

FACTORES DETERMINANTES PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ESCOLAS

Hugo Miguel Pires Lucas

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador Científico: Professor Doutor Miguel José das Neves Pires Amado

Júri:

Presidente: Professor Doutor Fernando Manuel Anjos Henriques

Vogal: Professor Doutor Nuno Manuel Pereira Migueis Cachadinha

Vogal: Professor Doutor Miguel José das Neves Pires Amado

Junho, 2011

“Copyright” Hugo Miguel Pires Lucas, da FCT/UNL e da UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Professor Doutor Miguel Amado por ter aceite ser meu orientador. Acima de tudo, agradeço a forma estruturada e metódica em que me auxiliou a conduzir o meu Mestrado. Agradeço ainda a disponibilidade e incentivo que me prestou, de forma a conseguir alcançar os objectivos a que me propus.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, e também à minha irmã por todo o apoio e incentivo moral que sempre me deram durante a minha vida académica, não esquecendo também todos os meus amigos.

RESUMO

A presente Dissertação trata o tema da Construção Sustentável de escolas em Portugal e centra-se especialmente nos factores determinantes e nas estratégias de design com vista a melhorar a produtividade e conforto dos utilizadores.

Neste trabalho aborda-se a questão da Construção Sustentável e a evolução histórica do parque escolar português. Identificam-se os factores determinantes que definem a Construção Sustentável, como por exemplo a qualidade do ar, temperatura, iluminação, ruído, gestão da água, utilização e funcionalidade, bem como as principais exigências funcionais dos edifícios escolares.

A definição das exigências funcionais dos edifícios escolares permite avaliar quais as melhores estratégias que favorecem as condições de conforto e a funcionalidade dos edifícios escolares. Sugere-se um conjunto de estratégias para a construção de escolas que permitam aumentar a sustentabilidade dos estabelecimentos escolares e que aumentem os níveis de conforto dos ocupantes.

Palavras-Chave:

Escolas, Construção Sustentável, Parque Escolar, Conforto Térmico, Exigências Funcionais.

ABSTRACT

This Dissertation examines the sustainable construction of schools in Portugal, and is mainly focused on the critical factors and design strategies that aim to improve the productivity and comfort of the users.

This study revises the subject of “Sustainable Construction” and the historical evolution of the Portuguese school complex. This work identifies the key determinant factors that define the sustainable construction, such as the air quality, temperature, light, noise, water management, usability and functionality, as well as the main functional requirements of the school buildings.

The definition of the functional requirements of the school buildings allow to determine the best approaches that will increase the comfort conditions and the functionality of the school buildings. The proposal of several strategies for the sustainable construction of schools that improve the sustainability of the school buildings and increase the comfort levels of the occupants.

Key words:

Schools, Sustainable Construction, School Complex, Thermal Comfort, Functional Requirements.

Índice de Matérias

1.	Introdução	1
1.1.	Objectivos	1
1.2.	Metodologia	1
1.3.	Estrutura de Trabalho	1
2.	Estado do conhecimento.....	3
2.1.	Construção Sustentável	3
2.1.1.	Conceito e Definição.....	3
2.1.2.	Caracterização da construção sustentável	7
2.1.3.	Sistemas de certificação voluntária	10
2.1.4.	Vantagens e desvantagens da construção sustentável	18
2.2.	Edifícios escolares.....	19
2.2.1.	Evolução da tipologia.....	19
2.2.2.	Exigências funcionais.....	21
2.2.2.1.	Exigências de segurança.....	21
2.2.2.2.	Exigências de habitabilidade	22
2.2.2.3.	Exigências económicas	26
2.2.2.4.	Exigências de uso	26
2.3.	O parque escolar edificado	27
2.3.1.	O sistema de ensino e a evolução do parque escolar português.....	27
2.3.1.1.	Tipologias actuais dos estabelecimentos de ensino.....	28
2.3.1.2.	Evolução do parque escolar ao longo dos anos	29
2.3.2.	Tipologias de escolas anteriores a 1974.....	32
2.3.2.1.	Escolas Conde de Ferreira.....	32
2.3.2.2.	Escolas Adães Bermudes	33
2.3.2.3.	Escolas da República.....	35
2.3.2.4.	Projectos-tipo Regionalizados (Escolas Raúl Lino e Rogério de Azevedo)	37
2.3.2.5.	Escolas dos Centenários.....	38
2.3.2.6.	Escolas Tipo Urbano e Tipo Rural	41
2.3.2.7.	Liceus	43
2.3.3.	Tipologias de escolas posteriores a 1974	47
2.3.3.1.	Escolas Normalizadas P3	47
2.3.3.2.	Escolas Básicas	49
2.3.3.3.	Escolas Secundárias	51
2.3.4.	O Novo Programa de Modernização do Parque Escolar	52

2.3.5.	Exigências funcionais dos edifícios escolares.....	54
2.3.5.1.	Implantação e orientação geográfica.....	54
2.3.5.2.	Conforto termo-higrométrico	55
2.3.5.3.	Conforto visual.....	55
2.3.5.4.	Conforto acústico	56
2.3.6.	Os principais problemas do parque escolar.....	57
2.3.6.1.	Anomalias mais frequentes	57
2.3.6.2.	Inadequação aos novos usos e funções.....	58
2.3.6.3.	Níveis de investimento público ao longo dos anos	59
3.	Princípios de sustentabilidade para a intervenção nos edifícios escolares	65
3.1.	Princípios determinantes	65
3.1.1.	Local.....	65
3.1.2.	Materiais.....	66
3.1.3.	Energia	67
3.1.4.	Água	67
3.1.5.	Qualidade do ar	68
3.1.6.	Iluminação natural.....	69
3.1.7.	Acústica.....	69
3.1.8.	Conforto térmico	70
3.2.	Processo operativo aplicável à construção de edifícios escolares	70
4.	Factores determinantes para a construção de edifícios escolares	73
4.1.	Seleccção dos factores	73
4.2.	Fases de aplicação	74
4.2.1.	Projecto	74
4.2.2.	Construção.....	77
4.2.3.	Utilização/Manutenção.....	79
5.	Conclusões	81
5.1.	Conclusão.....	81
5.2.	Desenvolvimentos futuros.....	82
6.	Bibliografia	83

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Objectivos da sustentabilidade	4
Figura 2.2 – Principais Vertentes e Áreas Ambientais de Intervenção sugeridas para a Construção Sustentável no Edificado	17
Figura 2.3 – Categorização dos níveis de desempenho do sistema LiderA	18
Figura 2.4 – Número de estabelecimentos de ensino	32
Figura 2.5 – Escola “Conde Ferreira”	33
Figura 2.6 – Escola “Adões Bermudes”	34
Figura 2.7 – Escola da Republica	37
Figura 2.8 – Escola Rogério de Azevedo	37
Figura 2.9 - Escola dos Centenários	39
Figura 2.10 – Escola Tipo Urbano	41
Figura 2.11 – Escola Tipo Rural	41
Figura 2.12 – Escola Secundária Camões	44
Figura 2.13 – Escola Secundária Passos Manuel	44
Figura 2.14 – Escola Secundária Gil Vicente.....	45
Figura 2.15 – Escola Secundária Marquês de Pombal	45
Figura 2.16 – Escola Secundária Gabriel Pereira.....	46
Figura 2.17 – Escola Secundária Pedro Alexandrino.....	46
Figura 2.18 – Interior da Escola Piloto de Mem-Martins	48
Figura 2.19 – Fontes de financiamento	60
Figura 2.20 – Evolução das despesas correntes	61
Figura 2.21 – Evolução das despesas de capital	61
Figura 2.22 – Programação Financeira por área de intervenção	62

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Fases e medidas de intervenção do processo de construção sustentável.....	7
Tabela 2.2 – Sumário das categorias do sistema BREEAM	12
Tabela 2.3 – Evolução do número de alunos	30
Tabela 2.4 – Evolução do número de estabelecimentos de ensino	31
Tabela 2.5 – Fontes de financiamento	59
Tabela 2.6 – Programação financeira por áreas de intervenção	62
Tabela 2.7 – Fontes de Financiamento do Programa de Modernização do Parque Escolar	63
Tabela 3.1 – Critérios de selecção	66
Tabela 3.2 – Critérios de selecção	66
Tabela 3.3 – Critérios de selecção	67
Tabela 3.4 – Critérios de selecção	68
Tabela 3.5 – Critérios de selecção	68
Tabela 3.6 – Critérios de selecção	69
Tabela 3.7 – Critérios de selecção	69
Tabela 3.8 – Critérios de selecção	70
Tabela 3.9 – Metodologia do processo de construção sustentável	71
Tabela 4.1 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Iluminação natural).....	75
Tabela 4.2 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Acústica)	75
Tabela 4.3 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Qualidade do Ar)	76
Tabela 4.4 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Conforto Térmico).....	76
Tabela 4.5 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção (Iluminação natural)...	77
Tabela 4.6 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção (Acústica).....	78
Tabela 4.7 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção (Qualidade do Ar).....	78
Tabela 4.8 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção (Conforto Térmico)....	78
Tabela 4.9 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção (Iluminação natural)	79
Tabela 4.10 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção (Acústica)	79
Tabela 4.11 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção (Qualidade do Ar)	80
Tabela 4.12 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção (Conforto Térmico).....	80

Listagem de siglas

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BDCE – Banco de Desenvolvimento do Conselho Europeu

BEI - Banco Europeu de Investimentos

BRE – *Building Research Establishment*

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CIB – *Conseil International du Bâtiment*

CO₂ – Dioxido de Carbono

COV – Compostos orgânicos voláteis

FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

GB TOOL – *Green Building Tool*

LEED – *Leadership in Energy & Environmental Design*

HCFC - Hidroclorofluocarbonetos

IISBE – *International Initiative for a Sustainable Built Environment*

LiderA – Sistema Voluntário para a Avaliação da Construção Sustentável

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PIDDAC – Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central

PMEES – Programa de Modernização das Escolas Destinadas ao Ensino Secundário

POVT – Programa Operacional Temático Valorização do Território

QAC – Quadro Comunitário de Apoio

QREN – Quadro de Referencia Estratégico Nacional

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REN – Reserva Ecológica Nacional

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCIE – Segurança contra Incêndios em Edifícios

USGBC – *United States Green Building Council*

1. Introdução

1.1. Objectivos

O objectivo da presente Dissertação é a contribuição para uma definição dos factores determinantes aplicáveis ao processo de construção sustentável de escolas.

A definição factores deverá ter em consideração todo o ciclo de vida do processo de construção sustentável de edifícios (Projecto, Construção, Utilização/Manutenção), dada a importância que o sector da construção apresenta para o processo de desenvolvimento sustentável.

O conhecimento da realidade do parque escolar edificado e a sua relação com o nível de eficiência energética que apresenta traduz-se numa oportunidade para que se construa um conjunto de orientações para que associando a um processo operativo se contribua para a sustentabilidade do parque escolar.

1.2. Metodologia

O trabalho de investigação realizado baseou-se numa pesquisa bibliográfica, a qual inclui a consulta de diversos trabalhos e estudos de investigação, artigos científicos, livros, bem como fontes disponíveis na internet, garantindo sempre a sua fiabilidade e a credibilidade da informação.

1.3. Estrutura de Trabalho

A dissertação incide sobre o tema da construção sustentável e edifícios escolares. Está organizada em cinco capítulos, onde se caracteriza a construção sustentável, estuda o estado actual do parque escolar português e onde se definem os princípios de sustentabilidade para a construção sustentável de escolas.

No primeiro capítulo são apresentados os objectivos, a metodologia adoptada, bem como a sua estruturação.

No segundo capítulo – Estado do Conhecimento – são apresentadas as bases de todo o trabalho, estando dividido em três pontos: a construção sustentável, a evolução dos edifícios escolares e o estado do actual parque escolar português.

No terceiro capítulo – Princípios de Sustentabilidade para a Intervenção nos Edifícios Escolares – são definidos os princípios determinantes para a sustentabilidade dos edifícios, bem como a definição de um processo operativo aplicável à construção de edifícios escolares.

No quarto capítulo – Factores Determinantes para a Construção Sustentável de Edifícios Escolares – são seleccionados os factores que mais contribuem para a construção sustentável de estabelecimentos escolares e propostas várias estratégias/soluções a serem aplicadas nas diversas fases da construção (Projecto, Construção e Utilização/Manutenção).

No capítulo cinco – Conclusões – são apresentadas as principais conclusões atingidas no decorrer da dissertação e propostas orientações para futuras investigações que complementem a temática.

2. Estado do conhecimento

2.1. Construção Sustentável

2.1.1. Conceito e Definição

Com a degradação das condições ambientais no planeta, as questões ambientais passam a fazer parte da agenda política internacional, são realizadas várias conferências sob a chancela das Nações Unidas sobre o ambiente. A primeira conferência a produzir resultados significativos foi a Conferência de Estocolmo – Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente – realizada em 1972, onde se começa a mudar a consciência política e pública dos problemas ambientais a nível planetário.

Em 1987 surge o Relatório de Brundtland [1], no seguimento da Conferência de Estocolmo, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, intitulado “Nosso Futuro Comum”, onde surge a definição do conceito de “desenvolvimento sustentável”. Este conceito foi definido como:

“Desenvolvimento que satisfaz as necessidades actuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as próprias necessidades”

O objectivo desta definição era a procura de um equilíbrio entre o desenvolvimento e a exploração de recursos sem prejudicar o ambiente natural ou as futuras gerações.

Outra conferência que alterou a percepção sobre o desenvolvimento sustentável foi a *Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento*, realizada no Rio de Janeiro em 1992, de onde sai um instrumento com recomendações e referências específicas sobre como alcançar um desenvolvimento sustentável, a “Agenda 21”. A “Agenda 21” tem como objectivos promover a regeneração ambiental e o desenvolvimento social, é um plano de acção para ser assumido ao nível global, nacional e local [2].

Como resultado da “Agenda 21”, surgiu a “Agenda Habitat II” na Segunda Conferência das Nações Unidas sobre os Aglomerados Humanos, onde demonstra uma preocupação com o abrigo para todos e a sustentabilidade dos aglomerados humanos e contém diversas secções dedicadas ao sector da construção civil e à forma como os poderes governativos devem encorajar o sector industrial no sentido da sustentabilidade [3].

O desenvolvimento sustentável é um conceito mais vasto do que a protecção ambiental. Implica preocupações sobre as futuras gerações e a manutenção ou melhoria dos recursos a longo prazo, não excedendo a sua taxa de renovação ou de capacidade de suporte.

O modelo de desenvolvimento sustentável assenta em três “pilares” fundamentais:

- Coesão social: compreensão das instituições sociais e o seu papel no desenvolvimento;
- Protecção ambiental: consciencialização da fragilidade do ambiente e dos efeitos sobre a actividade humana;
- Desenvolvimento económico: sensibilidade do potencial de crescimento económico e o seu impacto na sociedade e no meio ambiente.

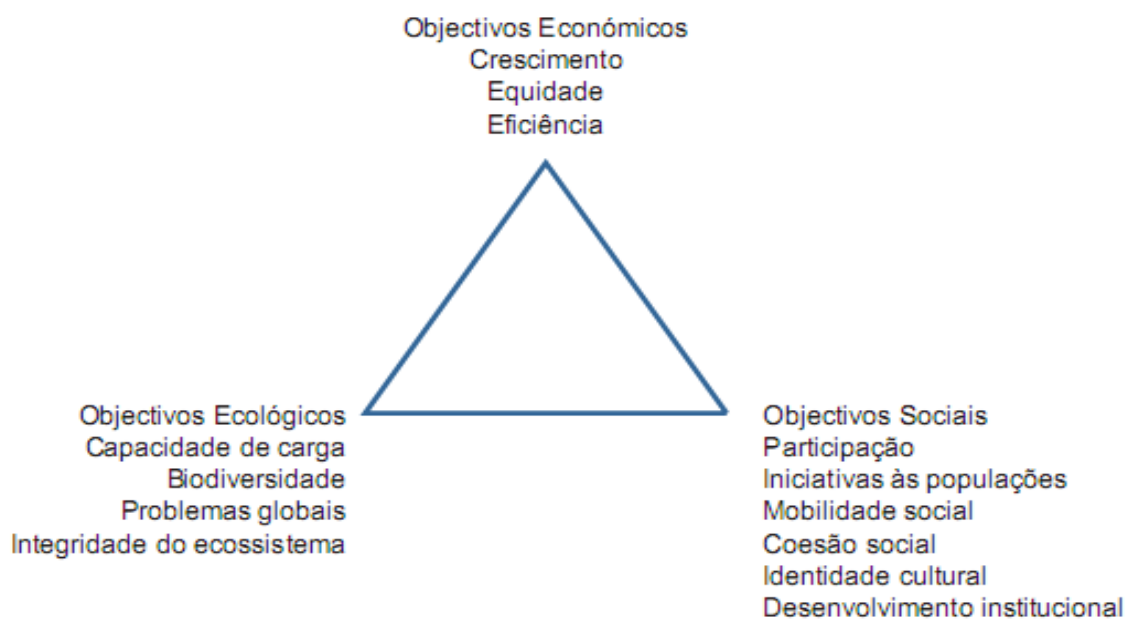


Figura 2.1 - Objectivos da sustentabilidade [3]

Estes três objectivos são a base do desenvolvimento sustentável, estando estes objectivos equilibrados entre eles asseguram a sustentabilidade do crescimento e exigências da sociedade humana. A compreensão das instituições sociais como parte integrante neste modelo sustentabilidade sobre quais são as necessidades básicas dos indivíduos, saber quais são os limites na exploração de recursos que afectam o equilíbrio do meio ambiente, e ter sensibilidade sobre o potencial de crescimento económico e o impacto na sociedade (i.e. assimetrias sociais) e no meio ambiente [2].

