

Utilizar termóstatos programáveis com limitadores de temperatura nos radiadores e ventiloconvetores.

equipamentos de arrefecimento

Optar por equipamentos de elevada eficiência e dimensionados de acordo com as necessidades.

Adotar sistemas *free cooling* para utilizar sempre que as condições exteriores sejam favoráveis.

Instalar bancos de gelo para armazenamento de frio, de forma a otimizar as condições de funcionamento do *chiller*, quando aplicável, e o tarifário da energia elétrica.

Utilizar termostatos programáveis com limitadores de temperatura nos ventiloconvetores.

renovação de ar

Promover a ventilação natural através das janelas, portas e claraboias, quando as condições exteriores forem favoráveis.

Utilizar ventiladores de elevada eficiência e sistemas de controlo com sensores de CO₂ e variadores de velocidade para ajustar às necessidades.

Efetuar operações de manutenção periódica aos componentes das unidades de tratamento de ar (UTA), quando aplicável, incluindo filtros, correias de ventiladores e sistemas de controlo.

e ainda

Nos dias mais quentes, fechar os tapassóis ou estores para reduzir a entrada de calor, mantendo os envidraçados abertos para circulação de ar.

Nos dias mais frios, abrir os tapassóis ou estores e manter os envidraçados fechados para aproveitar e manter o calor do sol.

Evitar o aquecimento e arrefecimento excessivo, não selecionando temperaturas inferiores a 22°C no verão, nem superiores a 20°C no inverno.

Optar por sistemas de climatização centralizados com possibilidade de controlo individualizado, de modo a permitir uma gestão adequada para as diferentes necessidades dos vários espaços.

Utilizar dispositivos para desligar a climatização quando as portas ou janelas forem abertas ou o espaço estiver desocupado.

alunos

o que podem fazer



Nos dias mais quentes, fechar os tapassóis ou estores para reduzir a entrada de calor, mantendo os envidraçados abertos para circulação de ar.

Nos dias mais frios, abrir os tapassóis ou estores e manter os envidraçados fechados para aproveitar e manter o calor do sol.

Designar inspetores da climatização e organizar rotinas periódicas durante os intervalos e ao final do dia para desligar a climatização de espaços não utilizados e identificar oportunidades de melhoria.

Designar inspetores da ventilação e organizar rotinas periódicas durante os intervalos para providenciar a abertura franca das portas e janelas de modo a promover a renovação do ar nas salas.

aprender experimentando

atividades lúdicas e pedagógicas para aprender mais



experimentar e comparar o comportamento dos isolamentos térmicos

1. Juntar vários recipientes idênticos (embalagens de cartão, garrafas de plástico ou latas).
2. Revestir cada recipiente com um material de isolamento diferente ou com diferentes espessuras, ficando um sem isolamento para servir de referência.
3. Colocar um líquido quente ou frio com a mesma temperatura em todos os recipientes.
4. Medir a temperatura de 15 em 15 minutos no interior de cada um dos recipientes, mergulhando o termómetro até ao fundo.
5. Anotar as temperaturas medidas numa tabela e comparar os resultados obtidos para cada um dos materiais de isolamento e para as diferentes espessuras.

2.6. GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS E CUSTOS



Uma gestão adequada e uma monitorização contínua dos consumos de energia nas escolas permitem identificar o modo de utilização das várias formas de energia nos diferentes tipos e zonas de consumo, detetar eventuais desvios ou anomalias e atuar atempadamente no sentido de evitar desperdícios de energia e melhorar a eficiência energética.

escola o que os responsáveis podem fazer



Criar a função de gestor de energia e designar recursos humanos internos com conhecimentos e formação adequada.

Instalar sistemas centralizados de monitorização e gestão de energia ou, pelo menos, instalar contadores de energia setoriais, para melhor identificação dos consumos por área e detetar eventuais desvios ou alterações.

Fazer leituras periódicas dos contadores de energia elétrica, gás e água e comparar com as faturas.

Identificar desperdícios de energia e consumos que podem ser reduzidos ou eliminados.

Instalar baterias de condensadores para minimizar ou eliminar a energia reativa na energia elétrica.

Promover a manutenção preventiva e periódica dos equipamentos por técnicos ou empresas qualificadas.

Providenciar a realização de diagnósticos energéticos periódicos por técnicos qualificados.

Implementar planos de ação de gestão de energia para a escola.

alunos

o que podem fazer



Fazer a leitura periódica (diária, semanal ou mensal) dos consumos de eletricidade, gás e água nos respetivos contadores. Elaborar tabelas e gráficos com a evolução dos consumos e relacionar com os custos e as emissões de CO₂. Esta informação pode ser divulgada junto dos contadores e em locais onde a restante comunidade escolar possa ter acesso.

Fazer o levantamento das faturas de eletricidade, gás e água, e fazer a análise dos consumos e dos custos, por mês e por ano, e comparar com os consumos de períodos anteriores.

3. QUALIDADE DO AR INTERIOR NA ESCOLA



Estudos indicam que a maioria das escolas, por todo o mundo, tem problemas de qualidade do ar interior (QAI). A exposição a determinados poluentes pode resultar imediatamente em desconforto olfativo (odores desagradáveis) e queixas sobre o facto de o ar estar viciado, bafiento ou seco. Em muitos casos, os contaminantes do ar interior são a causa da má qualidade do ar percebida pelos utilizadores.

Alguns dos efeitos que podem surgir após a exposição a alguns contaminantes podem ser:

- Irritação dos olhos (olhos vermelhos).
- Garganta irritada.
- Nariz entupido ou defluxo nasal.
- Dores de cabeça e tonturas.
- Fadiga injustificada, falta de concentração.
- Baixa da produtividade.

Dependendo dos poluentes, das concentrações, do tempo de exposição e da vulnerabilidade das pessoas expostas, a qualidade do ar pode causar problemas de saúde mais ou menos severos, tais como:

- Infeções frequentes, como gripe e constipações.
- Ataques de asma.
- Alergias (em particular em pessoas com tendência para estas doenças).
- Infeções pela bactéria da *Legionella* (doença do legionário), como resultado da exposição a aerossóis infetados no ar, como por exemplo, nos chuveiros dos balneários.
- Intoxicação por monóxido de carbono.

No caso de um estabelecimento de ensino, vários estudos demonstram que os alunos têm um menor desempenho e menor capacidade de aprendizagem em salas com má qualidade do ar.

Uma QAI aceitável pode ser definida como ar onde não existem contaminantes conhecidos em concentrações perigosas, de acordo com o determinado pelas autoridades reconhecidas e onde a maioria dos ocupantes (80% ou mais) não expressem insatisfação (ASHRAE 2007c).