Actualmente, o plano económico encontra-se num patamar superior relativamente aos planos ambiental e social, esta desigualdade põe em causa o princípio base do conceito de desenvolvimento sustentável – “... capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Na conferência do Rio de Janeiro, em 1992, o conceito de construção sustentável ganhou um maior ênfase, no enquadramento do desenvolvimento sustentável, devido à necessidade de produção de construções melhor adaptadas ao meio ambiente e à exigência seus utilizadores. Foram então definidas orientações e estratégias locais e nacionais a aplicar na construção, i.e. novas maneiras de equacionar o desenvolvimento do projecto, da construção, da manutenção e da demolição.

O conceito de construção sustentável foi proposto por Charles Kibert na “Primeira Conferência Internacional sobre Construção Sustentável”, em 1994. O conceito definia construção sustentável como [4]:

“Criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos”

A construção sustentável consiste, à semelhança do desenvolvimento sustentável, no planeamento, criação, construção e gestão de um ambiente urbano através da integração equilibrada dos aspectos económicos, técnicos, ambientais e sociais. Associando a redução do consumo de energias poluentes, a exploração excessiva dos recursos naturais, conservação dos ecossistemas e biodiversidade, garantia de qualidade do ambiente construído e gestão da qualidade do ambiente interior como elementos chave na sua definição [3].

Os elementos chave na definição da construção sustentável são: a redução da utilização das fontes energéticas e da delapidação dos recursos minerais, a conservação das áreas naturais e a biodiversidade, a manutenção da qualidade do ambiente construído e a gestão da saúde do ambiente interior.

A sustentabilidade da construção requer uma intervenção num conjunto de áreas, de modo a garantir que a sua acção proporciona uma melhoria da qualidade de vida das populações. Assim, para a construção sustentável, sobressaem as seguintes áreas de acção [5]:

- Energia;
- Água;
- Qualidade do ar interior.
- Ocupação do solo
- Materiais

Energia

A energia é uma das principais áreas de ação da construção sustentável. Sendo a nossa sociedade consumidora de grandes quantidades de energia, e estando dependente dos combustíveis fósseis (recursos limitados), é necessário promover a conservação de energia. A conservação de energia pode ser atingida através da melhoria da eficiência energética dos edifícios; otimização dos sistemas de aquecimento e arrefecimento passivo e de iluminação; escolha de locais que tornem a construção eficiente; e otimização do consumo de energia [3].

Água

A água como elemento fundamental para a sociedade humana exige uma utilização racional. Com a crescente expansão da população, houve também um aumento do consumo de água. De modo, a explorar este recurso de forma sustentável é necessário promover medidas para a redução do consumo e desperdício de água.

O tratamento das águas residuais (águas negras e cinzentas) permite a utilização dessas águas noutras situações (e.g. rega de jardins, lavagem de pátios e automóveis, etc.). O reaproveitamento das águas pluviais é uma das formas de redução do consumo de água, sendo apenas necessário ter um sistema de recolha e armazenamento de água [2].

Qualidade do ar interior

A utilização de materiais e produtos que tenham baixas ou nenhuma emissões de gases tóxicos, tais como os COV's (compostos orgânicos voláteis) e o formaldeído, melhoram a qualidade do ar interior, diminuindo assim a taxa de incidência de asma, alergias e síndrome dos edifícios doentes (SED) nos utilizadores dos edifícios. A qualidade do ar interior pode ser mantida ou melhorada através de sistemas de ventilação (e.g. sistemas AVAC) [6].

Ocupação do solo

A utilização sustentável do solo baseia-se no princípio de que o solo é um recurso finito, e o seu desenvolvimento devia ser minimizado. Um planeamento eficaz é essencial para criar formas urbanas eficientes e minimizar a expansão urbana, que conduz a uma dependência excessiva nos automóveis como meio de transporte, a um excessivo consumo de combustíveis fósseis, e consequentemente a um aumento nos níveis de poluição. Como os outros recursos, o solo é reciclável e deve ser restaurado para uso produtivo, sempre que possível. A reciclagem de solo alterado, de antigas zonas industriais e de zonas urbanas degradadas, para uso produtivo facilita a conservação do solo e promove a revitalização económica e social de áreas degradadas [6].

Materiais

Estes são obtidos a partir de fontes naturais renováveis ou não renováveis, que são geridos e transformados de uma forma sustentável, ou são obtidos localmente para reduzir os custos do transporte, ou ainda são obtidos através da reciclagem de outros materiais.

Os materiais são obtidos por meio de especificações que analisam o ciclo de vida do material em termos de energia, durabilidade, conteúdo reciclado, minimização de resíduos e a possibilidade de serem reutilizados ou reciclados [6].

2.1.2. Caracterização da construção sustentável

A construção, para ser considerada como construção sustentável, tem necessariamente de ser pensada em todas as suas fases, de modo a minimizar os impactos sobre o meio ambiente, recursos naturais e energéticos, e melhorar o conforto dos edifícios. O processo de construção sustentável, ao longo de todo o seu ciclo de vida, visa atingir os princípios do Desenvolvimento Sustentável, através da implementação de métodos de acções passivas, de processos construtivos rigorosos e detalhados, da utilização de materiais renováveis e também de uma eficiente avaliação e monitorização [7].

Tabela 2.1 – Fases e medidas de intervenção do processo de construção sustentável (adaptado de Amado, 2007)

FASES DE INTERVENÇÃO	MEDIDAS DE INTERVENÇÃO
Planeamento	<ul style="list-style-type: none">▪ Definição do uso e actividades▪ Definição dos requisitos sócio-económicos
Projecto	<ul style="list-style-type: none">▪ Adopção de soluções passivas para a conservação de energia e conforto ambiental▪ Sistema construtivo detalhado e exacta compatibilidade entre as especialidades do projecto
Construção	<ul style="list-style-type: none">▪ Processo construtivo rigoroso e detalhado▪ Critério de selecção de produtos e materiais de construção▪ Impactes ambientais temporários
Utilização	<ul style="list-style-type: none">▪ Controlo de usos e actividades▪ Procedimentos de utilização
Manutenção	<ul style="list-style-type: none">▪ Definição de rotinas e procedimentos▪ Monitorização do nível de eficiência
Demolição	<ul style="list-style-type: none">▪ Listagens de materiais reutilizáveis, recicláveis ou a eliminar

Planeamento

É na fase do planeamento, que se adoptam estratégias e soluções que são fundamentais para o desempenho do edifício nas fases seguintes. A incorporação de todos os custos e benefícios de médio e longo prazo permite uma avaliação mais completa do custo total associado [3].

Existem, diversas estratégias que podem contribuir significativamente para o desempenho final do edifício:

- Definição clara de usos e actividades;
- Maximização do nível de conforto ambiental;
- Maximização do nível de eficácia energética;
- Definição dos requisitos sócio-económicos.

Projecto de execução

Durante esta fase, a equipa de projecto deverá analisar um conjunto de soluções construtivas que, juntamente com as condições do local, optimizem o desempenho do edifício em termos do uso eficiente de recursos naturais nas fases que se seguem. Os benefícios que podem ser obtidos por um edifício que integra um conjunto de soluções mais eficientes em termos de consumo de energia e água, gestão dos resíduos e efluentes e uso dos materiais de baixo impacte, podem ser sentidos ao longo de todo o tempo de vida útil do edifício [7].

Entre várias medidas que o projecto deve atender, e que têm uma influência importante no desempenho final do edifício salientam-se as seguintes:

- Localização geográfica;
- Aproveitamento dos ventos predominantes;
- Aproveitamento da radiação solar;
- Aproveitamento da pluviosidade;
- Optimização da geometria do edifício;
- Sistema construtivo e tecnológico actualizado;
- Eficiência energética na utilização futura;
- Implementação de sistemas passivos de energia;
- Avaliação do conforto ambiental estimado;
- Avaliação do ciclo de vida da construção.

Construção

Durante a construção do edifício são vários os impactes provocados. A movimentação do solo, a emissão de partículas e poeiras, o ruído, o congestionamento do trânsito, o uso de materiais, e energia e água devem ser geridos de forma a minimizar os efeitos negativos associados. É também nesta fase que as estratégias implementadas nas fases anteriores são praticadas [7].

Dentro das abordagens a salientar as seguintes medidas:

- Procedimentos e rotinas sustentáveis;
- Selecção de eco-materiais e eco-produtos;
- Estudo e avaliação de alternativas de execução;
- Redução de resíduos e impactes ambientais;
- Segurança, higiene e saúde no trabalho.

Operação/Manutenção

A operação do edifício corresponde à fase que se prolonga por mais tempo durante o ciclo de vida do edifício. Os próprios edifícios podem estar dotados de soluções que levem os seus ocupantes a ter comportamentos mais sustentáveis. É também a fase em que todas as abordagens e estratégias adoptadas nas fases anteriores são materializadas [7].

De modo a verificar se as soluções implementadas correspondem aos objectivos pretendidos é necessário haver mecanismos de monitorização. Entre os mecanismos de monitorização encontram-se o manual de utilização e de manutenção do edifício; listagens de materiais, produtos e fornecedores; e controlo do uso dos espaços.

Desconstrução/Demolição

Nesta fase o edifício é “desmantelado” ou demolido, e os materiais serão valorizados para serem reutilizados ou reciclados [3].

Algumas práticas poderiam ser implementadas nesta fase:

- Listagens de materiais e produtos reutilizáveis;
- Listagens de materiais e produtos reciclados;
- Listagens de materiais e produtos a eliminar.

2.1.3. Sistemas de certificação voluntária

Sendo que somente avaliando é possível comparar e deste modo optar, entende-se que com a implementação do conceito e dos princípios da construção sustentável, existe então a necessidade de criar mecanismos que permitem avaliar o desempenho ambiental dos edifícios. Estes mecanismos de avaliação criaram eles próprios orientações para a implementação, avaliação e reconhecimento das características ambientais da construção sustentável.

Por todo o mundo, surgiram vários sistemas de avaliação de desempenho ambiental dos edifícios. Entre os sistemas mais relevantes, destacam-se o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) do Reino Unido, nos Estados Unidos surgiu o sistema LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), de um projecto internacional (Green Building Challenge) resultou o GBTool (Green Building Tool), e o sistema de avaliação nacional LiderA. No sentido de dar respostas às necessidades de cada país foi necessário ajustar os critérios de avaliação do desempenho ambiental às diversas práticas construtivas e condições ambientais de cada região [3].

Estes sistemas, como foi dito anteriormente, tem como objectivo avaliar o desempenho ambiental segundo um conjunto de critérios explícitos, consistindo em três componentes principais [8]:

1. Definição de um conjunto de critérios de desempenho ambiental, organizado numa estrutura lógica;
2. Atribuição de um número de pontos possíveis ou créditos para cada critério que podem ser obtidos através do cumprimento de um determinado nível de desempenho;
3. Demonstração do resultado global do desempenho ambiental de um edifício.

As avaliações requerem a medição do desempenho em relação a uma determinada escala. Os métodos, atrás mencionados, atribuem pontos a determinados aspectos do desempenho do edifício, quanto melhor o desempenho mais pontos são atribuídos, o resultado da avaliação é depois associado a uma classificação qualitativa ou quantitativa. Para definir a distribuição de pontos há que ter em conta três questões: o ponto base a partir do qual o desempenho é avaliado, o limite superior e a forma como os pontos são distribuídos ao longo dessa escala [3].

BREEAM

O sistema BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) foi desenvolvido no Reino Unido pelo BRE – Building Research Establishment Ltd, em parceria com o sector privado, de forma a aplicar os princípios da construção sustentável. Sendo aplicável a vários tipos de edifícios, desde edifícios habitacionais até edifícios educacionais.

As metas a atingir pelo BREEAM são estimular a procura por edifícios sustentáveis, mitigar os impactes das construções no meio ambiente, permitir que os edifícios sejam reconhecidos de acordo com os seus benefícios ambientais e fornecer um rótulo ambiental credível para os edifícios [9]

A avaliação realizada por este sistema funciona através da atribuição de pontos, sempre que se determinados requisitos estão verificados, a um conjunto de categorias. A cada categoria é atribuído um determinado peso, de acordo com a importância dada pelo sistema para o sistema construtivo em causa. A soma destes pontos atribuídos a cada categoria permite assim obter uma classificação, que informa sobre o desempenho ambiental do edifício [3].

O sistema abrange dez categorias de sustentabilidade, incluído:

- Gestão;
- Saúde e Bem-Estar;
- Energia;
- Transporte;
- Água;
- Materiais;
- Resíduos;
- Uso do solo e ecologia;
- Poluição;
- Inovação.

Cada categoria abrange os seguintes temas, às quais são atribuídos créditos:

Tabela 2.2 – Sumário das categorias do sistema BREEAM [9]

<p>Gestão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adjudicação; • Impacte no local de construção • Segurança 	<p>Resíduos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resíduos da construção • Agregados reciclados • Instalações de reciclagem
<p>Saúde e Bem-Estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iluminação natural (Luz do dia) • Conforto térmico dos ocupantes • Acústica • Qualidade do ar interior e de água 	<p>Poluição</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissões de HCFC • Emissões de NOx • Poluição dos cursos de água • Luz externa e poluição sonora
<p>Energia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissões de CO₂ • Isolamento do edifício • Sistemas de elevada eficiência energética • Iluminação externa 	<p>Uso do solo e ecologia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor ecológico do local • Protecção das características ecológicas • Valorização ecológica • Pegada do edifício
<p>Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conexão da rede de transportes públicos • Instalações direccionadas a peões e ciclistas • Infra-estruturas de lazer • Planos e informações sobre viagens 	<p>Materiais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporação do ciclo de vida dos materiais • Reutilização de materiais • Robustez
<p>Água</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo de água • Detecção de fugas • Reutilização e reciclagem de água 	<p>Inovação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Níveis exemplares de desempenho • Utilização de profissionais acreditados • Novas tecnologias de processos construtivos

A maioria das questões do sistema BREEAM é negociável, o que significa que uma equipa de projectistas/cliente pode escolher quais as categorias a que devem obedecer de modo a atingir o nível de certificação pretendido. Atendendo que algumas das questões têm padrões mínimos é necessário

conseguir uma classificação BREEAM particular, um número de créditos para essa questão tem que ser alcançado [3].

A classificação atribuída a um edifício é contabilizada pela soma de todos os créditos conseguidos nas diversas categorias. Os edifícios podem obter as seguintes classificações:

- Certificado (Pass);
- Bom (Good);
- Muito Bom (Very Good);
- Excelente (Excellent).

Aplicabilidade nacional

A aplicação do sistema BREEAM a nível nacional é possível, na maioria dos critérios, para isso será necessário ajustar os valores de desempenho. De modo, a adaptar o BREEAM a Portugal seria essencial reduzir a elevada importância dada à madeira; dispor de maiores exigências relativamente à água; ajustar as condições de isolamento acústico e da iluminação; ajustar as formas de cálculo do balanço energético, especificações quanto à valorização energética e determinação das emissões de CO₂ [3].

LEED

O LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) é um sistema de avaliação do desempenho ambiental da construção desenvolvido pelo USGBC (United States Green Building Council) que fornece um conjunto de orientações para promover a construção sustentável. Existem diversas versões do LEED destinadas a diferentes utilizações, nomeadamente o LEED-NC (novas construções); LEED-EB (edifícios existentes), entre outros.