De seguida, apresenta-se os principais poluentes a ter em conta na avaliação da QAI, assim como as suas origens.

POLUENTES

ORIGEM

dióxido de carbono (CO₂)

Gerado pela respiração humana, pela combustão em cozinhas e sistemas de aquecimento, e pelo tráfego automóvel.

monóxido de carbono (CO)

Produzido pela combustão incompleta em cozinhas e sistemas de aquecimento, pela queima de tabaco em zonas de fumadores e pelo tráfego automóvel.

compostos orgânicos voláteis (COV)

Emitido pelos materiais de construção e mobiliário, devido à aplicação de solventes, colas, tintas e vernizes, bem como pelo metabolismo humano (bioefluentes). O formaldeído (HCHO) é o COV considerado mais perigoso, em relação à qualidade do ar em edifícios, porque, mesmo em baixas concentrações, é cancerígeno, podendo ser emitido pelo mobiliário, colas, tintas e produtos de beleza. Quanto mais elevada for a temperatura ambiente e a humidade, mais elevadas serão as emissões de formaldeído.

ozono (O₃)

Emitido nos ambientes interiores por campos eletromagnéticos fortes ou fontes de luz ultravioleta, como fotocopiadoras, impressoras laser e alguns tipos de filtros dos sistemas de ar condicionado.

radão

Trata-se de um gás radioativo contido naturalmente no solo e nas rochas de zonas graníticas. É extremamente perigoso porque está provado ser cancerígeno, no entanto, a Região Autónoma da Madeira não é uma zona de risco da presença deste gás no solo.

contaminantes biológicos

São os micro-organismos que podem estar contidos no ar, como fungos, bactérias, vírus, fungais, ácaros, esporos e pólen. Dos contaminantes biológicos, destaca-se a bactéria *Legionella pneumophila*, que pode causar a legionelose (doença do legionário).

partículas suspensas no ar (PM)

São partículas em suspensão no ar com diâmetro inferior a 10 µm, que podem penetrar profundamente no sistema respiratório. As partículas, para além de estarem na origem de problemas respiratórios, podem conter outras substâncias nocivas à saúde, como é exemplo as partículas contidas no fumo do tabaco, com efeitos cancerígenos.

POLUENTES

PRINCIPAIS EFEITOS NA SAÚDE

concentrações elevadas destes poluentes podem ter efeitos nefastos na saúde dos humanos

radão

Cancro.

formaldeído (HCHO)

Alergias; irritação da pele, olhos e vias respiratórias; cancro; náuseas; alterações de ordem cardíaca; alterações neurológicas (dores de cabeça, fadiga, depressão).

compostos orgânicos voláteis (COV)

Irritação da garganta; dores de cabeça; distúrbios visuais; leucemia.

dióxido de carbono (CO₂)

Em pequenas concentrações: problemas respiratórios; dores de cabeça; fadiga.

Em grandes concentrações: náuseas, vômitos, tonturas.

monóxido de carbono (CO)

Dores de cabeça; náuseas; sonolência; perda de concentração; perda de visão; asfixia; morte.

ozono (O₃)

Irritação das vias respiratórias, olhos e pele; dores de cabeça; tonturas; tosse; problemas no coração; fibrose pulmonar.

partículas e fibras

Irritação das vias respiratórias, olhos e pele; cancro; bronquite; asma; transmissão de doenças.

microrganismos (fungos e bactérias)

Alergias; sinusite; irritação dos olhos e pele; asma; rinite alérgica; bronquite; tuberculose.

Legionella

Fase inicial: dores de cabeça, dores musculares, febres altas e calafrios associados a transpiração.

Fases avançadas: tosse seca, pulmões congestionados e possível afetação dos rins e do fígado.

(A infeção humana só é possível pela inalação de aerossóis com elevadas concentrações de *Legionella*).

escola

o que os responsáveis podem fazer



Instalar grelhas de admissão de ar autorreguláveis nas fachadas ou vãos envidraçados para assegurar o caudal mínimo de renovação de ar de acordo com o número de ocupantes.

Abrir as janelas e as portas durante os intervalos para providenciar a circulação de ar novo nas salas.

Reorganizar as turmas pelas salas para otimizar a ocupação face à ventilação das salas.

Verificar periodicamente o estado de limpeza das condutas, grelhas e zonas de admissão de ar no exterior.

Providenciar a limpeza de superfícies com bolores, eliminar zonas húmidas e desinfetar locais com maior risco de contaminação, para reduzir a ocorrência e desenvolvimento de fungos e bactérias.

Instalar equipamentos de esterilização do ar nas salas e aparelhos desumidificadores, em zonas problemáticas.

Verificar o estado e as condições de funcionamento dos sistemas de extração de gases de combustão, para evitar a contaminação com CO e partículas.

Instalar alarmes de CO₂ para alerta dos docentes, funcionários e alunos, para abertura manual de janelas e portas para promover o arejamento dos espaços.

Registar e analisar as queixas de alunos, professores e funcionários que estejam relacionados com a má qualidade do ar interior.

Realizar a avaliação periódica da qualidade do ar interior por técnicos qualificados e identificar as fontes de contaminação internas e externas.

alunos

o que podem fazer



Promover a ventilação natural das salas e restantes espaços, através da abertura das janelas e portas em simultâneo quando as salas não estão a ser usadas, para reduzir as concentrações de COV, formaldeído, CO₂, CO, bactérias e fungos.

Designar inspetores da qualidade do ar interior e organizar rotinas periódicas durante os intervalos para verificar as práticas de ventilação natural, sinais de humidade e bolores, problemas de limpeza ou higienização, e odores estranhos. As anomalias detetadas devem ser anotadas e comunicadas aos responsáveis da escola.

Elaborar materiais informativos sobre boas práticas para melhorar a qualidade do ar interior.

aprender experimentando

atividades lúdicas
e pedagógicas
para aprender mais



observar a evolução das concentrações de CO₂ numa sala de aulas

1. Medir a concentração de CO₂ no exterior.
2. Medir a concentração de CO₂ numa sala sem ocupação .
3. Medir a concentração de CO₂ numa sala com ocupação normal e com as janelas e portas fechadas, de 15 em 15 minutos, durante uma aula.
4. Medir a concentração de CO₂ numa sala com ocupação normal e com as janelas e portas abertas, de 15 em 15 minutos, durante uma aula.

Elaborar tabelas ou gráficos com a informação recolhida e comparar as diferentes situações.

divulgar a informação e as conclusões da análise efetuada

Se a escola não dispuser de instrumentos de medição, deve estabelecer contactos com entidades que possam apoiar os alunos nestas atividades.

4. CLUBE ESCOLAR PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR

O "Clube para a Eficiência Energética e a Qualidade do Ar Interior" tem como principal objetivo dinamizar ações que visem sensibilizar a comunidade escolar para a eficiência energética e a qualidade do ar interior, envolvendo, tanto quanto possível, os alunos, as direções, o pessoal docente, o pessoal não docente, os encarregados de educação e outros atores locais com intervenção direta ou indireta na ação educativa, contribuindo para a melhoria contínua da eficiência energética e da qualidade do ar interior, para a redução da fatura energética e minimização dos impactos ambientais associados à utilização de energia nas escolas.



objetivos

Os objetivos do clube devem ser escolhidos tendo por base as necessidades e interesses de cada escola e a motivação das partes envolvidas. A título de exemplo, podem ser criados clubes dedicados à energia, à qualidade do ar interior e à mobilidade.

composição e organização

A composição e a organização do clube são livres, sendo recomendável a inclusão de alunos de turmas e anos diferentes, professores de áreas de ensino distintas, assim como representantes do pessoal não docente e dos encarregados de educação.

Cada clube deve ter uma designação que o identifique e deve possuir uma estrutura organizativa e funcional, com atribuição de responsabilidades e funções.

atividades

As atividades a desenvolver podem tomar diversas formas, incluindo ações para a escola, para a comunidade escolar ou para a sociedade em geral, de acordo com os objetivos, as competências das partes envolvidas e os recursos disponíveis.

Além das ações do clube, sugere-se, também, a partilha de atividades e de informação com clubes de outras áreas da mesma escola e com os clubes ou grupos de trabalho de outros estabelecimentos de ensino, promovendo a cooperação, a cidadania e o enriquecimento comum.

De seguida, são apresentadas algumas propostas de atividades que podem ser integradas no plano de ação dos clubes.

4.1. DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS E À QUALIDADE DO AR INTERIOR

A primeira atividade proposta prende-se com a realização de diagnósticos energéticos e à qualidade do ar interior à escola, para se conhecer quanta energia se consome, que tipos de energia são utilizados, onde se consome mais energia e quais as características da qualidade do ar interior.





fase 1 preparação

- Organizar os grupos de trabalho e definir funções.
- Identificar o tipo de dados a recolher e fontes de informação para pesquisa.
- Elaborar questionários para alunos, pessoal docente, pessoal não docente e encarregados de educação sobre o consumo de energia.
- Identificar indicadores de desempenho energético (kWh/mês; kWh/ano; kWh/aluno, etc.), económico (€/mês; €/ano; €/aluno, etc.) e ambientais (kgCO₂/mês; kgCO₂/ano; kgCO₂/aluno, etc.).
- Desenvolver ferramentas informáticas para organizar a informação e calcular consumos e indicadores (folhas de cálculo, por exemplo), ou pesquisar ferramentas existentes.
- Recolher faturas de energia (eletricidade, gás, etc.) de 12 meses.
- Identificar os contadores de energia.
- Recolher as plantas arquitetónicas e das especialidades da escola.
- Identificar as várias zonas e áreas consumidoras de energia da escola.
- Identificar pontos ou zonas para avaliar a qualidade do ar interior.
- Fazer o levantamento do perfil de utilização da escola (horários, períodos letivos, número de alunos, número de docentes, etc.).
- Etc.

fase 2 trabalho de campo

- Recolher informação sobre os equipamentos consumidores de energia, por zona e por forma de energia, e identificar o consumo de energia (potência e número de horas de funcionamento).
- Fazer a leitura dos consumos de energia nos contadores.
- Medir os consumos de eletricidade.
- Medir a temperatura do ar e a humidade relativa.
- Medir a temperatura da água dos banhos e da piscina.
- Determinar o consumo de água quente nos banhos, na cozinha e na piscina.
- Medir as concentrações de CO₂.
- Realizar questionários à comunidade escolar.
- Etc.

fase 3 tratamento e análise de dados

- Inserir os dados recolhidos durante os trabalhos de campo (faturas, contadores, equipamentos) nas ferramentas para tratamento da informação.
- Determinar os consumos de energia por tipo e por setores.
- Determinar os indicadores de desempenho energético (kWh/mês; kWh/ano; kWh/aluno, etc.), económico (€/mês; €/ano; €/aluno, etc.) e ambientais (kgCO₂/mês; kgCO₂/ano; kgCO₂/aluno, etc.).
- Analisar os indicadores de qualidade do ar interior através da informação recolhida em medições, questionários ou através de queixas dos utilizadores da escola.
- Determinar a pegada energética e ecológica da escola.
- Converter os resultados em imagens, tabelas e gráficos para facilitar a análise da informação, a comunicação e a divulgação.



fase 4 ações de melhoria de eficiência energética e da qualidade do ar interior

- Criar equipas responsáveis pela implementação e verificação das ações de melhoria da eficiência energética e da qualidade do ar interior.
- Identificar e estudar medidas que contribuam para melhorar a eficiência energética da escola, reduzir os custos de energia e minimizar os impactes ambientais.
- Estabelecer metas e objetivos de melhoria da eficiência energética (por exemplo, reduzir o indicador de consumo de energia por aluno em 10% em 12 meses).
- Identificar e estudar medidas para melhorar a qualidade do ar interior na escola.
- Estabelecer metas e objetivos de melhoria da qualidade do ar interior na escola (por exemplo, reduzir o número de queixas por parte dos utilizadores da escola em relação a odores, etc.).
- Implementar as medidas e soluções para reduzir os consumos de energia, os custos e as emissões de gases com efeito de estufa, e cumprir com as metas e objetivos definidos.
- Implementar as medidas e soluções para corrigir e melhorar a qualidade do ar interior, e cumprir com as metas e objetivos definidos.

fase 5 monitorização dos consumos de energia e da qualidade do ar interior

- Avaliar a implementação das medidas e os resultados obtidos.
- Atualizar os indicadores e avaliar o sucesso em relação às metas e aos objetivos definidos.
- Identificar outras medidas de melhoria complementares, de forma a contribuir para a melhoria contínua dos indicadores de desempenho energético, económico, ambiental e da qualidade do ar interior.

fase 6 divulgação dos trabalhos e resultados

- Elaborar cartazes, brochuras, apresentações e vídeos para divulgar informação sobre os consumos de energia, custos, impactes ambientais e qualidade do ar interior junto da comunidade escolar e outros atores locais.
- Divulgar os trabalhos e os resultados na página da internet da escola e nas redes sociais.