A definição de um conceito de edifício verde, ao estabelecer um padrão comum de medição de desempenho; a promoção de práticas construtivas integradas, durante todo projecto de construção; reconhecimento da liderança de aspectos ambientais no mercado da construção civil; sensibilização dos consumidores/clientes dos benefícios ambientais de edifícios sustentáveis; e possibilidade de estimular a concorrência de produtos e serviços ambientais são objectivos propostos pelo sistema LEED [3].

À semelhança do sistema britânico, o LEED também tem o mesmo processo de avaliação de desempenho ambiental de um edifício com a atribuição de pontos em determinadas categorias.

O sistema LEED aborda seis áreas principais de desempenho dos edifícios [3]:

- *Locais sustentáveis*: prevê a minimização da poluição durante a construção da estrutura do edifício e fornece à equipa de projecto os critérios necessários para alcançar essa minimização e protecção da envolvente, já durante a futura fase de operação do edifício;
- *Eficiência na gestão dos recursos hídricos*: fornece requisitos para reduzir a quantidade de água necessária à construção e operação do edifício;
- *Energia e atmosfera*: requisitos que conduzem à minimização do consumo de energia e o incentivo à utilização de fontes de energia alternativa e energias renováveis;
- *Materiais e recursos*: incentiva o estabelecimento de sistemas de reciclagem e critérios para gerir e reduzir a quantidade de resíduos, tanto para as fases de construção como de operação dos edifícios, promove ainda a escolha de materiais reciclados com conteúdo reciclável e materiais locais;
- *Qualidade do ambiente interior*: requisitos para estabelecer níveis mínimos de desempenho e qualidade do ar interior, fornecendo critérios para eliminar, reduzir e gerir fontes interiores de poluição e o acesso a ventilação natural do exterior;
- *Inovação e processos de projecto*: forma de premiar estratégias que permitam aumentar o desempenho de um edifício.

A contagem dos pontos é efectuada através da soma dos critérios, sendo obrigatório o cumprimento de pré-requisitos. O total de pontos atingidos leva à atribuição de diversos tipos de certificação. Só é atribuído um nível de certificação quando o resultado final é superior a um determinado valor (> 40 versão de 2009). O LEED apresenta os seguintes níveis [3]:

- Certificado (40-49 pontos);
- Prata (50-59 pontos);
- Ouro (60-79 pontos);
- Platina (80-110 pontos).

Aplicabilidade nacional

À semelhança do sistema BREEAM, o LEED também evidenciou a necessidade de se fazerem algumas alterações na ponderação das categorias, nos critérios e na criação de novos pré-requisitos.

Algumas dessas alterações passariam por criar pré-requisitos de respeitassem as condicionantes locais (REN e RAN, etc.) e sensibilidades ecológicas, assim como o ajustamento das categorias sobretudo da energia, consumo de água e qualidade do ar interior [3].

GBTool

O GBTool (Green Building Tool) é um método de avaliação de desempenho ambiental e energético de edifícios de diferentes tipos, desenvolvido num projecto internacional promovido pela International Initiative for a Sustainable Built Environment (IISBE). Foi concebido para ser aplicado de forma abrangente, ou seja, pode ser aplicado em diferentes regiões e diferentes tipos de ocupações (residencial, comercial, de escritórios, etc.), bastando apenas a alteração de alguns parâmetros. Esta flexibilidade deste sistema permite que a equipa que está a fazer a avaliação atribua o peso de um determinado parâmetro, de acordo com o que é característico da região.

O método de avaliação do GBTool baseia-se na comparação de um edifício que está sujeito a avaliação com outro edifício de referência, do mesmo tipo, mas com soluções construtivas típicas da região. Esta comparação é realizada através folhas de cálculo, interligadas, que avaliam o desempenho do edifício [3].

A avaliação ambiental é feita em torno de sete questões [10]:

- Consumo de recursos (água, energia, solo, etc.);
- Cargas Ambientais (emissões de gases, resíduos sólidos, efluentes líquidos, etc.);
- Qualidade do ambiente interior (qualidade do ar interior, emissão de compostos orgânicos voláteis (COV), entre outros);
- Qualidade do serviço (iluminação natural, flexibilidade a outros usos, etc.);
- Economia (avaliação dos custos do ciclo de vida, custos de construção do edifício);
- Manutenção de operações (adopção de medidas de controlo durante o processo de construção);
- Transportes diários (utilização de transportes públicos em detrimento do uso do automóvel).

A avaliação dos critérios de desempenho é feita quantitativamente, através de uma escala gerada pelo sistema. Essa escala está dividida num intervalo numérico deste o nível -2 até ao nível 5:

- Valor -2 (Desempenho Mediocre);
- Valor -1 (Desempenho Insatisfatório);
- Valor 0 (Desempenho Mínimo Aceitável);
- Valores 1 a 4 (Níveis de Desempenho Intermédios);
- Valor 5 (Desempenho Excelente).

Aplicabilidade nacional

A aplicação do sistema GBTool em Portugal revelou-se possível devido à sua capacidade de se poder ajustar a qualquer tipo de edifício e região apenas alterando alguns parâmetros. Devido à sua complexidade inviabiliza a sua aplicação generalizada, pois é necessário obter centenas de dados relativos às características e desempenho do edifício. Revela-se no entanto uma boa ferramenta a nível de investigação e desenvolvimento [3].

Sistema LiderA

O sistema nacional LiderA é um sistema de avaliação e reconhecimento voluntário da construção sustentável e do ambiente construído, elaborado especialmente para o panorama nacional. De modo a permitir o acompanhamento nas diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, o sistema pode ser aplicado nas diferentes fases (planeamento, projecto, construção, operação, restauro e fim de vida).

Esta ferramenta de avaliação da construção sustentável, permite que os edifícios ou empreendimentos adoptem uma política sustentável de modo a poder distinguir qual o edificado de excelência ambiental e com benefícios sócio-económicos. Para isso, o sistema assenta nos seguintes princípios [11]:

- Princípio 1: valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Princípio 2: estimular a eficiência no consumo dos recursos;
- Princípio 3: reduzir o impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
- Princípio 4: assegurar a qualidade do ar ambiente, focada no conforto ambiental;
- Princípio 5: promover práticas sócio-económicas sustentáveis;
- Princípio 6: assegurar a melhor exploração sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

De forma a dar seguimento aos princípios enumerados, são definidas um conjunto de orientações que melhorem o desempenho do edifício ou empreendimento. Por isso são avaliadas seis vertentes que englobam várias áreas de intervenção [11]:

- Integração local (solo, ecossistemas, paisagem e património);
- Consumo de recursos (energia, água, materiais, alimentares);
- Cargas ambientais (efluentes, emissões atmosféricas, resíduos, ruído exterior e poluição lumino-térmica);

- Conforto ambiental (qualidade do ar, conforto térmico, iluminação e acústica);
- Vivência sócio-económica (acesso para todos, custo no ciclo de vida, diversidade económica, amenidades e interação social, participação e controlo);
- Uso sustentável (gestão ambiental e inovação).



Figura 2.2 – Principais Vertentes e Áreas Ambientais de Intervenção sugeridas para a Construção Sustentável no Edificado [3]

Para avaliar o grau de sustentabilidade foram definidas classes de desempenho de G (menos eficiente) a A+++ (mais eficiente), a classe E é considerado o nível de referência da construção existente em Portugal. A melhoria do desempenho face à situação de referência reflecte-se no intervalo das classes de C a A. O desempenho de excelência está patente na classe A+ A++ que estão associados a um factor de melhorias de 4 e 10, respectivamente, face à situação de referência. A classe A+++ categoriza uma situação regenerativa.

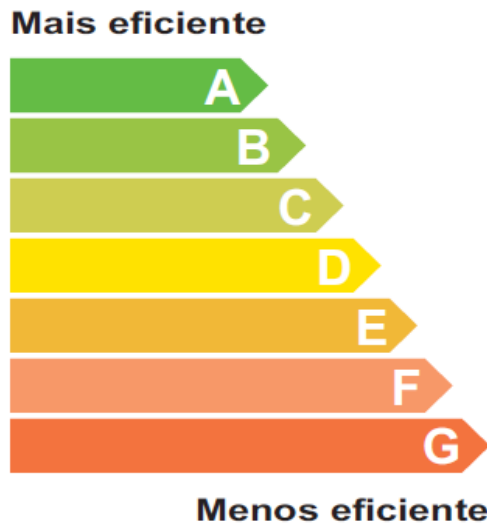


Figura 2.3 – Categorização dos níveis de desempenho do sistema LiderA [3]

2.1.4. Vantagens e desvantagens da construção sustentável

Partindo dos princípios base da construção da construção sustentável definidos pelo CIB (Conseil International du Bâtiment): redução do consumo de recursos; reutilização dos recursos o máximo possível; protecção dos ecossistemas; eliminação de materiais tóxicos; reciclagem de materiais em fim de vida; e realçar a qualidade da construção, é possível apresentar as vantagens e desvantagens deste tipo de construção relativamente à construção tradicional.

Entre as vantagens da construção sustentável encontram-se os benefícios ambientais, económicos e sociais [12].

Benefícios ambientais:

- Aumento e protecção dos ecossistemas e biodiversidade;
- Melhoramento da qualidade do ar e água;
- Redução dos resíduos sólidos;
- Conservação dos recursos naturais.

Benefícios económicos:

- Redução dos custos operacionais;
- Aumento do valor dos activos e lucros;
- Melhorar a produtividade e satisfação dos empregados;
- Optimizar o desempenho do ciclo de vida económico;

Benefícios sociais:

- Melhoramento da qualidade do ar, térmica e acústica de um edifício;
- Aumento do conforto e da saúde dos ocupantes;
- Minimizar as tensões na infra-estrutura local;
- Contribuir para a qualidade de vida global

As desvantagens relacionadas com a construção sustentável assentam principalmente nos custos associados à construção dos edifícios. O custo inicial dos materiais, a dificuldade de financiamento aos projectos sustentáveis, a disponibilidade dos materiais e os prazos são algumas das desvantagens da construção sustentável [13].

O custo inicial dos materiais sustentáveis é uma das principais desvantagens da construção sustentável, a falta de oferta deste tipo de materiais torna-os mais dispendiosos do que os materiais tradicionais.

Para além do custo inicial conseguir um financiamento atractivo revela-se difícil devido às restrições impostas pelas entidades financeiras, quer pelo elevado custo quer pelo elevado tempo de retorno do investimento.

A disponibilidade dos materiais em áreas mais afastadas dos centros de produção está directamente associado ao elevado custo dos produtos. Quanto maior for a distância, mais elevado será o custo do transporte dos materiais.

Com o uso de materiais reciclados na construção sustentável, os prazos de execução podem não ser cumpridos devido à disponibilidade, ao elevado custo dos materiais e à escolha dos materiais adequados.

2.2. Edifícios escolares

A opção por investigar sobre a aplicação do conceito da construção sustentável aos edifícios escolares implica que se proceda a uma caracterização do parque escolar edificado.

2.2.1. Evolução da tipologia

O ensino sofreu alterações na forma tradicional, deixou de ser uma questão para uma faixa etária, por um período limitado e num local específico. Mudou a sua estrutura e conteúdo para se tornar mais flexível tendo em conta as necessidades individuais e para ser mais eficaz como sistema.

As escolas alargaram os programas de modo a incluir novos grupos de utilizadores que, por sua vez influenciaram actividades e programas internos. As escolas têm feito uso dos recursos da comunidade e tem-se envolvido em projectos de cooperação com outros parceiros para melhorar os seus próprios serviços. Tudo isto teve implicações directas para os edificios escolares, que muitas vezes deixam de ser “escolas” no sentido físico da palavra para se tornarem centros de actividades e desenvolvimento da comunidade.

A relação entre as escolas e a comunidades locais mudaram como resultado um reforço de uma série de forças sociais. Estas forças podem ser reduzidas em cinco grupos básicos: pedagógico, social, económico, mudanças no método de planeamento e factores demográficos [14].

Considerações pedagógicas

As exigências da sociedade moderna para uma ampla base de educação têm resultado numa maior proporção de jovens que permanecem na escola por mais tempo. Isto conduziu a novas exigências por pessoal especializado, bem como instalações de lazer, para além de salas de aula melhor equipadas. Por sua vez as comunidades ficaram mais conscientes das suas competências em exigir que as escolas sejam mais eficazes para restabelecer o contacto entre os jovens e a comunidade [14].

Factores sociais

A integração de crianças de diferentes áreas separadas pela classe social ou aspecto racial, em escolas de maiores dimensões e melhores equipadas promove a igualdade de oportunidades [14].

Factores económicos

As considerações económicas estão centradas na plena utilização das instalações e na eliminação da duplicação de espaços e na sua manutenção. A maioria das escolas tradicionais é utilizada menos de metade do dia, cinco dos sete dias por semana e ficam inoperacionais durante o período de férias escolares, isto significa que estão em funcionamento apenas 16% do tempo possível [14]. Além disso, instalações desportivas e salas de reunião, bem como oficinas, laboratórios são raramente utilizados na sua capacidade total. Analisando todos os factores, conclui-se que há um enorme desperdício de fundos públicos no funcionamento tradicional das instalações escolares. Por outro lado, a procura por serviços públicos está a aumentar quantitativamente e qualitativamente.

Mudanças no método de planeamento

O planeamento tornou-se cada vez mais num processo orientado em vez de um “plano mestre” orientado. Esta mudança filosófica influenciou profundamente as práticas de planeamento educacional.

A coordenação por parte das instituições de ensino por si só não poderia ter resultado em termos da actual quantidade e qualidade das instalações integradas e das estruturas organizacionais, que podem servir como locais de teste para parcerias inovadoras.

Factores demográficos

Com o declínio do número de estudantes, as grandes instalações escolares feitas de raiz entraram em declínio, passando-se a reutilizar e reconstruir as instalações existentes.

2.2.2. Exigências funcionais

De modo a satisfazer as exigências pedagógicas do sistema de ensino é necessário definir um conjunto de exigências funcionais para os edifícios escolares. Estas exigências deverão ser tomadas como referências para os projectos e execução de obras de construção, remodelação e manutenção.

As exigências funcionais para os edifícios escolares dividem-se em exigências de segurança, habitabilidade, de uso e económicas [15].

2.2.2.1. Exigências de segurança

As exigências de segurança visam assegurar que os espaços escolares garantam protecção física, psicológica relativa ao perigo, e proporcionam tranquilidade e confiança. Nas exigências de segurança incluem-se a estabilidade, segurança contra incêndio, segurança no uso normal e segurança contra intrusões.

Exigências de estabilidade

A exigência de estabilidade de um edifício escolar engloba a resistência estrutural e resistência mecânica às acções de choque.

O edifício no seu todo, assim como as diversas partes constituintes, deve apresentar estabilidade e resistência mecânica aos esforços que podem ocorrer durante o tempo de vida útil do edifício. A exigência é expressa através do nível de segurança da estabilidade e da resistência estrutural do edifício e das suas partes constituintes em relação aos estados limites últimos e de utilização para as combinações de acções mais desfavoráveis que podiam ocorrer.

Os elementos de construção vertical opacos devem, sob a acção de choques severos, mesmo com pequena probabilidade de ocorrência, possuir um comportamento que não constituam perigo nem

risco de lesões para os utentes, não prejudiquem a conservação da segurança estrutural da construção e não apresentem aberturas que facilitem intrusões.

Segurança contra incêndio

Um edifício escolar segundo o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) deve ser concebido e dimensionado de modo a limitar o risco de deflagração de incêndio, propagação do incêndio a outros edifícios, propagação de gases e fumos nocivos entre locais do mesmo edifício. Os elementos estruturais do edifício devem resistir à acção do fogo por um período de tempo determinado.

A inclusão de sistemas de detecção e extinção, bem como da concepção de saídas de emergência são requisitos definidos na Portaria n.º 1532/2008 [15].

Segurança no uso normal

A segurança no uso normal deve ser analisada sob várias vertentes que evitem a ocorrência de acidentes pessoais decorrentes do uso normal. A segurança no contacto, na circulação e em desníveis, e instalações e equipamentos caracterizam esta exigência funcional.

Segurança contra intrusões

A segurança contra intrusões engloba as situações de intrusões humanas, de animais e vandalismo.

Os elementos de construção da envolvente dos edifícios escolares devem conferir uma protecção adequada aos utilizadores, aos equipamentos e materiais escolares contra intrusões indesejáveis de pessoas e animais.

Os edifícios, consoante a sua dimensão e o seu nível de riscos de ocorrência de acções de intrusões e de vandalismo, devem ser dotados de dispositivos que permitam dificultar essas acções e de sistemas detecção e de alerta adequados.

2.2.2.2. Exigências de habitabilidade

As exigências de habitabilidade visam assegurar que os espaços escolares ofereçam condições que garantam a higiene, saúde, conforto ambiental e o bem-estar dos ocupantes. As exigências de habitabilidade abrangem as exigências de salubridade, estanquidade, termo-higrométricas, acústicas, visuais, tácteis e dinâmicas.

Exigências de salubridade

A pureza do ar ambiente, o abastecimento de água, a limpeza e desinfecção, a evacuação de águas residuais domésticas e pluviais e a evacuação de lixos caracterizam esta exigência funcional.

O ar ambiente no interior dos edifícios escolares deve manter condições de qualidade adequadas para a conservação da saúde dos utilizadores, não devendo conter gases, poeiras e aerossóis nocivos em teores excessivos.

Os edifícios escolares devem ser dotados de abastecimento de água potável, em princípio disponível em todas as tomadas de água existentes e distribuída por rede própria.

As escolas devem dispor de uma rede apropriada para a drenagem das águas residuais provenientes de sanitários, cozinhas, laboratórios e de outros locais onde haja produção de águas residuais domésticas. O destino final das águas residuais deverá ser escolhido de forma a minimizar o seu impacto negativo.

Os edifícios devem ser equipados com sistemas de drenagem das águas pluviais incidentes em coberturas e terraços, os quais devem assegurar que, mesmo em caso de obstrução, não haverá penetração da água para o interior do edifício. A recolha das águas pluviais em coberturas e terraços deve assegurar o conforto dos utentes nos acessos aos edifícios e na circulação periférica, e deve ser conduzida para a rede pública, sempre que disponível, ou para as linhas de água, aproveitando as pendentes naturais do terreno, em sistema separativo.

Os edifícios escolares devem ser equipados com sistemas de armazenamento de lixo, concebidos de forma a permitir a sua fácil remoção, a assegurar as condições de higiene e segurança contra riscos de incêndio, e a evitar a libertação de gases e odores.

Os elementos e equipamentos da construção devem ter características que evitem a acumulação de sujidades, e devem propiciar uma fácil limpeza, com o propósito de manter uma boa higiene e salubridade, e manutenção do aspecto. Nos processos de limpeza, através de ações de lavagem e abrasão, deve-se evitar a utilização de produtos de limpeza que diminuam a durabilidade do revestimento

Nos casos de desinfecção dos locais escolares, as operações devem-se efectuar sem danificar os elementos da construção, à excepção de pinturas e acabamentos cuja reparação seja possível sem encargos exagerados.

Exigências de estanquidade

A exigência de estanquidade considera a estanquidade ao ar e a outros gases, e estanquidade à água.

A envolvente deve ser dimensionada de modo a serem estanques ao ar, exceptuando as juntas das partes móveis das janelas e portas e as aberturas para ventilação, e evitar a penetração da água da chuva devendo esta apresentar suficiente capacidade de evacuação.

Exigências termo-higrométricas

Os edifícios escolares devem ser dimensionados e equipados de forma a permitir que se criem e mantenham no seu interior condições ambientais satisfatórias do ponto de vista do conforto termo-higrométrico, tendo em conta a ocupação dos diferentes locais e o normal funcionamento dos seus equipamentos.

Exigências acústicas

O isolamento sonoro aos ruídos exteriores e entre locais interiores, a reverberação do som num local e níveis de ruído devidos ao edifício e aos seus equipamentos são aspectos que caracterizam as exigências acústicas de um edifício escolar.

Os edifícios escolares devem ser concebidos e dimensionados de forma a proporcionar aos ocupantes condições satisfatórias de conforto acústico, tendo em conta a sua localização em relação às fontes de ruído exteriores à escola ou do próprio recinto escolar. Devem também ser concebidos de modo a que a transmissão sonora entre os locais interiores, não perturbe as actividades que neles se realizam.

As dimensões, a geometria e os revestimentos dos locais escolares, em particular daqueles onde se produza ruído, devem assegurar tempos de reverberação nesses locais e, em geral, à comodidade dos utilizadores.

No dimensionamento das escolas deve-se ter em atenção aos ruídos provocados por vibrações na estrutura do edifício provocados por acções do vento ou passagem de veículos. O ruído provocado por equipamentos deve ser minimizado a fim de evitar o incómodo dos utentes.

Exigências visuais

De modo a satisfazer esta exigência funcional é necessário atender a certas condições: iluminação natural; iluminação artificial; contacto visual com o exterior; aspectos das superfícies.

Os locais de ensino devem, em princípio, dispor de iluminação natural, de modo a aumentar o conforto e produtividade dos utilizadores. O projecto dos edifícios escolares deve ter em conta as características específicas da iluminação natural, nomeadamente a sua variação ao longo do dia e do ano e com as condições atmosféricas.

Para além da iluminação natural, os edifícios escolares devem também dispor de iluminação artificial de modo a evitar a fadiga visual dos seus ocupantes originada, quer pela inadequação do nível de iluminação e por contrastes de luminosidade, quer ainda pela instabilidade e má qualidade da luz.

Os edifícios escolares devem ser concebidos de modo a assegurar aos seus ocupantes o contacto com o ambiente exterior, isto sem provocar situações de distração ou de perturbação do ambiente escolar.

Os paramentos dos elementos do edifício escolar devem apresentar um aspecto visual satisfatório que evite tornar a sua visão incómoda e desagradável. A escolha das cores e dos revestimentos devem interagir e integrar com o meio ambiente e também com as características da região.

Exigências tácteis

As superfícies em contacto com os utilizadores não devem apresentar-se excessivamente frias ou quentes, nem excessivamente rugosas evitando assim incómodos para o utilizador.

Exigências dinâmicas

As exigências dinâmicas dos edifícios escolares são caracterizadas pelas vibrações e movimentos impostos ao corpo humano, esforços necessários para a movimentação dos utentes, e para operar partes móveis e dispositivos de comando.

Os edifícios devem ser concebidos e dimensionados de modo a limitar a ocorrência de vibrações que sejam causa de incomodidade para os ocupantes. E a deformabilidade dos pavimentos, sob acção de uma pessoa deve ser reduzida a valores que não causem sensação de incomodidade.

A inclinação dos lanços de escada e de rampas existentes nos edifícios escolares deve ser limitada, de modo a permitir uma circulação cómoda, sem exigir esforço excessivo. Os equipamentos dos edifícios devem ser concebidos de forma a permitir que a sua manobra se faça sem esforços excessivos ou desnecessários.

2.2.2.3. Exigências económicas

As exigências económicas visam assegurar que os edifícios escolares satisfaçam, durante o período de vida útil previsto, as restantes exigências com um custo global mínimo.

Exigências de durabilidade

Relativamente às exigências de durabilidade tem que se considerar a conservação de características dos materiais e elementos, e a facilidade na sua manutenção.

Os materiais, elementos, equipamentos e instalações da construção devem manter, sob cuidados normais de conservação, as suas características funcionais durante um período de vida útil não inferior a 50 anos, excepto materiais cuja substituição seja parte dos cuidados de manutenção.

As operações de manutenção devem decorrer de forma a minimizar o incomodo aos utilizadores e não devem exigir meios onerosos e sofisticados nem o consumo de produtos de difícil obtenção no mercado.

2.2.2.4. Exigências de uso

As exigências de uso visam assegurar que os espaços permitam a participação e promovam da identidade dos utilizadores.

Exigências de adaptação ao uso

A exigência de adaptação ao uso inclui a adaptação dos espaços à sua utilização, facilidade na disposição de acessórios e equipamentos e a adaptação dos revestimentos à sua utilização.

Os espaços escolares devem ser facilmente adaptados, pelos utilizadores, às actividades para as quais foram destinados. Os espaços devem ser concebidos de forma a poderem ser adaptado, com reduzidos encargos, a utilizações para as quais não foram inicialmente previstos, ainda que recorrendo a intervenções especializadas exteriores à escola.

Os pisos e paramentos interiores das paredes dos locais escolares não devem apresentar desvios nem deformações que impeçam ou dificultem o correcto posicionamento do mobiliário e equipamento escolar.

Os revestimentos de piso e de paredes devem resistir sem deterioração significativa, e conservando as suas características funcionais, às acções inerentes à ocupação e circulação normais.

2.3. O parque escolar edificado

De modo a caracterizar o parque escolar português é necessário conhecer a evolução do sistema de ensino, das tipologias actuais das escolas portuguesas e da evolução dos estabelecimentos de ensino.

2.3.1. O sistema de ensino e a evolução do parque escolar português

Ao longo dos tempos, na tentativa de melhorar o sistema de ensino português, foram feitas reformas no sistema de ensino e elaborados programas de construções escolares que garantissem uma instrução com as mínimas condições de salubridade e conforto.

No início da década de 60, o ministro da Educação na altura, Leite Pinto, solicitou à OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) um estudo internacional sobre as necessidades educativas em Portugal, daí resultou o Projecto Regional do Mediterrâneo que incluiu para, além de Portugal, a Espanha, a Grécia, a Itália, a Jugoslávia e a Turquia. Este estudo visava o desenvolvimento do sistema educativo como peça determinante para o desenvolvimento económico do País. O aumento da escolaridade obrigatória obrigava à construção de novos edifícios escolares de modo a abranger uma maior população escolar [16].

Portugal prolongou a escolaridade obrigatória de três para quatro anos para o sexo masculino em 1956 e para ambos os sexos em 1960. Em 1964, pelo Decreto-Lei 45.810, o ensino obrigatório passa para os seis anos, este nível de ensino compreendia dois ciclos: o 1º Ciclo constituído pelo ensino primário de quatro anos, e o 2º Ciclo de dois anos de duração que podiam ser cumpridos de diversas formas: no primeiro ciclo do liceu ou no ensino técnico elementar.

Pelo Decreto-Lei nº. 47.480, de 2 de Janeiro de 1967, o 1º Ciclo do Ensino Liceal e do Ciclo Preparatório do Ensino Técnico foram unificados, dando origem ao Ciclo Preparatório do Ensino Secundário que viria a ser implementado no ano lectivo de 1968/69. A criação do novo ciclo preparatório tinha como objectivo completar e ampliar a formação de base obtida no ciclo elementar do ensino primário, em ordem a fornecer uma preparação geral adequada ao prosseguimento dos estudos em qualquer ramo do ensino secundário, e orientar os alunos na escolha dos estudos subsequentes a partir da observação das suas tendências e aptidões.

Em 1973, foi aprovada a Lei nº. 5/73, na Assembleia Nacional uma reforma do ensino chamada “Reforma Veiga Simão”, que previa uma escolaridade obrigatória de oito anos, quatro de ensino primário e quatro de preparatório. Esta lei não viria a ser regulamentada devido ao 25 de Abril, e os seis anos de escolaridade obrigatória mantiveram-se até 1986.

O aumento da escolaridade obrigatória de seis para nove anos deu-se em 1986, com a aprovação da Lei nº. 46/86, de 14 de Outubro (Lei de Bases do Sistema Educativo), com as alterações introduzidas por Lei nº. 115/97, de 19 de Setembro e Lei nº. 49/05, de 30 de Agosto. Segundo esta nova lei do sistema educativo, o ensino básico obrigatório compreende três ciclos sequenciais, sendo o 1º de quatro anos, o 2º de dois anos e o 3º de três anos. Recentemente foi aprovada a Lei nº. 85/2009, de 27 de Agosto, que aumenta a escolaridade obrigatórios dos nove para os doze anos.

A estrutura do ensino secundário sofreu poucas alterações ao longo do tempo, apenas mudando as designações dos graus do ensino secundário. Até 1967, o ensino secundário era composto por três ciclos: um 1º Ciclo (com dois anos), um 2º Ciclo de três anos (Curso Geral dos Liceus) e um 3º Ciclo de dois anos que orientava os alunos para ensino superior (Curso Complementar dos Liceus). Com a criação do Ciclo Preparatório, a única alteração verificada foi a extinção do 1º Ciclo do ensino liceal.

No período de tempo desde 1976 até 1981, é implementado o ensino secundário unificado, constituído pelo curso geral de três anos (7º, 8º e 9º) e pelo curso complementar (10º e 11º). Durante esse período, o Serviço Cívico é substituído pelo Ano Propedêutico, pelo Decreto-Lei nº. 491/77, de 23 de Novembro, o qual seria substituído em 1981 pelo 12º ano, segundo o Decreto-Lei nº. 240/80, de 19 de Julho.

Com a entrada em vigor da nova Lei de Bases do Sistema Educativo, o antigo curso geral do ensino secundário integra o terceiro ciclo do ensino básico, passando o novo ensino secundário a englobar o antigo curso elementar e o 12º ano.

2.3.1.1. Tipologias actuais dos estabelecimentos de ensino

A rede de estabelecimentos de ensino organiza-se de acordo com tipologias diversas, procurando responder às necessidades da população e contribuir para a eliminação de desigualdades e assimetrias locais e regionais.

Como resultado das alterações da Lei de Bases do Sistema Educativo a tipologia dos estabelecimentos escolares existentes na altura não correspondiam à nova organização do sistema educativo, foi elaborado o Despacho nº. 33/ME/91, de 26 de Março, que aprovou a nova tipologia dos estabelecimentos educativos, entrando em vigor sob Decreto-Lei nº. 314/97, de 15 de Novembro, que complementa o Decreto-Lei nº. 387/90, de 10 de Dezembro.

Segundo a nova organização escolar, as escolas básicas são designadas em função do grau de ensino que ministra, podendo esta designação abranger diversos níveis, ciclos e modalidade de ensino. Ao abranger três ciclos do ensino obrigatório, as escolas básicas apresentam diversas tipologias:

- Escola básica do 1º ciclo com jardim-de-infância (EB1/JI) – 1º ciclo do ensino básico com educação pré-escolar;
- Escola básica do 1º ciclo (EB1) – 1º ciclo do ensino básico;
- Escola básica dos 2º e 3º ciclos (EB2,3) – 2º e 3º ciclos do ensino básico;
- Escola básica integrada (EBI) – 1º, 2º e 3º ciclos do ensino básico;
- Escola básica integrada com jardim-de-infância (EBI/JI) – 1º, 2º e 3º ciclos do ensino básico com educação pré-escolar.

O ensino secundário é principalmente ministrado em escolas secundárias pluricurriculares ou em estabelecimentos especializados destinados ao ensino e prática de cursos de natureza técnica e tecnológica ou de natureza artística, com a seguinte tipologia:

- Escola secundária geral (ES);
- Escola secundária tecnológica (EST);
- Escola secundária artística (ESA);
- Escola profissional (EP).

Na tentativa de melhorar o reaproveitamento dos equipamentos escolares existentes adoptou-se as seguintes tipologias para o ensino básico e para o ensino secundário:

- Escola básica dos 1º e 2º ciclos (EB1,2);
- Escola básica do 2º ciclo (EB2)
- Escola do ensino básico mediatizado (2º ciclo do ensino básico com recurso aos multimédia)
- Escola básica do 3º ciclo (EB3)
- Escola básica dos 2º e 3º ciclos com ensino secundário (EB2,3/ES)
- Escola secundária com 3º ciclo do ensino básico (ES/EB3)

2.3.1.2. Evolução do parque escolar ao longo dos anos

Com o agravamento progressivo do envelhecimento da população portuguesa, e conseqüente redução da natalidade resultaram na diminuição do número de alunos a frequentar o Ensino Básico, nomeadamente no 1º e 2º ciclos (Tabela 2.3). Entre 1992 e 2009, verifica-se uma redução de alunos no 1º e 2º ciclos de 172.318 e 91.066 alunos, respectivamente.

Tabela 2.3 – Evolução do número de alunos [17]

Tempo	Nível de ensino			
	Ensino Básico			Ensino Secundário
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	
1992	605.606	327.240	451.023	360.924
1993	567.199	311.729	443.922	367.083
1994	541.387	315.183	457.985	385.348
1995	532.913	296.332	464.661	400.102
1996	505.514	289.482	429.818	416.309
1997	492.089	277.154	419.062	398.166
1998	489.700	258.257	413.851	382.261
1999	489.193	253.517	398.094	362.143
2000	489.049	248.364	382.288	354.832
2001	483.329	243.735	372.837	344.135
2002	468.241	241.637	358.987	326.045
2003	458.684	243.246	347.423	316.848
2004	456.725	243.650	341.590	315.066
2005	454.458	238.122	336.593	310.762
2006	443.906	226.488	346.973	282.424
2007	447.527	225.426	350.856	289.714
2008	445.768	233.272	372.344	280.286
2009	433.288	236.174	424.806	377.981

Analisando os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística, entre 1992 e 2009 correspondente à nova organização do sistema educativo, sobre a evolução do número de estabelecimentos escolares verifica-se uma diminuição de estabelecimentos escolares do Ensino Básico do 1º e 2º ciclos, de modo a acompanhar a diminuição do número de alunos matriculados naqueles níveis de ensino.