4.2. OFICINAS TEMÁTICAS



A realização de oficinas desperta, normalmente, grande interesse nos alunos e nos professores, devido à oportunidade de criar, experimentar, compreender melhor e aplicar conceitos relacionados com algumas disciplinas, como a matemática, a física, a geografia, a geologia, a biologia e a química, entre outras.

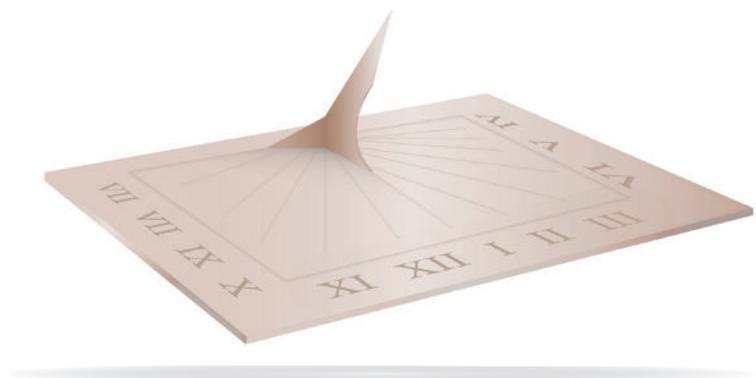
Os trabalhos elaborados em contexto oficial podem funcionar como um complemento às aulas teóricas e devem, sempre que possível, constituir utilidade para as aulas ou para a escola. Uma forma de cativar e envolver mais e melhor os alunos e os professores nestas oficinas, é criar exposições e concursos escolares, valorizando e premiando os trabalhos e os respetivos autores. Os materiais utilizados na construção dos modelos devem ser, sempre que possível, reutilizados e de fácil acesso.

Para cada um destes e outros temas de seguida sugeridos, os alunos devem pesquisar informação sobre os materiais, os conceitos e as técnicas a usar.

RELÓGIO DE SOL HORIZONTAL

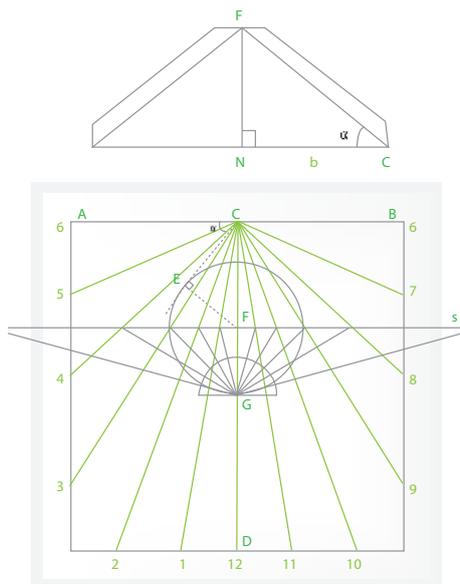
A construção de relógios solares permite trabalhar temas como a latitude, inclinação, rosa-dos-ventos, geometria, trigonometria e astronomia, entre outros.

No relógio de sol horizontal, o mostrador está na horizontal e o gnómon faz um ângulo igual à latitude do local.



materiais e ferramentas

- 1 Quadrado de cartão com 20 cm de lado
- 1 Quadrado de cartolina com 10 cm de lado
- Régua
- Transferidor
- Compasso
- Lápis
- Tesoura ou X-ato
- Cola



construção

1. Traçar uma margem de 2 cm em cada um dos lados do cartão e definir o lado superior do mostrador como sendo o segmento de reta AB.
2. No segmento de reta AB, marcar o ponto médio C e traçar uma perpendicular. Ao ponto de interseção do último segmento com a margem já construída atribuir a letra D.
3. A partir do segmento AC, marcar o ângulo complementar da latitude, α , com o transferidor, do lugar onde se vai implantar o relógio e traçar um segmento de reta com origem no ponto C. Assinalar um ponto E que diste 4 cm de C.
4. A partir do ponto E traçar uma perpendicular a CE, que vá ao encontro do segmento CD. Chamar F ao ponto de interseção deste novo segmento com o segmento CD.
5. Traçar uma reta s paralela ao segmento AB e que passe por F.
6. Construir uma circunferência de centro em F e raio igual à medida do segmento EF. Assinalar com a letra G o ponto de interseção da circunferência com o segmento CD.
7. Construir uma semicircunferência de centro em G e marcar sobre esta os ângulos de 15° em 15° a partir do segmento CD. Traçar todos os segmentos que unam o ponto G à reta s e que passem pelas marcas entretanto assinaladas.
8. Com os pontos obtidos na reta s, traçar todos os segmentos que vão ao encontro do ponto C e que intersectam na outra extremidade as margens do mostrador. Estes segmentos vão representar as linhas horárias do relógio de sol.
9. Com o pedaço de cartolina construir o gnómon com base no esquema apresentado.
10. Dobrar a peça no segmento FN e colar os dois triângulos um ao outro.
11. Com o x-ato fazer uma incisão no cartão ao longo do segmento CF.
12. Enfiar o gnómon na incisão feita no mostrador, de modo a que as letras C e F fiquem coincidentes, e colar as patilhas na parte anterior do mostrador. O gnómon deverá ficar perpendicular ao mostrador.

utilização

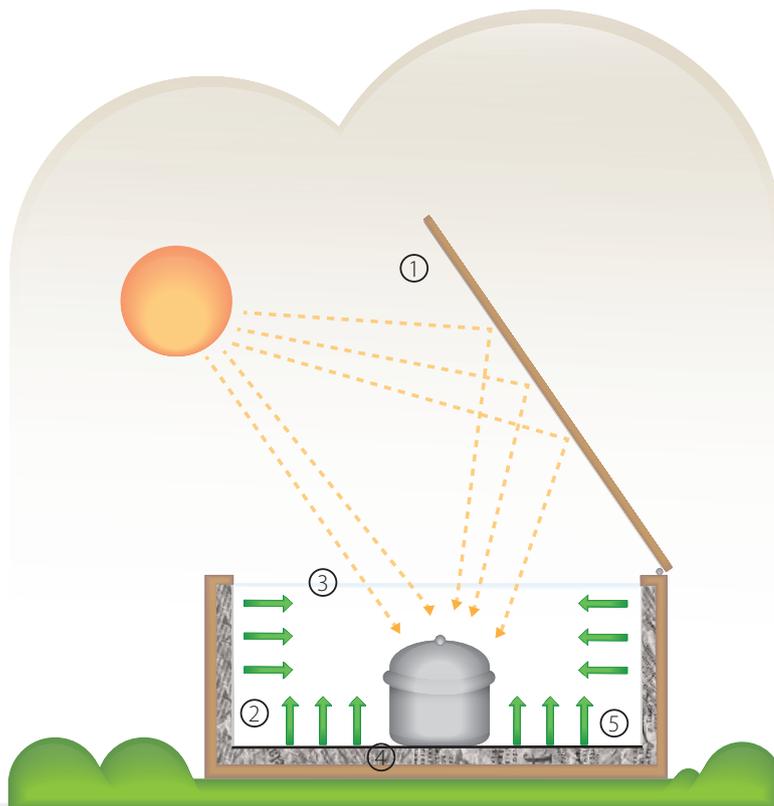
- Colocar o relógio de sol no local desejado. O vértice C deverá ficar apontado a Sul.
- Fazer a leitura da hora solar e, depois, comparar com a hora do relógio.