Analisando a Tabela 2.3, verifica-se no 1º ciclo uma diminuição de estabelecimentos escolares na ordem dos 46%, enquanto no 2º ciclo verifica-se uma redução de aproximadamente 40%. Os edifícios escolares destinados ao Ensino Básico 3º ciclo e Ensino Secundário, no período analisado mantiveram sensivelmente o mesmo número de edifícios.

Tabela 2.4 – Evolução do número de estabelecimentos de ensino [17]

Tempo	Níveis de ensino			
	Ensino Básico			Ensino Secundário
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	
1992	9839	1531	850	503
1993	9786	1517	892	513
1994	9639	1519	975	524
1995	9495	1404	996	523
1996	9438	1373	1067	536
1997	9277	1320	1094	495
1998	9186	1316	1132	534
1999	9059	1281	1149	542
2000	9032	1287	1179	539
2001	8847	1213	1176	539
2002	8773	1178	1194	546
2003	8613	1258	1193	543
2004	8373	1240	1195	541
2005	7883	904	1195	572
2006	7710	885	1144	541
2007	6290	901	1203	546
2008	5768	916	1199	573
2009	5269	905	1179	560

Pela Figura 2.4, pode-se perspectivar que o número de edifícios escolares para o 1º ciclo do Ensino Básico irá continuar a decrescer até estabilizar, à semelhança dos estabelecimentos do 3º ciclo e ensino secundário, isto devido ao encerramento de escolas básicas com menos de 10 alunos ou em mau estado de conservação. A construção dos novos centros escolares que abrangem os vários níveis do Ensino Básico tem como objectivo propiciar um melhor serviço de educação e que beneficiem de melhores condições de aprendizagem.

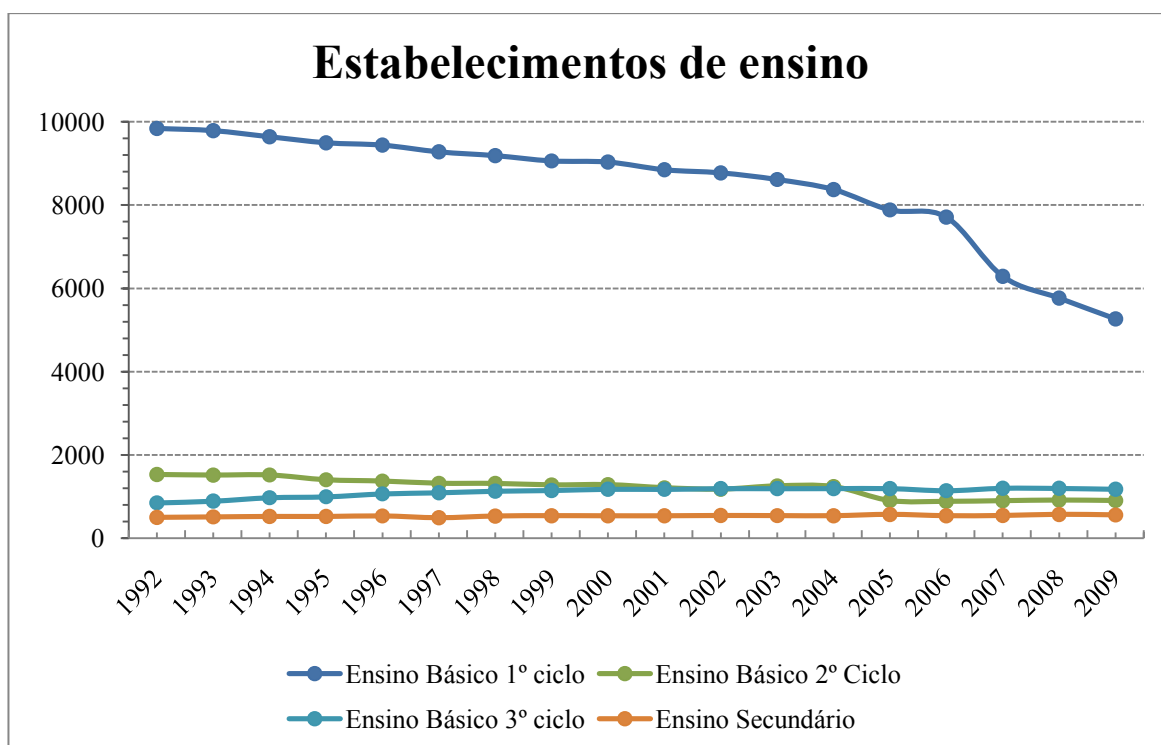


Figura 2.4 – Número de estabelecimentos de ensino [17]

2.3.2. Tipologias de escolas anteriores a 1974

Na tentativa de melhorar as condições de ensino, foram promovidos diversos programas de construções escolares que garantissem um grau aceitável de salubridade e conforto.

2.3.2.1. Escolas Conde de Ferreira

O primeiro projecto-tipo a ser elaborado para as escolas primárias surgiu na segunda metade do século XIX, ficando conhecido como “Escola Conde de Ferreira”. Este projecto-tipo viria a conter critérios precisos quanto à localização, dimensionamento e concepção dos edificios escolares, bem como das residências para os professores, foi basicamente o primeiro regulamento de construções escolares em Portugal. A implementação deste programa no terreno foi morosa com alguns entraves por partes dos agentes envolvidos, só apenas nos finais do século XIX é que foram entregues as primeiras escolas “Conde de Ferreira” [18].

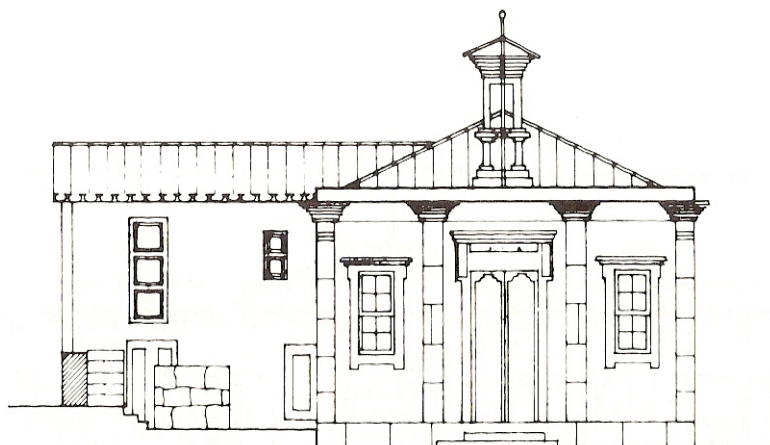


Figura 2.5 – Escola “Conde Ferreira” [18]

O projecto-tipo das escolas “Conde de Ferreira” definia a localização do local de implementação do edifício: a escola deveria estar isolada dos outros edifícios, à excepção da residência do professor, devia situar-se num local aprazível e bem articulado com o núcleo populacional que viria a servir. A residência do professor estaria colocada nas traseiras do edifício escolar.

O regulamento destas novas escolas recomendava que o edifício fosse constituído por uma ou mais salas de aula, dependendo do número de alunos, com área entre os 50 e os 115 m² e um pé-direito de 4 m; uma sala contígua destinada a recitações, biblioteca e recepções com uma área nunca inferior a um terço da sala de aula; e um ou dois vestíbulos, caso a escola fosse destinada aos dois sexos [18].

O projecto das escolas “Conde de Ferreira” tinha preocupações quanto à exposição e iluminação natural, ventilação, aquecimento e manutenção do grau óptimo de humidade. No entanto, não havia quaisquer referências sobre instalações sanitárias nem à forma do abastecimento de água.

2.3.2.2. Escolas Adões Bermudes

No ano de 1898, é lançado um concurso para apresentação de projectos para a construção de edifícios de instrução primária. O programa de concurso definia uma listagem de áreas específicas a considerar nos projectos (e.g. vestiários, salas de aula, instalações sanitárias, habitação do professor, pátio com recreio coberto), tinham também preocupações ao nível da iluminação natural e pela primeira vez surgiu o aspecto da regionalização na arquitectura dos edifícios, considerando sete regiões distintas: Minho e Douro; Trás-os-Montes; Beiras; Estremadura; Alentejo; Algarve e Ilhas. O

único candidato a submeter-se ao concurso foi o arquitecto Arnaldo Redondo Adães Bermudes, originando o projecto-tipo de construções escolares “Adães Bermudes” [18].

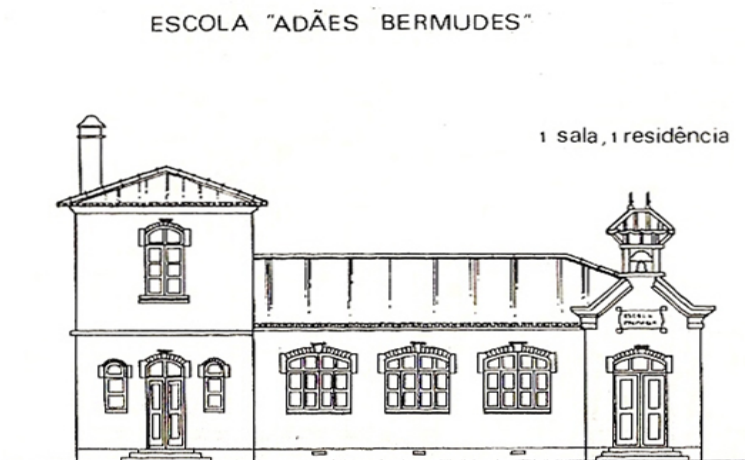


Figura 2.6 – Escola “Adães Bermudes” [18]

O novo projecto-tipo considerava três tipos diferentes de edifícios consoante o número e o sexo dos alunos a frequentar a instrução primária:

- Escolas com uma sala, para 50 alunos de um único sexo, e habitação para um professor.
- Escolas com duas salas para 100 alunos (só rapazes ou só raparigas), com habitação para professor e um ajudante.
- Escolas mistas, com duas salas, para 100 alunos, e duas habitações para os professores e ajudantes respectivos.

As dimensões das salas de aula estavam relacionadas com o número máximo de alunos por sala, visto que cada sala era dimensionada para 50 alunos definiu-se que cada aluno ocupava $1,25 \text{ m}^2$, totalizando uma área de $62,5 \text{ m}^2$. O pé-direito situava-se entre os 4 m e os 4,5 m, e os pavimentos deveriam estar elevados 1,5 m do terreno exterior [18].

A iluminação natural era assegurada por três grandes janelas na fachada principal, sem superfície iluminante definida, que também asseguravam a ventilação necessária. Eram dispensadas soluções de iluminação artificial.

De modo a proporcionar boas condições de higiene e de salubridade, o acesso às instalações sanitárias era possível através do pátio coberto.

A casa do professor foi incorporada no edifício escolar, estando colocada num dos extremos do edifício no caso das escolas de uma sala ou na parte central do edifício nas escolas com duas salas. A habitação do professor era constituída por dois pisos e sótão e orientada sobre a fachada principal [18].

2.3.2.3. Escolas da República

Durante o período da 1ª República, a gestão do ensino esteve descentralizada e a cargo dos municípios, cabendo ao Estado a elaboração das normas a que deveriam obedecer as construções escolares. Em Janeiro de 1917, são aprovadas as *Normas técnicas, higiénicas e pedagógicas*, onde eram definidos programas para os diversos tipos de edifícios escolares. De modo a promover a melhoria das condições de higiene e conforto definidas em 1898, com as escolas “Adões Bermudes”, foram introduzidos neste programa vários requisitos que permitissem tratar cada espaço escolar de uma forma eficiente. Nos requisitos aprovados encontram-se [19]:

- Condições para escola de terrenos: definição das dimensões globais (10 m²/aluno no caso de escolas primárias); das características do terreno, eram excluídos os terrenos húmidos, acidentados ou sísmicamente perigosos; estabelece ainda uma distância mínima de afastamento de 100 m dos edifícios escolares em relação a cemitérios, nitreiras ou fábricas cujas emanações fossem incómodas ou doentias e também a novos estabelecimentos cuja edificação e funcionamento fossem susceptíveis de constituir vizinhanças incómodas, perigosas ou insalubres para os edifícios escolares.
- Salas de aula: definição das áreas mínimas e pé-direito, as mesmas do projecto-tipo de 1898, 1,25 m²/aluno e 4 a 4,5 m, respectivamente; definição da superfície iluminante, não podia ser inferior a 1/6 da do pavimento e seria bilateral em salas com largura superior a 7 m.
- Vestíbulos e vestiários: deveriam ter boas condições de arejamento e mobiliário adequado às exigências destas dependências.
- Abastecimento de água: definia a obrigatoriedade do fornecimento de água potável a todo o recinto escolar.
- Sanitários e esgotos: definia a localização deste tipo de equipamentos; o tipo de mobiliário, e sistemas de eliminação de resíduos (i.e. ligações à rede de esgotos ou instalação de fossas sépticas).
- Habitação do professor: especificação das dependências atribuídas ao alojamento do professor. Cada habitação, já não estava integrada no edifício escolar como no projecto anterior e era constituída por um gabinete de estudo, uma sala de jantar, três quartos, uma cozinha, sentina e um quintal.

- Salas de desenho e trabalhos manuais e labores femininos: exigia que a iluminação fosse a mais adequada e que houvesse um afastamento destas salas relativamente às salas de aula.
- Salão para solenidades, conferências e projecções: definição da configuração do espaço, construção de preferência em anfiteatro, e da sua localização, no rés-do-chão do edifício escolar.
- Corredores e escadas: definição das dimensões mínimas de modo a obedecer a regras de segurança (1,50 m de largura mínima; para os degraus 0,16 m de espelho e, no mínimo 0,28 m de cobertor); das alturas e intervalos de gradeamentos com limites seguros; e proibição do uso de escadas em leque, lanços com mais de dezasseis degraus de corrimãos lisos.
- Cozinha e refeitório: espaços localizados no rés-do-chão.
- Balneários: definição das possíveis localizações (e.g. rés-do-chão ou cave do edifício, quando tivessem altura suficiente e fossem bem ventiladas e arejadas) com articulação com o ginásio, caso existisse.
- Ginásio: espaço localizado no rés-do-chão, tendo como base de dimensionamento 2 m²/utilizador e um pé-direito de 5 m. O revestimento do piso seria em madeira e o espaço deveria ter uma ventilação eficaz.
- Iluminação artificial: definição das exigências de iluminação (luz intensa, fixa e difusa, de cor branca); e da altura dos focos luminosos, a mais de 1,5 m da cabeça dos utilizadores.
- Aquecimentos: apenas para regiões onde fosse necessário aumentar a temperatura ambiente para os 14-16° C, com recomendações para os sistemas de aquecimento.
- Ventilação: obrigatoriedade de existir chaminés de ventilação ou exaustão, de modo a permitir a renovação do ar.

Nas *Normas técnicas, higiénicas e pedagógicas* continuou-se a dar ênfase ao aspecto da regionalização dos edifícios com a adaptação do edifício ao meio em que iria ser inserido, e utilização dos recursos materiais característicos e mais abundantes da região.

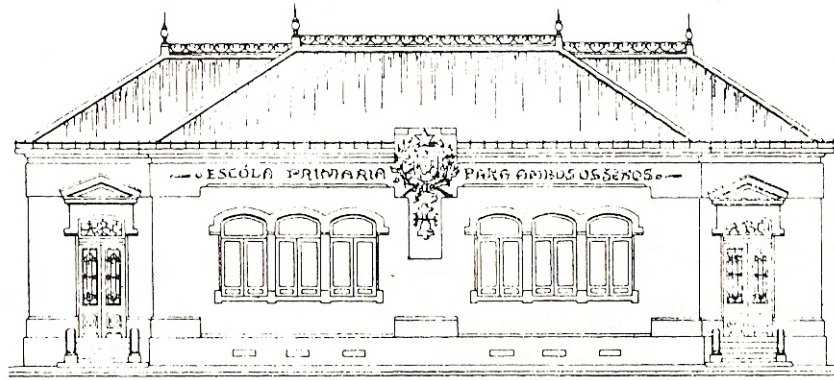


Figura 2.7 – Escola da República [18]

2.3.2.4. Projectos-tipo Regionalizados (Escolas Raúl Lino e Rogério de Azevedo)

Em 1935, é formalizada a aprovação de dois projectos-tipo para os edifícios escolares do ensino primário, denominados “Projectos-tipo Regionalizados”. Para os distritos do Norte e Centro do País, o projecto-tipo aprovado foi o projecto elaborado pelo arquitecto Rogério de Azevedo, consistia em 6 tipos regionais (Minho, Alto Minho, Douro, Beira Alta, Beira Litoral e Trás-os-Montes), estas soluções permitiam harmonizar a zona envolvente com as características arquitectónicas do edifício. O arquitecto Raúl Lino foi o autor do projecto para os distritos de Lisboa e Sul de Portugal, onde se podia constatar 3 tipos regionais (Algarve, Estremadura, e Alentejo e Ribatejo) à semelhança do projecto de Rogério de Azevedo [18].



Figura 2.8 – Escola Rogério de Azevedo [18]

Os novos projectos tiveram como base as *Normas técnicas, higiénicas e pedagógicas* aprovadas em 1917, e deveriam ser construídos em série de acordo com as características da arquitectura regional, impostas pelos materiais próprios da região e pelas variações do clima. Deu-se igualmente importância à variação da luminosidade e ao grau de arejamento, o que condicionava a abertura de vãos e o pé-direito do edifício

As “Escolas Raúl Lino” apresentavam para cada região as mesmas quatro soluções (i.e. 1, 2, 3 e 4 salas) para os edifícios escolares. Para cada solução era definida uma área mínima de edificação, então para cada solução era definida a seguinte área [18]:

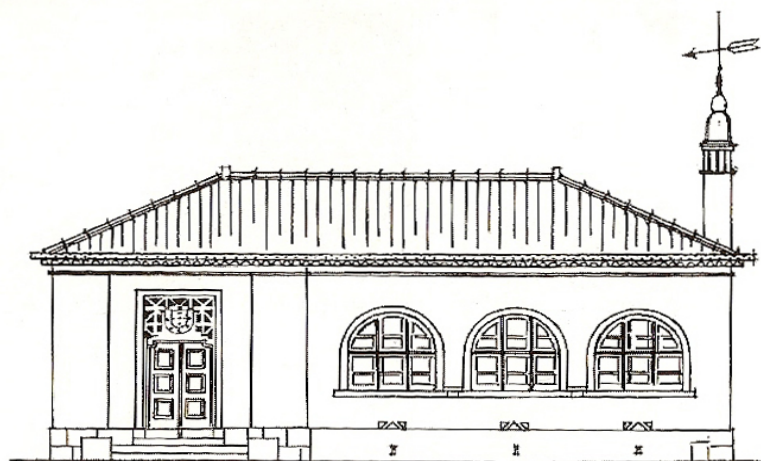
- 1 sala de aula: 306 m²
- 2, 3 e 4 salas de aula: 468 m²

À semelhança das escolas projectadas por Raúl Lino, as “Escolas Rogério de Azevedo” apresentavam as mesmas soluções para cada região. As plantas apresentavam soluções para 1 sala de aula; 2 salas sobrepostas; 2 salas térreas; 3 e 4 salas de aula.

2.3.2.5. Escolas dos Centenários

Com a comemoração do Duplo Centenário da Fundação e da Restauração, em 1940, elaborou-se o Plano dos Centenários que consistia na construção e ampliação dos edifícios escolares. As escolas primárias construídas sob o âmbito deste plano obtiveram a designação de “Escolas dos Centenários”.

Os projectos-tipo escolhidos iram ser os mesmos que os aplicados em 1935, os “Projectos Regionalizados”. No Norte seriam edificados os projectos tipo Douro com a alteração na entrada, de Rogério de Azevedo; no Centro para além do tipo Beira Litoral, seria ainda construído o tipo Estremadura para o distrito de Leiria. Para Lisboa e distritos a Sul seriam construídos os tipos Estremadura, Alentejo-Ribatejo e Algarve, de Raúl Lino, com algumas modificações a nível do detalhe decorativo. Nem Raúl Lino nem Rogério de Azevedo trabalhariam nos projectos das escolas dos centenários [20].



RIBATEJO

Figura 2.9 - Escola dos Centenários [18]

Após a realização de estudos e efectuadas as consultas necessárias às câmaras municipais, depressa se descobriu que nem todas as soluções dos Projectos Regionalizados, de 1935, se poderiam adaptar às novas exigências funcionais. Assim, os projectos foram revistos por cada Direcção de Edifícios, tendo como base os estudos dos novos projectos de Escolas-Tipo efectuados pela Direcção dos Edifícios Nacionais do Norte.

No ano de 1944, foi iniciada a I Fase do Plano dos Centenários com a construção de 561 escolas, num total de 1260 salas de aula, distribuídas por todos os distritos dos País. Cada sala de aula tinha 46 m² de área (8,0 x 6,0 m) e 3,5 m de pé direito [20].

Da revisão dos projectos resultaram as seguintes configurações:

- Edifícios de 1 sala, um sexo: átrio; sala de aula; recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias (masculino e feminino).
- Edifícios de 2 salas, um sexo: átrio; 2 salas de aula; recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias (masculino e feminino). Os recreios cobertos eram separados através de instalações sanitárias existindo, ainda, entre ambos um espaço de arrumos;
- Edifícios de 2 salas, dois sexos: dois blocos geminados tendo cada um: átrio; sala de aula e recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias (masculino e feminino). Os recreios cobertos eram separados através de instalações sanitárias existindo, ainda, entre ambos um espaço de arrumos.
- Edifícios de 3 salas: o rés-do-chão com átrio com corpo de escadas e acesso ao piso superior; 2 salas de aula; recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias (masculino e feminino). O 1º andar com átrio com corpo de escadas e uma sala de aula.

- Edifícios de 4 salas, um sexo: no rés-do-chão um átrio com corpo de escadas de acesso ao 1º andar; 2 salas de aula; recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias. No 1º andar, um átrio com corpo de escada e 2 salas de aula.
- Edifícios de 4 salas, dois sexos: dois blocos geminados de dois pisos tendo cada um no rés-do-chão um átrio com corpo de escadas de acesso ao 1º andar; sala de aula e recreio coberto posterior com bloco de instalações sanitárias para ambos os sexos. O 1º andar com um átrio com corpo de escada e sala de aula. Os recreios cobertos eram separados através dos blocos das instalações sanitárias existindo, ainda, entre ambos um espaço de arrumos.

Estas configurações dos edifícios escolares resultaram da ampliação dos edifícios de 1 sala e das de 2 salas sobrepostas, obrigando que todas as janelas e entradas principais tivessem a mesma orientação. Também estava prevista a construção de edifícios de 6 e 8 salas, com o mesmo tratamento dos espaços. Localizavam-se em cidades, e em vilas, onde a concentração de crianças, em idade escolar, fosse significativa.

A Comissão de Revisão e Reajustamento da Rede Escolar, em 1943, redigiu as *Instruções para a escolha de terrenos destinados à edificação das escolas primárias*, cujas principais regras a seguir eram [20]:

- Orientação entre Nascente e Sul, com preferência para a banda de Este;
- Área não inferior a 2000 m², com uma frente adequada às dimensões das fachadas principais dos edifícios;
- Serem planos e geologicamente de modo a facilitar a construção;
- Terem pontos de água, ou de serem facilmente abastecíveis;
- Servirem correctamente o núcleo que o Plano dos Centenários determinava para a escola.

Em 1949, foi publicado o Decreto-Lei nº. 37 575, de 8 de Outubro, que estabelecia uma distancia mínima de afastamento de 200 m a cemitérios e a estabelecimentos considerados insalubres, incómodos, tóxicos ou perigosos. A Portaria nº. 15 760, de 9 de Março de 1956, rectificou algumas das regras estipuladas pelas *Instruções para a escolha de terrenos destinados à edificação das escolas primárias* e pelo Decreto-Lei nº. 37 575, para além da distância mínima de 200 m, foi definido que os terrenos para as escolas deveriam ser escolhidos nas sedes dos núcleos escolares, em zonas tanto quanto possível centrais, e se tivessem que ser edificadas na periferia das povoações, a sua distância às casas mais próximas só poderia ser superior a 100 m.

Sob o princípio da não co-educação dos sexos foram criadas escolas que previssem a frequência dos dois sexos, o edifício gémeo foi a solução encontrada para resolução do problema. Eram edifícios geminados com mais de uma sala de aula, ou seja, a escola masculina e feminina, numa relação de simétrica, concentraram-se num único edifício. A grande maioria dos edifícios geminados

apresentava plantas com dois eixos normais, no entanto, alguns edifícios gémeos no Centro e no Sul apresentavam plantas com dois eixos paralelos [20].

2.3.2.6. Escolas Tipo Urbano e Tipo Rural

Ao longo do período em que se cumpriu o Plano dos Centenários, houve ajustes nas técnicas de construção e foram-se alterando os projectos iniciais dos edifícios, de modo a corrigir deficiências de funcionamento e conforto, e cumprir os orçamentos aprovados pelo Estado [20].

No final do ano 1955, são efectuados novos estudos para a construção de edifícios escolares de uma e duas salas. Pouco depois, no início de 1956, foi elaborado um anteprojecto que consistia na elaboração de duas soluções: uma denominada Tipo Urbano e outra Tipo Rural.

TIPO URBANO 1 SALA SOLUÇÃO A



Figura 2.10 – Escola Tipo Urbano [20]

1 SALA SOLUÇÃO A TIPO RURAL

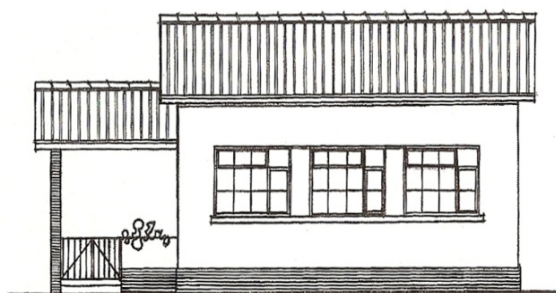


Figura 2.11 – Escola Tipo Rural [20]

A solução Tipo Urbano seria destinada a locais que apresentassem características de aglomerado urbano e um certo desenvolvimento económico, e a solução Tipo Rural seria dirigida a localidades rurais e pouco desenvolvidas [20].

A construção destas novas escolas coexistiu com a execução do Plano dos Centenários, em 1957 iniciou-se apenas a construção das escolas tipo urbano e rural de 1 e 2 salas, ao passo que as escolas com mais de 2 salas eram edificadas de acordo com o Plano dos Centenários.

As novas soluções tinham que obedecer a vários critérios [20]:

- Uniformização das dimensões das salas de aula, vestíbulos; das dimensões de todos os vãos; dos blocos sanitários;
- Simplificação das coberturas, passando a duas águas em vez de quatro águas;
- Eliminação dos fogões de sala que, quando necessário, podem ser substituídos na sua função por salamandras;
- Redução de cantarias cujo emprego se limitará a peitoris, degraus e soleiras;
- Redução da espessura das paredes.

O programa do edifício, para o Tipo Urbano, mantinha os espaços das escolas do Planos dos Centenários: uma ou duas salas de aula de 8,0 x 6,0 m, com 3,5 m de pé direito; um vestíbulo dimensionado de forma a nele se poder desenvolver uma escada, para o caso do edifício vir a ser acrescido de 1º andar; um recreio coberto com alpendre; blocos sanitários; e uma pequena arrecadação.

A escola do Tipo Rural consistia numa sala de aula com as mesmas dimensões do Tipo Urbano, um anexo com dois compartimentos sanitários, e um pequeno abrigo coberto, na zona da entrada.

O novo Plano de Construções de Escolas Primárias, aprovado em 1961 como Lei n.º 2107, veio substituir o Plano dos Centenários. Com a aprovação do novo plano, iniciou-se a construção dos primeiros edifícios Tipo Urbanos de 4, 6 e 8 salas, e o abandono dos edifícios de 1 e 2 salas do mesmo tipo por serem consideradas com um acréscimo à série de escolas de 4, 6, 8 e até 10 salas. Apenas se continuou a construir as escolas Tipo Rural de 1 e 2 salas, nas localidades pouco desenvolvidas e nos locais onde a população escolar requeria apenas 1 ou 2 salas [20].

Em 1966, dá-se como concluída a revisão dos projectos dos novos edifícios escolares com a alteração dos processos de construção e materiais, mantendo apenas o aspecto visual e áreas funcionais do edifício. As construções passaram a designar-se por Tipo Urbano 2 e Tipo Rural 2.

A última alteração aos projectos ocorreu em 1971, com a adaptação dos projectos-tipo à nova concepção pedagógica e construtiva. Com as alterações os edifícios obtiveram a designação de Tipo Urbano 3 e Tipo Rural 3.

A nova solução contemplava [20]:

- Aumento do espaço das salas de aula, para uma área quadrada, com 7,10 x 7,10 m (+ 2,5 m²/sala);
- Criação de áreas de trabalhos manuais, no prolongamento das salas de aula, ocupando parte do recreio coberto;
- Remodelação dos blocos sanitários, com aumento do número de cabines e melhoria das condições de higiene do espaço;
- Equipamento das salas com painéis de parede, para expor os trabalhos dos alunos, e criação de pequenas arrecadações, junto de cada aula, destinadas ao material escolar e didáctico;
- Construção, sobre a fachada posterior das escolas, de um pequeno recreio coberto para abrigo das crianças. Deveria haver um certo cuidado com o aspecto da fachada posterior, pois poderia ficar orientada para um arruamento principal, quando a configuração do terreno assim o exigisse.

2.3.2.7. Liceus

O apuramento das formas organizativas dos liceus fez-se, no decurso de quase 150 anos, numa tensão permanente entre modelos opostos, que acabam por coexistir graças a uma miscigenação de normas, estruturas e práticas.

A edificação de escolas para o ensino secundário teve 3 períodos [21]:

1.º Período: final do século XIX até 1935

O ensino liceal foi criado, em 1836, a partir da reforma de Passos Manuel e os primeiros liceus são construídos no final do século XIX. Estes edifícios escolares estão localizados nos grandes centros urbanos do País, e.g. Lisboa, Porto, Coimbra, Beja e Lamego. Encontravam-se implantados em zonas centrais dos aglomerados urbanos, ocupando áreas de grande dimensão.

São escolas que marcam uma evolução em relação aos antigos colégios fortemente marcados por influências conventuais, de um único edifício de configuração compacta com pátios encerrados, para uma configuração em extensão ocupando parcialmente ou na totalidade o perímetro da área de implantação, podendo definir várias zonas abertas no interior do edifício, conforme o modelo francês de liceu [21].

No projecto-tipo dos liceus os espaços lectivos, tais como as salas de aula, anfiteatros/sala de projecções, laboratórios de química, física, geografia e ciências naturais, bem como as áreas destinadas ao exercício físico encontravam-se descentralizados, enquanto as áreas administrativas e a biblioteca ocupavam posições centrais na configuração do edifício.

Em termos construtivos, as escolas apresentam uma forte robustez, progredindo de tecnologias construtivas tradicionais às quais foram, incorporados elementos inovadores à época tais como estruturas metálicas com recurso ao aço em vigas e ao ferro fundido em colunas e pavimentos em betão, para sistemas construtivos mistos de paredes autoportantes combinadas com estruturas porticadas, lajes de betão armado e coberturas em terraço [21].

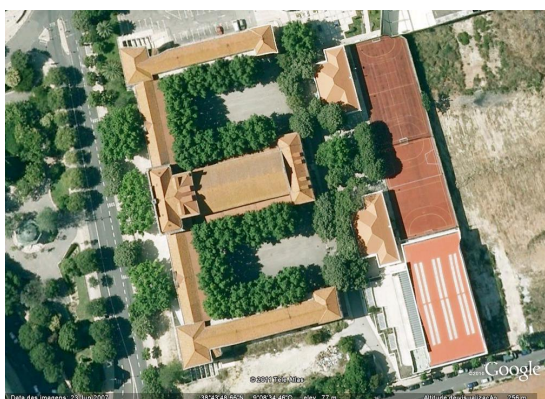


Figura 2.12 – Escola Secundária Camões



Figura 2.13 – Escola Secundária Passos Manuel

2.º Período: de 1936 até 1968

Durante este período de tempo, foram construídos diversos liceus nas capitais de distrito, em zonas de elevada acessibilidade e implantados em lotes de grande dimensão em regra coincidentes com a totalidade do quarteirão urbano.

A adopção de estratégias de normalização resultantes do projecto-tipo de liceu de 1938 permitiu uma maior uniformização do estilo arquitectónico e dos processos construtivos [21].