FORNO SOLAR

A construção de fornos solares permite trabalhar temas como o efeito de estufa, os efeitos da radiação solar e o comportamento de diferentes materiais e cores face à radiação solar e à temperatura.

O forno solar tem por finalidade concentrar os raios de sol e reter o calor para aquecer os alimentos e cozinhar.

1. folha de alumínio
2. folha de alumínio
3. película transparente
4. folhas de papel de jornal
5. cartolina preta



materiais e ferramentas

- Caixa de cartão
- Folhas de papel de jornal (para isolamento)
- Folhas de alumínio (de cozinha)
- Película transparente (de cozinha) ou folhas de acetato
- Cartolina preta (ou tinta preta)
- Um recipiente em alumínio (de preferência preto)
- Cola e fita-cola
- X-ato e/ou tesoura

construção

1. Dobrar várias folhas de jornal e colocá-las no interior da caixa, sobre a base e os lados.
2. Cortar a cartolina preta com a dimensão interior da caixa e colocá-la sobre as folhas de jornal na base da caixa.
3. Unir a tampa à caixa de forma a ser possível inclinar de acordo com a posição do sol.
4. Cortar a folha de alumínio com as dimensões das partes laterais da caixa e da tampa.
5. Colar a folha de alumínio nas partes laterais da caixa e da tampa, pelo interior.

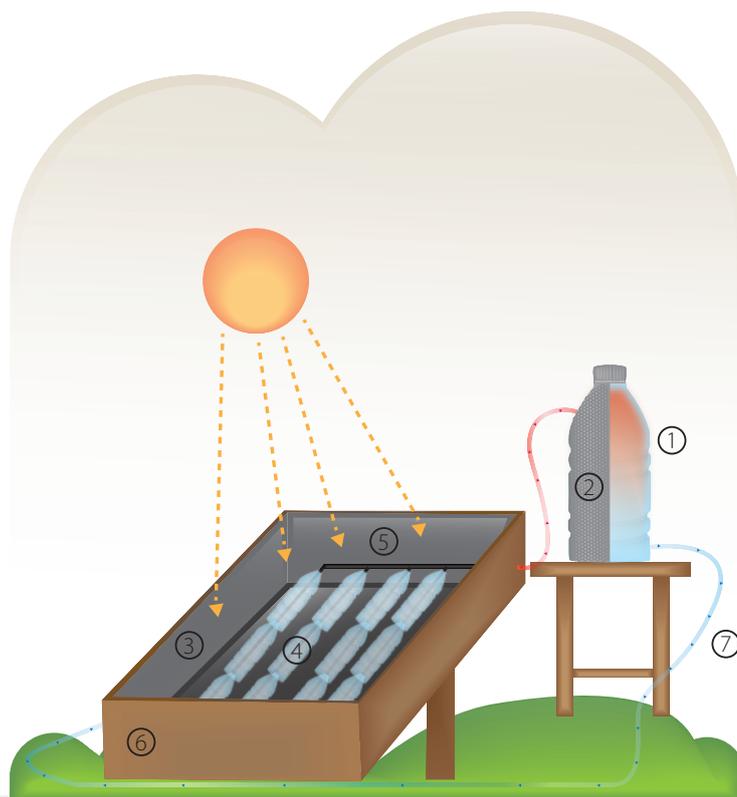
utilização

- Colocar os alimentos no interior do recipiente de alumínio.
- Cobrir o recipiente com a película transparente ou com a respetiva tampa.
- Colocar o recipiente na caixa.
- Cobrir a caixa com película transparente.
- Orientar o forno para o sol.
- Orientar a tampa do forno para refletir a radiação e conseguir a maior concentração de energia no recipiente.
- Deslocar o forno conforme a orientação do sol, ao longo da confeção dos alimentos.

COLETOR SOLAR TÉRMICO

A construção de coletores solares permite trabalhar temas como o efeito de estufa, a mecânica, a hidráulica, os efeitos da radiação solar, o efeito termossifão, o comportamento de diferentes materiais e cores face à radiação solar e à temperatura. O coletor solar térmico converte a radiação solar em energia térmica (calor), para aquecimento de água.

1. depósito
2. isolamento térmico
3. refletor
4. garrafas pequenas de plástico
5. tubo de plástico preto
6. caixa retangular
7. mangueira transparente



materiais e ferramentas

- Um garrafão e doze garrafas pequenas de plástico.
- Dois metros de mangueira flexível.
- Quatro tubos de plástico preto com 40 cm e oito segmentos de tubo com cerca de 5 cm para ligações.
- Oito uniões T e duas uniões L para ligação dos tubos de plástico preto.
- Caixa retangular (com dimensões aproximadas: 40 cm x 50 cm x 20 cm) para montagem dos tubos do coletor.
- Isolamento térmico para envolver o depósito.
- Material refletor (folha de alumínio, chapa metálica).
- Suportes de madeira para manter a caixa do coletor solar inclinada e para apoiar o depósito de água.
- Pistola e cola térmica para plástico.
- Pregos pequenos e martelo.
- Serra para os tubos de plástico e para madeira.

construção

Para o coletor

1. Introduzir os quatro tubos nas garrafas de plástico, colocar as uniões T e L nas extremidades e juntar as uniões com segmentos de tubo, de modo a completar um circuito com uma entrada de água fria e uma saída para a água quente.
2. Revestir o fundo da caixa com material refletor e montar a estrutura dos tubos na caixa.
3. Colocar a caixa com o coletor inclinada, com cerca de 30 a 45 graus em relação à horizontal, de modo a que os 4 tubos fiquem também inclinados.