Em termos formais exibem configurações lineares, constituídas por vários corpos agregados entre si com dois ou três pisos, podendo chegar aos quatro pisos. Os edifícios retomam as coberturas inclinadas e as cantarias decorativas são removidas, excepto na zona de entrada. Esta rigidez formal é atenuada a partir do final da década de 50 em que os edifícios adquirem maior leveza e transparência resultante da aplicação de grandes superfícies envidraçadas e da ausência de cantarias.

A estrutura funcional dos liceus é composta por um corpo principal, designado por corpo de aulas, onde estão localizados os serviços administrativos junto à entrada principal. Os espaços lectivos estão organizados por ciclos em alas, com acessos independentes a partir da entrada principal. Ao 1º ciclo estavam associados os recreios, coberto e ao ar livre, bem como as salas de desenho e instalações sanitárias. Os laboratórios, por razões de segurança, estavam localizados nas extremidades das alas destinadas ao 2º e 3º ciclo. A biblioteca e as instalações destinadas aos professores ocupavam lugares centrais. Ao corpo principal associava-se um outro com dois pisos, onde se localizavam espaços de convívio, actividades físicas, para além do refeitório, com acesso independente pelo exterior [21].

Em termos construtivos utilizam tecnologias de construção mistas, baseadas em paredes resistentes de alvenaria ordinária de pedra rebocada sobre as quais assentavam lajes de piso e escadas de betão armado. Nalguns casos as lajes de piso eram constituídas por vigotas de betão pré-esforçado e abobadilhas cerâmicas, apresentando vigas perpendiculares às paredes exteriores. A cobertura em telhado utiliza estruturas de madeira sendo normal a linha ser constituída por uma viga invertida em betão onde também se ligava a laje de esteira [21].

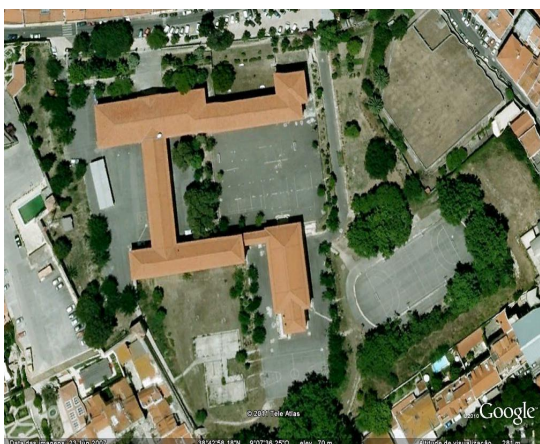


Figura 2.14 – Escola Secundária Gil Vicente



Figura 2.15 – Escola Secundária Marquês de Pombal

3.º Período: de 1968 ate 1974

No final da década de 60 são desenvolvidos projectos-tipo para os liceus e escolas preparatórias. Estes projectos estruturam-se a partir de um conjunto de blocos autónomos, permitindo uma melhor adaptação do edifício a terrenos de características topográficas, de exposição, de acessos e geológicas muito diversas. Os diferentes blocos são ligados por galerias exteriores cobertas, cujo traçado depende da morfologia do terreno. Esta flexibilidade de adaptação ao terreno permite ser trabalhado ao nível do espaço interior dos blocos, através do desnivelamento das várias zonas que os constituem, obtendo uma adaptação mais completa ao terreno [21].

No Projecto Normalizado de Liceus Tipo, as diferentes zonas e actividades que compunham o programa de liceu, agrupavam-se em blocos de quatro tipos [21]:

- Bloco A, de um piso: destinado às actividades sociais e administrativas e onde se localizavam as zonas de recepção, secretaria, biblioteca, sala do corpo docente, sala de alunos e sala de canto coral;
- Bloco B, de dois pisos: destinado às actividades laboratoriais;
- Bloco C, de dois pisos: destinado às aulas normais;
- Pavilhão: destinado às actividades físicas.

Nos blocos B e C são abolidas as circulações rectilíneas, e adoptando núcleos de distribuição permitindo dotar as salas de aula com luz directa bilateral e ventilação transversal.

À semelhança do projecto para os liceus, o Estudo Normalizado de Escola Preparatória, apostou na divisão da massa total do edificio em pequenos corpos. Subdividiu-se assim a superfície contínua em pequenos núcleos que facilmente se implantavam segundo as mais variadas maneiras, cotas e configurações do terreno.

Assim cada escola é formada por cinco núcleos principais:

- Dois núcleos de aulas: composto por salas de aula, salas de desenho, trabalhos manuais, biblioteca, gabinetes para os professores e instalações sanitárias.
- Um núcleo comum: este núcleo incorpora salas de aula, salas de trabalhos manuais e de desenho.
- Um núcleo central: composto áreas destinadas aos serviços administrativos.
- Um núcleo gimnodesportivo: terá duas zonas distintas, uma coberta destinada aos ginásios e outra zona a descoberto destinada às actividades ao ar livre.



Figura 2.16 – Escola Secundária Gabriel Pereira



Figura 2.17 – Escola Secundária Pedro Alexandrino

2.3.3. Tipologias de escolas posteriores a 1974

Com a revolução de Abril, houve uma alteração no paradigma relativamente aos edifícios escolares. Enquanto anteriormente as escolas eram apenas um local de ensino, com a alteração de mentalidades, a escola passou a para um papel central na abertura das instituições do estado à comunidade.

2.3.3.1. Escolas Normalizadas P3

No âmbito do Projecto Regional do Mediterrâneo foi elaborado um novo projecto de escolas primárias, as Escolas Normalizadas P3 ou Escolas de Área Aberta. Este projecto tinha dois objectivos prioritários: harmonizar a concepção das construções escolares com as concepções de escola e as mais recentes orientações no campo da pedagogia, e criação de um mínimo de variáveis a nível de elementos de construção que possibilitasse uma maior variedade de soluções de lotação e de adaptação aos terrenos. Assim, foram estabelecidos os princípios gerais para o novo projecto [22]:

- O edifício da escola primária representa a transição da habitação para a vida pública;
- O edifício deve ter em consideração o tamanho da criança;
- A escola não se restringe à sala de aula e deve, por isso, estar aberta ao exterior;
- O ensino não consta só de memorização, mas é também actividade que os espaços (diversificados) devem permitir;
- Deve ser fomentada a manipulação e criação de objectos (pelo que se introduziu uma zona de trabalho, dita “suja”, com pontos de água, ligada às salas de aula, propriamente ditas);
- A organização de situações como a de trabalho em grupo, prevendo-se a mobilidade do equipamento;
- Nem todas as actividades podem ser realizadas no mesmo espaço (e daí a instalação dos chamados “polivalentes”);
- As refeições são actividades educativas (e, por isso, foi suprimida a separação entre edifício-cantina e edifício-escola);
- As instalações sanitárias seguem a mesma lógica, como apoio e momento de Educação;
- A escola é um edifício aberto, um equipamento social de e para toda a comunidade.

O modelo escolhido para o projecto das Escolas Normalizadas P3 foi uma adaptação dos modelos existentes nos países nórdicos durante as décadas de 60 e 70. As novas escolas para o ensino primário foram construídas após o 25 de Abril de 1974, à excepção da Escola Piloto de Mem Martins sendo edificada em 1966.

O projecto consistia na abertura dos espaços lectivos tornando-os mais flexíveis e polivalentes para promover o desenvolvimento da espontaneidade e criatividade da criança, e também para a sua socialização. Caracterizava-se pela inexistência de paredes ou outros obstáculos à comunicação entre núcleos de 2 a 3 salas, e pela existência de um grande espaço polivalente [23].

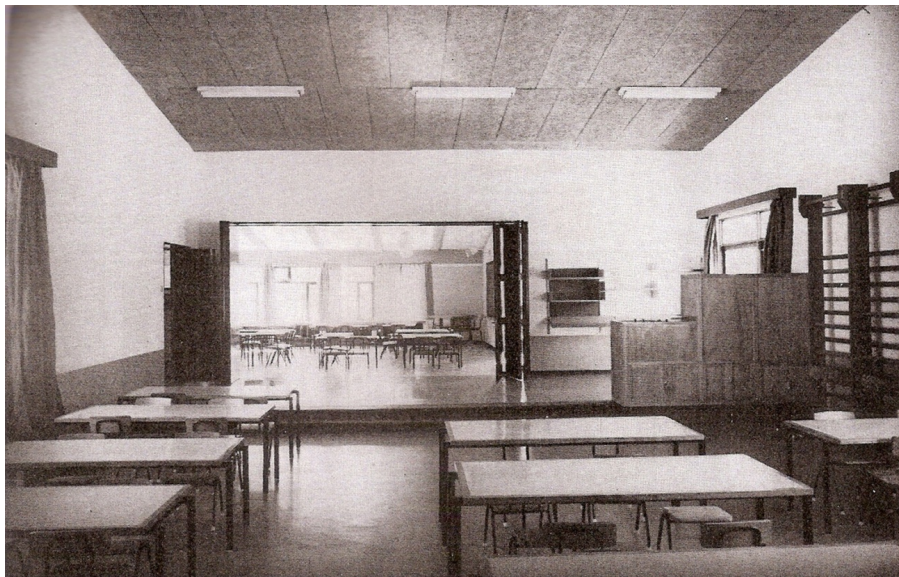


Figura 2.18 – Interior da Escola Piloto de Mem-Martins [50]

A escola foi dimensionada para uma lotação entre 120 e 480 alunos, tendo por base, 25-30 alunos por sala de aula. De modo a permitir que o projecto fosse repetitivo e flexível procurou-se que a partir de diferentes blocos se pudessem obter associações variadas tendo em conta o número de salas, as características do terreno e a orientação dos edifícios para além disso procurou-se uma solução construtiva modulada, que tivesse em vista a racionalização da construção, a possibilidade de utilização da pré-fabricação e a possibilidade de ampliações futuras, sem alteração da estrutura existente [23].

Os edifícios escolares estavam organizados por blocos de dois tipos, um bloco de aulas e outro bloco central (polivalente).

Os blocos de aulas eram essencialmente constituídos por salas de aula (que incluem zonas de aula e zonas de trabalho) e serviços de apoio directo (átrio, arrecadações e instalações sanitárias que se localizam numa zona que faz a ligação aos blocos centrais). Existiam quatro tipos de blocos de aulas consoante o número de alunos: 2 tipos de um piso para 60 e 80 alunos respectivamente (2 e 4 salas) e 2 tipos com dois pisos para 120 e 180 alunos, respectivamente (4 e 6 salas) [23].

Os blocos centrais também de ensino com características de espaços maiores e utilizáveis por assembleias mais numerosas. Este espaço, zona polivalente, servia para actividades de ginástica,

refeitório, recreio, festas, podendo também ser utilizado pela comunidade local. O projecto previa 3 tipos de blocos centrais, consoante a lotação da escola [23]:

- Bloco central (120/180 alunos): bloco constituído por um espaço quadrado (zona polivalente) com vão livre de cerca de 10,80 m e um pé direito de 4,80 m e uma zona de serviços (gabinete para professores, instalações sanitárias e zona de cozinha ligada à zona polivalente) com um pé direito de 2,60 m.
- Bloco central (240/300 alunos): bloco constituído por um espaço quadrado com um vão livre de cerca de 10,80 m e por outro espaço rectangular de cerca de 7,20x10,80 m ambos com um pé direito de 4,80 m. A zona de serviços é anexa à zona polivalente, com pé direito de 2,60 m.
- Bloco central (360/480 alunos): bloco constituído por dois espaços quadrados com um vão livre de cerca de 10,80 m e com um pé direito de 2,6 m. Anexa a esta zona polivalente existia uma zona de serviços.

Os edifícios são constituídos por uma estrutura de betão armado (pilares e vigas que servem de apoio a lajes aligeiradas ou maciças. As paredes exteriores são constituídas por dois paramentos de tijolo furado com caixa-de-ar de modo a garantir um melhor isolamento térmico e higrométrico e as paredes interiores, que têm exclusivamente a função de divisórias, são constituídas por um único pano de tijolo furado [23].

A quase totalidade dos espaços principais de ensino tem como fonte principal de iluminação natural, aberturas voltadas para um quadrante entre nascente e sudoeste e aberturas complementares em paredes opostas ou em ângulo, que suavizem os contrastes devidos à iluminação natural.

A vantagem adicional destas aberturas é a de permitir uma ventilação cruzada que é bastante mais eficaz que a ventilação unilateral.

Em 1987, o projecto foi descontinuado devido ao descontentamento dos professores relativamente às condições de ensino. As restantes escolas de área aberta começaram a isolar as salas que antes comunicavam entre si, com o levantamento barreiras arquitectónicas.

2.3.3.2. Escolas Básicas

Com a entrada em vigor da nova Lei de Bases do Sistema Educativo houve necessidade de rever as normas e indicações relativas à elaboração dos projectos de edifícios escolares, em função dos novos conceitos, novas tipologias, novos currículos e novos modelos de gestão.

De forma a aumentar a rentabilidade das instalações foram integrados vários graus de ensino no mesmo estabelecimento resultando nas seguintes tipologias [26]:

- Escola básica do 1º ciclo com jardim-de-infância (EB1/JI)
- Escola básica do 1º ciclo (EB1)
- Escola básica dos 2º e 3º ciclos (EB2,3)
- Escola básica integrada (EB1,2,3)
- Escola básica integrada com jardim-de-infância (EB1,2,3/JI)

Definiu-se que a capacidade máxima recomendável de uma escola básica com 1º ciclo quando se apresenta isolada ou associada a um jardim-de-infância é de 12 salas. Quando as escolas básicas estão associadas mais de que um grau de ensino a sua capacidade máxima, recomendável, é de 8 salas de aula. A área da sala de aula é dimensionada para um grupo de 24 alunos no máximo.

Para abranger o maior número de alunos, devido à migração da população do interior para o litoral definiu-se que as escolas deviam situar-se em aglomerado populacional urbano e sempre que possível junto de outros equipamentos sociais e culturais.

De modo a ultrapassar os desafios colocados pela Lei de Bases do Sistema Educativo, as escolas terão que possuir características e espaços multifuncionais que possibilitem o cumprimento das exigências escolares e educativas dos alunos. Para o correcto funcionamento de um estabelecimento do ensino básico, devem considerar-se os seguintes espaços: de ensino; de apoio ao ensino; sociais; de serviços [24].

- Espaços de ensino:
 - Salas de aula: área útil mínima recomendável de 48m²; pé direito de 3,20m.
 - Espaços de educação plástica: área útil entre 7m² e 13m²/sala; pé direito de 2,70.
 - Salas polivalentes: área útil entre 50m² e 200m² tendo como índice base 0,50m/aluno; pé direito entre 3,0m e 4,80m.
- Espaços de apoio ao ensino:
 - Sala de professores: área entre 12m² e 15m² (até 4 salas), e entre 25m² e 35m² (8 a 12 salas); pé direito de 3,0m.
 - Gabinete de atendimento: área até 7m² e um pé direito de 2,70m.
 - Biblioteca: área útil entre 25m² e 40m²; pé direito de 3,0m.
- Espaços sociais:
 - Átrios: área entre 13m² e 26m²; pé direito de 3,0m.
 - Circulações: largura de 1,80m, devendo perfazer 5 a 7% da área total; pé direito de 3,0m.
- Espaços de serviços:
 - Vestiários: área entre 20m² e 30m².

- Instalações sanitárias de alunos: área variável, devendo ser respeitada a proporção de 2 sanitas e 2 lavatórios para 25 alunas, e 1 sanita, 2 urinóis e 2 lavatórios para 25 alunos; pé direito de 2,70m.
- Instalações sanitárias de professores: área variável (1 sanita e 1 lavatório para 14 utentes); pé direito de 2,70m.

Em termos construtivos o edifício deve ser flexível, ou seja, a sua concepção deve ter em conta possíveis alterações que possam ocorrer na compartimentação interna dos edifícios, facilitando assim as flutuações da gestão e respondendo melhor as modificações solicitadas.

2.3.3.3. Escolas Secundárias

Na década de 80 são desenvolvidos novos projectos-tipo que mantêm a estrutura pavilhonar: Bloco Quadrado, Escada Central (21mx21m); Bloco Quadrado, Pátio Central (28mx28m); Bloco Rectangular, Galeria Interior (14mx21m) [25].

Bloco Quadrado, Escada Central (21mx21m)

Os primeiros estudos do projecto datam de meados dos anos 70 e o projecto-tipo do início dos anos 80. Os edifícios caracterizam-se por serem de planta quadrada, com base num módulo de 7,20 m, em que as dimensões exteriores não excedem os 23m, qualquer que seja o sistema construtivo. No caso de blocos com dois pisos, a escada localiza-se no átrio central, havendo um lanternim na cobertura, para iluminação superior. Desde a conclusão do projecto-tipo até à data, continuam a construir-se edifícios com estas características.