Para o depósito

1. Fazer dois furos no garrafão ficando um próximo do fundo e outro 2 cm abaixo do nível da água, de forma a ficar sempre submerso.
2. Ligar os tubos do coletor ao depósito de água com a mangueira flexível. O tubo da água fria liga o furo inferior do depósito à parte inferior do coletor e o tubo da água quente liga a parte superior do coletor ao furo superior do depósito.
3. Envolver o depósito de água com isolamento térmico.
4. Fazer uma base para apoiar o depósito de água, pelo menos 10 cm acima da parte superior do coletor.

utilização

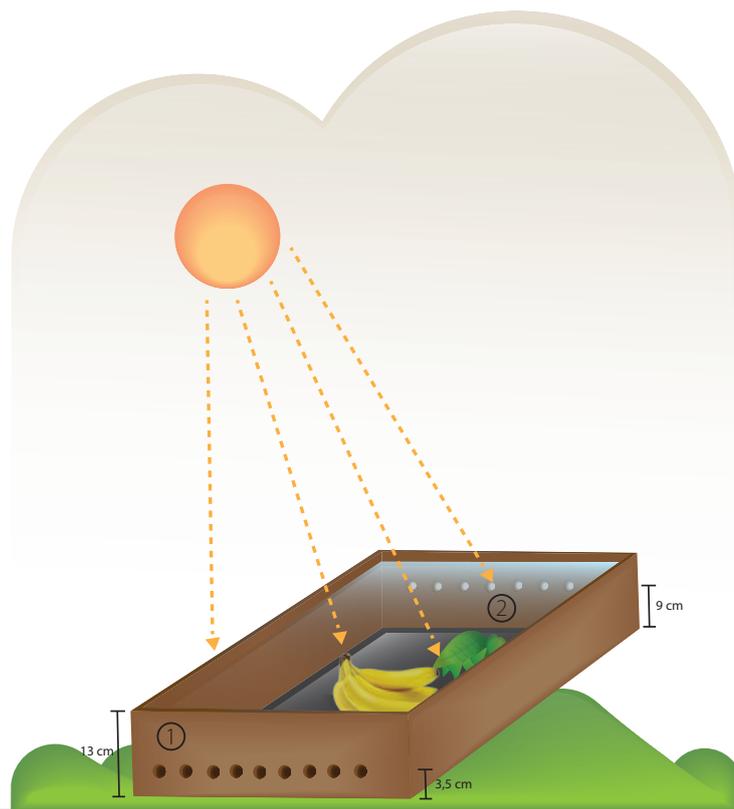
- Encher o sistema com água, garantindo que o ar é integralmente removido dos tubos e da mangueira.
- Colocar o coletor ao sol, orientando de forma a captar o máximo da radiação solar.
- Monitorizar a temperatura à entrada e à saída do coletor e no depósito.

SECADOR SOLAR

A construção de secadores solares permite trabalhar temas como o efeito de estufa, os efeitos da radiação solar e o comportamento de diferentes materiais e cores face à radiação solar e à temperatura.

O secador solar aumenta a temperatura num espaço arejado para promover a evaporação da água e secar frutos, legumes, ervas aromáticas, peixe ou carne.

1. orifícios de entrada de ar
2. orifícios de saída de ar



materiais e ferramentas

- Uma caixa de madeira com 100 cm de comprimento, 25 cm de largura e 25 cm de altura.
- Placa de isolamento térmico de 3 cm de espessura com 99 cm de comprimento e 24 cm de largura.
- Uma chapa metálica pintada de preto de 1 a 2 mm de espessura com as dimensões da placa de isolamento térmico.
- Uma placa de acrílico ou material plástico transparente, resistente aos raios ultravioleta, com a dimensão da caixa para a tampa do secador.
- Berbequim com broca de madeira de 8 mm.

construção

1. Colocar a placa de isolamento térmico no fundo da caixa.
2. Colocar a chapa metálica pintada de preto sobre o isolamento.
3. Fazer vários orifícios com o berbequim em duas laterais opostas da caixa para promover a circulação de ar dentro da caixa. Os orifícios devem estar mais baixos numa das laterais e mais altos na outra.
4. Colocar a tampa transparente sobre a caixa.

utilização

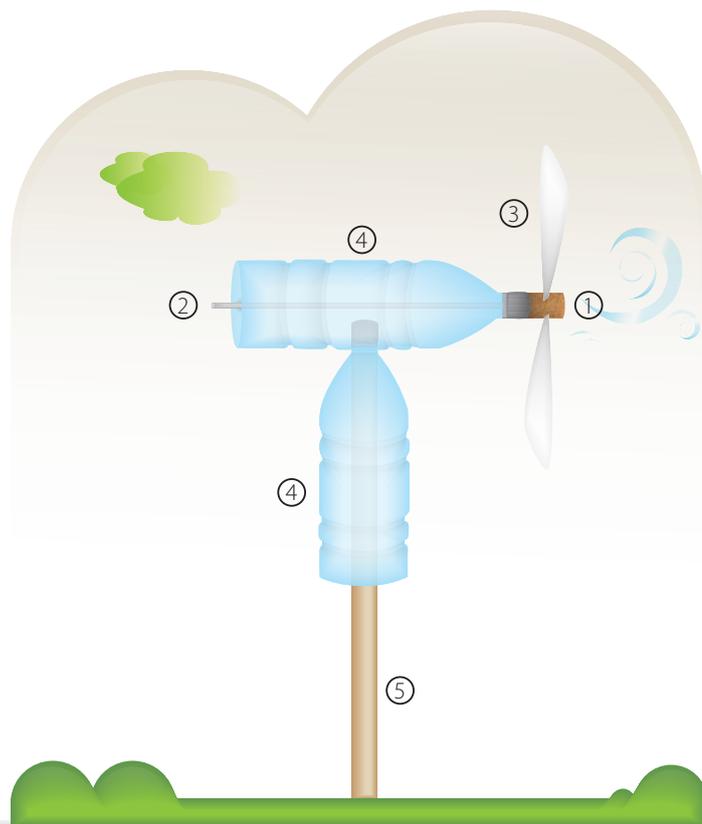
- Testar o secador com ervas aromáticas, frutos ou legumes, dispondo-as no interior da caixa, e colocar ao sol com a tampa fechada.

TURBINA EÓLICA

A construção de turbinas eólicas permite trabalhar temas como o movimento, a energia cinética, a aerodinâmica, o atrito e a resistência dos materiais.

A turbina eólica converte a energia do vento em movimento rotativo, que pode ser aproveitado para trabalho mecânico ou produção de eletricidade.

1. rolha
2. veio da turbina
3. pás da turbina
4. garrafas pequenas de plástico
5. cabo de vassoura



materiais e ferramentas

- Uma cartolina para desenhar e recortar o molde de uma pá.
- Uma garrafa grande de plástico (PET), de preferência lisa, sem nervuras, para recortar e fazer as pás.
- Duas garrafas pequenas de plástico (PET) com tampa para fixar o veio da turbina.
- Uma rolha de cortiça grande para encastrar as pás da turbina.
- Uma vareta metálica rígida de 2 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento para o veio da turbina.
- Cabo de vassoura para fixar a turbina.
- Tesoura para recortar as pás.

construção

1. Desenhar uma pá com aproximadamente 10 cm de comprimento e 3 cm de largura máxima em cartolina e recortar para fazer o molde.
2. Usar o molde de cartolina para recortar três pás numa garrafa grande de plástico.
3. Introduzir a vareta metálica (veio da turbina) no centro da rolha de cortiça até esta ficar solidária.
4. Marcar três pontos equidistantes no perímetro da rolha e fazer um entalhe oblíquo para encastrar as pás.
5. Encastrar as pás nos entalhes feitos na cortiça, de modo a que as pás fiquem com ângulo idêntico em relação ao eixo.
6. Furar o fundo de uma garrafa pequena de plástico e a tampa para fixar o veio da turbina, na horizontal.
7. Introduzir o veio na garrafa de plástico e fixá-lo de forma a não se soltar. Para reduzir o atrito, pode ser colocada uma pequena anilha, entre a rolha e a tampa da garrafa, recortada a partir do fundo de uma garrafa ou de uma tampa.
8. Fixar a garrafa com a turbina na horizontal sobre outra garrafa na vertical para encastrar no cabo de vassoura.

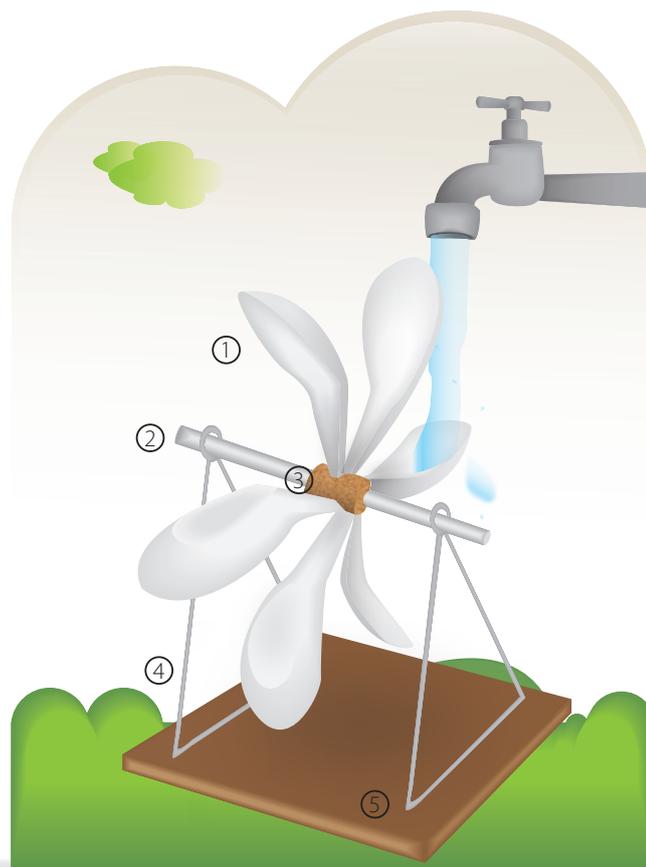
utilização

- Colocar a turbina num local com vento, orientada na direção mais favorável em relação vento, de modo a fazer rodar as pás.

TURBINA HIDRÁULICA

A construção de turbinas hidráulicas permite trabalhar temas como o movimento, a energia potencial, a energia cinética, a hidrodinâmica, o atrito e a resistência dos materiais. A turbina hidráulica converte a energia potencial da queda da água em movimento rotativo, que pode ser aproveitado para trabalho mecânico ou produção de eletricidade.

1. colheres de plástico
2. vareta metálica (veio da turbina)
3. rolha
4. suporte
5. base de suporte



materiais e ferramentas

- Seis ou oito colheres pequenas em plástico para fazer as pás da turbina.
- Uma rolha de cortiça grande para encastrar as pás da turbina.
- Uma vareta metálica rígida de 2 mm de diâmetro com 10 cm de comprimento para o veio da turbina.
- Uma base com suportes em madeira ou plástico para apoiar o veio da turbina.

construção

1. Introduzir a vareta metálica (veio da turbina) no centro da rolha de cortiça até a atravessar, ficando as duas pontas idênticas, para apoiar nos suportes.
2. Marcar seis ou oito pontos equidistantes no perímetro da rolha e fazer um entalhe para encastrar as pás.
3. Encastrar os cabos das colheres nos entalhes feitos na cortiça, de modo a que as conchas das colheres fiquem todas orientadas na mesma direção.
4. Apoiar o veio da turbina na base com os suportes de modo a permitir o movimento rotativo da turbina.

utilização

- Incidir um jato de água de uma torneira sobre as pás, de modo a fazer rodar a turbina.

4.3. AÇÕES DE INFORMAÇÃO E DE SENSIBILIZAÇÃO



As ações de informação e de sensibilização proporcionam o conhecimento e estimulam a participação e o debate sobre estas questões de interesse comum. É também uma oportunidade para a escola convidar pessoas ou entidades que se dedicam a estes temas e que podem contribuir para melhorar a eficiência energética e a qualidade do ar interior na escola.

As ações devem ser realizadas periodicamente, abordando diversos assuntos relacionados com a energia e a qualidade do ar interior, e ser destinadas aos alunos, ao pessoal docente, ao pessoal não docente e aos encarregados de educação.

Além das ações de informação e de sensibilização, sugere-se a realização de debates que promovam a participação da comunidade escolar na discussão e na resolução de assuntos relacionados com a energia e a qualidade do ar interior da escola.

EXEMPLOS DE AÇÕES DE INFORMAÇÃO E DE SENSIBILIZAÇÃO A REALIZAR

- Como reduzir a fatura de energia em casa.
- Técnicas e benefícios da eco-condução.
- Mobilidade sustentável.
- Eficiência energética na iluminação.
- Eficiência energética nos edifícios.
- Eficiência energética nos eletrodomésticos.
- Como eliminar o consumo em *standby*.
- As energias renováveis em casa.
- As energias renováveis na escola.
- A qualidade do ar interior em casa.
- A qualidade do ar interior na escola.
- A certificação energética e da qualidade do ar interior nos edifícios.

4.4. MATERIAIS INFORMATIVOS E DE SENSIBILIZAÇÃO



A preparação e o desenvolvimento dos materiais de informação e sensibilização requerem pesquisa e conhecimento das matérias por parte de quem o faz e a sua divulgação transmite esses conhecimentos à restante comunidade escolar. Assim, em contexto escolar, os materiais informativos e de sensibilização proporcionam mais-valias para quem os elabora e para os destinatários.

Os meios de divulgação devem ser selecionados de acordo com o objetivo e público-alvo. Os autocolantes devem ser colocados de acordo com as mensagens a transmitir, os cartazes devem estar expostos em locais onde o público-alvo tenha oportunidade para ler, as brochuras devem ser apelativas e entregues em mão com uma breve apresentação. Todos estes e outros materiais podem ser publicados nas redes sociais e na página da internet da escola ou do clube.

Além dos autocolantes, brochuras e cartazes, podem ser desenvolvidos outros materiais, como vídeos, fotos, entre outros, que podem ser divulgados através dos mais variados meios disponíveis e adequados para o fim a que se destinam.

As redes sociais e as páginas de internet devem ser usadas para estes fins, atendendo à capacidade e facilidade de utilização e de transmissão de informação. O próprio clube pode criar uma conta nas redes sociais, onde pode comunicar e disponibilizar informação útil para a restante comunidade escolar.

EXEMPLOS DE INFORMAÇÃO A CONSIDERAR PARA MATERIAIS OU MEIOS DE INFORMAÇÃO E DE SENSIBILIZAÇÃO

- Mensagens sobre boas práticas de utilização da energia (por exemplo: desligar a iluminação e os equipamentos quando não estão a ser utilizados, desligar os equipamentos no botão ou na ficha para eliminar o *standby*, etc.).
- Mensagens sobre boas práticas a ter em conta para melhorar a qualidade do ar interior (por exemplo: abrir as portas e as janelas durante uns minutos para circular ar novo nas salas, tomar banho após as aulas de educação física, etc.).
- Mensagens sobre boas práticas a ter em conta nas deslocações casa-escola-casa (por exemplo: se moras perto da escola, desloca-te a pé ou de bicicleta, etc.).
- Informação sobre a produção de energia na escola através de fontes de energia renováveis.
- Informação sobre a pegada energética e a pegada ecológica da escola.
- Vídeos sobre boas práticas de utilização de energia.
- Vídeos sobre como melhorar a qualidade do ar interior.
- Apresentação dos indicadores de desempenho energético, económico e ambiental antes e depois da implementação das medidas de melhoria.
- Apresentação dos indicadores de qualidade do ar interior antes e depois da implementação das medidas de melhoria.
- Apresentação de metas e objetivos da escola para a eficiência energética e para a qualidade do ar interior.

4.5. DIAS TEMÁTICOS



Durante o ano letivo, e em consonância com as matérias escolares, o clube pode organizar dias ou semanas temáticas, onde determinados temas são debatidos mediante a realização de atividades que envolvam a comunidade escolar e entidades convidadas.

dia da energia 29/05

O clube pode dedicar um dia ou uma semana ao tema e as atividades a promover podem ser, por exemplo: ações de sensibilização e de informação, apresentação do plano de ação para a eficiência energética da escola, exposição de trabalhos elaborados pelos alunos, oficinas abertas à comunidade escolar, jogos, visitas de estudo, entre outras.

qualidade do ar interior

Como a qualidade do ar interior não tem dia oficial, o clube pode escolher uma data para este tema.

Exemplo de atividade a desenvolver no âmbito da qualidade do ar interior: ações de informação e de sensibilização, divulgação dos efeitos das tintas, vernizes e colas na qualidade do ar interior, efeitos do dióxido de carbono no desempenho escolar, entre outras.

dia europeu sem carros 22/09

Uma vez que esta data coincide com o início das aulas, o tema pode ser comemorado noutra altura do ano. Contudo, o clube e a escola devem aproveitar e participar nas atividades promovidas pelas autarquias locais que aderem ao Dia Europeu sem carros. Exemplos de atividades a desenvolver no âmbito da semana ou dia da mobilidade: provas de orientação, *peddy papers*, ações de informação e de sensibilização, exposições de trabalhos elaborados pelos alunos, entre outras.

4.6. VISITAS DE ESTUDO



O clube poderá promover, em conjunto com os professores, visitas de estudo regulares a instalações de produção de energia, como centrais térmicas, parques eólicos, parques fotovoltaicos, centrais hídricas, centrais de biomassa, entre outras, bem como visitas a exposições e museus, como o Museu Casa da Luz, no Funchal, o Centro Ciência Viva, no Porto Moniz, e os moinhos de vento no Porto Santo.

4.7. REPORTAGENS E ARTIGOS



O clube, em parceria com outros clubes ou grupos escolares dedicados ao jornalismo e à informação, podem trabalhar sobre temas de interesse para a escola e desenvolver um conjunto de reportagens e artigos sobre energia e qualidade do ar interior para publicação interna, em jornais escolares, redes sociais, páginas da Internet e até na comunicação social local.

EXEMPLOS DE TEMAS A ABORDAR

- Como poupar energia em casa e na escola.
- Como poupar energia nas deslocações diárias.
- Pegada energética e pegada ecológica.
- Quais os impactes de uma concentração de dióxido de carbono elevada dentro de uma sala de aula.
- Etiqueta energética na iluminação, eletrodomésticos e televisores.
- Emissões atmosféricas e alterações climáticas.
- As energias renováveis na escola.
- As energias renováveis em casa.
- A qualidade do ar interior no desempenho escolar e na saúde.
- Como reduzir a fatura de energia.
- A energia na Região.
- A energia: que futuro?
- Visitas de estudo.

AREAM

Edifício Madeira Tecnopolo,
9020-105 Funchal, Portugal

Tel. +351-291723300

Fax +351-291720033

E-mail: aream@aream.pt

Facebook: <http://facebook.com/aream.pt>

www.aream.pt

Ação promovida pelo projecto EEQAI-Escolas – Ação Técnica e Didática
para a Eficiência Energética e a Qualidade do Ar Interior nas Escolas da RAM,
cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional no âmbito do Programa Intervir+

INTERVIR+ para uma Região cada vez mais Europeia!