Bloco Quadrado, Pátio Central (28mx28m)

Projecto utilizado em escolas construídas de 1976 a 1980. A planta do edifício é quadrada com base no módulo de 7,20 m dispondo, à excepção do ginásio, de um pátio central.

Bloco Rectangular, Galeria Interior (14mx21m)

Projecto-tipo utilizado em construções escolares depois de 1980. Trata-se geralmente de edifícios de grande volume de construção, resultantes da conjugação de duas ou três unidades de 14mx21m no sentido da maior dimensão. O módulo base, à semelhança com os outros projectos, é de 7,20 m. Desenvolve-se em dois tipos eventualmente com caves, sendo em geral a circulação no primeiro piso feita por galerias cobertas.

Em termos construtivos são edifícios modelares de estrutura porticada de betão armado com lajes do mesmo material e paredes preenchidas por panos de alvenaria de tijolo rebocados e pintados com os elementos de betão aparentes. As coberturas são planas, não visitáveis ou com a cobertura inclinada e lanternim revestidas a placas de fibrocimento.

2.3.4. O Novo Programa de Modernização do Parque Escolar

O Programa de Modernização das Escolas Destinadas ao Ensino Secundário (PMEES), lançado em Março de 2007 gerido pela Parque Escolar E.P.E, visa a adopção de medidas e acções que invertam o progressivo estado de degradação e desactualização dos estabelecimentos do ensino secundário; a criação de condições para a abertura da escola à comunidade; e o desenvolvimento de estratégias de gestão e manutenção dos edifícios após a requalificação. [21]

De modo o novo programa vai permitir a criação de espaços atractivos que valorizem o património escolar português, espaços flexíveis adaptáveis a diferentes estratégias de aprendizagem, espaços multifuncionais para uma utilização mais alargada da comunidade, espaços robustos e eficientes do ponto de vista energético.

O programa de requalificação e modernização das escolas secundárias prevê a intervenção de 332 escolas até ao final do ano de 2015, num investimento total de 2,5 mil milhões de Euros. O programa desenvolve-se ao longo de quatro fases: a Fase Piloto iniciada no ano lectivo de 2007/2008, em 4 escolas, e terminada no primeiro trimestre de 2009; a Fase 1 abrangendo um conjunto de 26 escolas, sendo iniciada no ano lectivo de 2008/2009 e concluída no primeiro trimestre de 2010; a Fase 2 lançada no início de Junho de 2009, prevê requalificar 75 escolas até ao fim do terceiro trimestre de 2010; na última fase (Fase 3) a requalificação será estendida a mais 100 escolas, tendo sido iniciada no primeiro semestre de 2010 [21].

A reabilitação e modernização dos estabelecimentos do ensino secundário é concretizada através da melhoria das condições de acessibilidade, e de conforto através da climatização e ventilação dos espaços, correcção dos níveis de ruído, impermeabilização contra infiltrações de humidade e segurança das partes mais vulneráveis do edifício.

O novo modelo de estabelecimento escolar pretende desenvolver um tipo de escola que responde ao projecto educativo, às características, necessidades e objectivos, e expectativas das comunidades escolares, tendo em consideração a adaptabilidade e reestruturação do espaço consoante a evolução de estratégias educativas e o uso de novas tecnologias. Deve, ainda, garantir a durabilidade e sustentabilidade das instalações no tempo.

O Programa de Modernização do Parque Escolar Destinado ao Ensino Secundário pelo novo modelo de escola identifica seis grandes áreas de intervenção [21]:

- Núcleo de Ciência e Tecnologia e/ou Artes – criação de áreas lectivas específicas destinadas ao ensino experimental das ciências, das tecnologias e das artes;
- Núcleo de Biblioteca/Centro de Recursos e de Conhecimento e Memória – criação de áreas específicas destinadas à consulta de informação e exposição de espólios escolares;
- Espaço Escola – desenvolvimento de áreas específicas, não lectivas, destinadas à criação de condições de trabalho e estudo da comunidade educativa (e.g. Espaço Estudante, Espaço Professor, Loja Escolar, Espaço Alimentação);
- Abertura à Comunidade – criação de condições de abertura de sectores específicos da escola para utilização da comunidade (e.g. Biblioteca, Núcleos Museológicos, Salas Polivalentes, etc.);
- Conforto Térmico e Acústico, Eficiência e Auto-suficiência Energética – cumprimento da legislação em vigor, i.e. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), Regulamento Geral do Ruído)
- Modelo de Gestão em Fase de Funcionamento – elaboração de um modelo de gestão abrangendo quatro vertentes de intervenção: manutenção preventiva, manutenção correctiva, grande conservação e manutenção funcional.

De modo a garantir uma boa articulação dos diferentes sectores funcionais que compõem o espaço escolar é necessária uma reorganização do mesmo, de forma a garantir condições para o seu funcionamento integrado e permitir a abertura á comunidade exterior em períodos pós-lectivos.

Os sectores funcionais considerados referem-se a [21]:

- Núcleo de aprendizagem formal: constituído por espaços para ensino não específico (e.g. salas de aula), espaços para ensino específico (e.g. laboratórios, oficinas, estúdios) e espaços de apoio (e.g. sacas de pequenos grupos).
- Núcleo de biblioteca/centros de recursos: constituído por espaços de consulta de informação.
- Núcleo de espaços desportivos: constituído por espaços destinados à pratica de exercício físico (e.g. ginásio, campos cobertos e descobertos)
- Núcleo de espaços sociais e de convívio: constituído por espaços destinados a actividades sociais e de convívio (e.g. núcleo de alunos, sala polivalente, loja de conveniência e bar/cantina).
- Núcleo de recepção, gestão/administração e atendimento geral: constituídos por espaços de recepção, gestão/administração (secretaria) e de atendimento geral.

- Núcleo de direcção: espaços destinados à direcção da escola.
- Núcleo de docentes: espaços destinados aos docentes (e.g. sala de professores, gabinetes de trabalho, salas de reunião e áreas de atendimentos de pais e encarregados de educação).
- Núcleo de funcionários: espaços destinados aos funcionários da escola.
- Núcleo de formação de adultos e certificação de competências: espaços destinados a actividades de formação de adultos e certificação de competências.

2.3.5. Exigências funcionais dos edificios escolares

O bem-estar e o aproveitamento escolar dos alunos são, em grande parte, condicionados pelos níveis de conforto ambiente tais como: temperatura, qualidade do ar, luminosidade e cor, conforto acústico.

Podem atingir-se bons níveis de conforto ambiente apenas por processos conceptuais, pela adopção de adequadas técnicas construtivas e pela escolha de materiais apropriados, sem recorrer à instalação de equipamentos consumidores de energias não renováveis, que exigem manutenção e conservação especializadas e dispendiosas.

2.3.5.1. Implantação e orientação geográfica

A implantação dos edificios escolares deve atender ao percurso solar diário e anual, de forma a evitar o excesso de calor no Verão e a aproveitar o calor solar no Inverno. Também a concepção volumétrica do edificio deve ser estudada face às variações do percurso solar diário e ao longo do ano, de forma a evitar a criação de zonas exteriores húmidas e frias e a proporcionar o abrigo dos ventos e chuvas dominantes.

A orientação geográfica das salas de aula e dos espaços de maior permanência dos alunos deve privilegiar o quadrante Sudeste-Sul-Sudoeste. Devem reduzir-se ao mínimo as aberturas de vãos a Norte, como forma de evitar as perdas térmicas durante o Inverno e, a Poentes, para evitar a grande incidência solar durante o Verão e o decorrente sobreaquecimento [21].

Os vãos envidraçados das salas de aula devem ter protecções solares exteriores (e.g. palas horizontais ou verticais) e interiores (e.g. cortinas reguláveis e não opacas) que evitem a incidência solar directa nos planos de trabalho.

2.3.5.2. Conforto termo-higrométrico

Considera-se que um individuo está em condições de conforto termo-higrométrico quando não experimenta nenhum tipo de sensação de desconforto de ordem fisiológica, possível de lhe diminuir a sua capacidade para o desempenho as actividades, ou mesmo de lhe pôr em risco a saúde.

O conforto térmico é definido pela norma ISO-7730 [26], como “That condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment”, ou seja um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico, que varia de pessoa para pessoa. A sensação de conforto térmico depende de vários factores: ambientais (temperatura, humidade relativa e velocidade do ar) e individuais (adaptação ao ambiente, tipo de vestuário e género de actividade), sendo impossível de definir um conjunto único de condições de conforto.

O ambiente térmico no interior do edifício, como referido anteriormente, resulta de diversos factores que dependem em grande parte do comportamento térmico do edifício. Assim os edifícios escolares devem ser de construção pesada, com forte inércia térmica, devendo todas as envolventes do edifício (paredes exteriores e cobertura) serem devidamente isoladas com material apropriado [21].

Para as zonas climáticas I2 e I3, definidas pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, deve prever-se um sistema activo de aquecimento, e este deve ser projectado de acordo com o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) – Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril [24].

A renovação do ar constitui um indispensável corrector das condições ambientais, pelo que deve ser assegurada, preferencialmente por meios naturais de fácil manuseamento. Nos espaços de ensino devem prever-se vãos com folhas basculantes reguláveis, para ventilação natural, sempre que possível cruzada. Quando a ventilação natural se revelar insuficiente, podem prever-se sistemas de ventilação mecânica forçada (sistemas AVAC). Nas salas de aula devem asseguram-se três renovações de ar por hora [27].

2.3.5.3. Conforto visual

O ritmo diário da luz natural define o nosso relógio biológico. O seu ritmo sazonal influencia o nosso estado de espírito e a sua presença é necessária para grande parte dos processos biológicos. A iluminação natural, controlada por aberturas no edifício e a configuração das superfícies reflectoras, oferece um rico espectro que melhora a acuidade visual. As alterações dinâmicas da iluminação natural permitem a estimulação visual, e mantêm-nos conectados com o mundo exterior.

Todos os espaços interiores devem ter iluminação natural. Em pequenas zonas de circulação, arrumos e instalações sanitárias de adultos a iluminação natural pode ser indirecta. Nos espaços de ensino a iluminação natural deve ser preferencialmente bidireccional, sem incidência directa de raios solares nos planos de trabalho nem reflexos nos quadros. A geometria dos vãos deve propiciar a iluminação dos tectos e a penetração em profundidade da luz natural, com vista a homogeneizar o nível de iluminação nas salas [24].

A fim de se evitar a fadiga visual dos utilizadores originada, quer pela inadequação do nível de iluminação relativamente ao uso dos espaços e às actividades neles exercidas, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que gerem encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade da luz, deverão ser tidos em conta os seguintes requisitos [21]:

- Deve garantir-se a existência de iluminação natural desde que não provoque ofuscação.
- A profundidade de uma sala de aula não deve ser superior a 3 vezes a altura do vão adjacente.
- Sempre que necessário deve prever-se a existência de dispositivos de sombreamento exteriores, reflectores horizontais e atenuadores verticais ou difusores à luz solar directa.
- Todas as fachadas deverão ser generosamente abertas embora deva ser tida especial atenção num sombreamento adequado e uma especificação cuidada da térmica e radiação solar nos envidraçados.
- A iluminação zenital deve ser feita com cuidado, sendo que possível feita com envidraçados voltados para Sul, com luz projectada essencialmente difusa, protegidos adequadamente e com possibilidade de abertura para ventilação.

2.3.5.4. Conforto acústico

Um bom ambiente acústico é essencial para manter um elevado nível de satisfação e produtividade dos ocupantes do edifício. Idealmente, os espaços de ensino deveriam ser livres de ruído para evitar desconcentrações.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que estabelece o regime legal sobre a poluição sonora – Regulamento Geral do Ruído, as escolas são consideradas zonas sensíveis, pelo que não devem ser localizadas junto de vias de tráfego intenso ou de instalações que exerçam actividades ruidosas de carácter permanente. Ou seja, os edifícios escolares devem ser concebidos de forma a proporcionar aos seus utilizadores condições satisfatórias de conforto acústico, devendo ser tida em conta a sua localização em relação a fontes de ruído exteriores à escola ou provenientes do próprio recinto escolar.

A concepção e a construção dos edifícios escolares devem respeitar os requisitos acústicos regulamentados pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, com vista a melhorar as condições de qualidade da acústica desses edifícios.

O edifício escolar e os seus elementos de compartimentação devem ser concebidos e dimensionados, para que a transmissão sonora entre os locais interiores, em condições normais de utilização, não perturbe as actividades que neles se realizem [21]

Todos os espaços de ensino, a sala de alunos, o refeitório e o átrio principal, devem ser dotados, pelo menos no tecto, com revestimento de absorção acústica. As paredes devem assegurar aos locais que confinem ou separem, um isolamento sonoro satisfatório relativamente aos sons de condução aérea produzidos em locais contíguos.

Considerando a possibilidade de transmissão de ruído através da estrutura e das paredes divisórias, devem evitar-se situações de sobreposição e de contiguidade entre espaços habitual ou eventualmente ruidosos e outros que requeiram ambientes calmos e silenciosos [21].

Na escolha dos elementos construtivos e decorativos devem privilegiar-se os que oferecem absorção acústica apropriada.

2.3.6. Os principais problemas do parque escolar

As anomalias nos diversos elementos do edifício, a inadequação dos espaços para novos usos e funções e o nível de investimento público estão entre os principais problemas do actual parque escolar em Portugal.

2.3.6.1. Anomalias mais frequentes

Nos edifícios escolares, as anomalias mais frequentes referem-se aos revestimentos de paredes, pisos, escadas, tectos, coberturas em terraço, coberturas inclinadas e elementos de betão, destacando-se [28]:

- Deficiências em impermeabilização das coberturas em terraço, assim como em fixação das clarabóias, que concorrem para a existência, ainda que localizada, de infiltrações;
- Deficiências e entupimentos na drenagem de coberturas;
- Problemas em elementos de betão, com particular ênfase nas platibandas (corrosão de armaduras e descasque do betão de recobrimento);
- Deficiências de juntas de dilatação;
- Fissuração em rebocos e tintas;

- Desgaste em madeira e a perda de aderência;
- Perda de material em rebocos, sintéticos, madeira e tintas;
- Os pisos de madeira existentes nos edifícios mais antigos correspondem a situações com problemas estruturais devido a um deficiente travamento horizontal da estrutura das paredes de alvenaria para além de alguns elementos apresentam-se desligados e com deformação excessiva;
- Reduzida durabilidade de cobertura, dos vedantes de juntas e de janelas;
- Falta de robustez ao uso de componentes da construção; estores, fechaduras, dobradiças, torneiras, etc.

Nos espaços exteriores as anomalias referem-se em geral a [28]:

- Degradação e abatimento dos pavimentos;
- Deficiências de drenagem;
- Valas para canalizações mal compactadas;
- Terrenos sobranceiros não drenados;
- Taludes não fixados.

2.3.6.2. Inadequação aos novos usos e funções

A inadequação dos espaços escolares aos novos usos e funções constitui uma limitação à abertura das escolas à comunidade.

Entre as principais deficiências encontram-se:

- Falta de pavilhões gimno-desportivos ou de simples ginásios, em numerosas escolas;
- Falta de recreios cobertos, problema particularmente grave nas zonas mais húmidas;
- Falta de galerias ou corpos de ligação entre pavilhões isolados;
- Falta de galerias com dimensões que não asseguram abrigo;
- Falta de locais adequados e acções complementares de apoio à comunidade e a actividades extra-curriculares;
- Inadequação entre as salas de aula disponíveis e as áreas curriculares fixadas para a escola;
- Insuficiência de gabinetes para trabalho dos professores, isolados ou em grupo, para recepção dos encarregados de educação, para actividades especializadas;
- Falta de um anfiteatro para reuniões gerais de professores, conferências e projecções, servindo também para aulas normais.

2.3.6.3. Níveis de investimento público ao longo dos anos

O Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC) é um instrumento de política económica que abrange a maior parte da despesa de investimento da Administração Central, incluindo despesas de apoio ao investimento de sectores institucionais através de subsídios e transferências, através de sistemas de incentivos e de esquemas de colaboração com entidades exteriores à Administração Central, articulados com as Grandes Opções do Plano (GOP) e com o Quadro Comunitário de Apoio (QCA). Entre as principais fontes de financiamento encontram-se o Orçamento de Estado e os apoios comunitários. (Decreto-lei nº. 91/2001, de 20 de Agosto)

Analisando os últimos cinco anos do PIDDAC do Ministério da Educação verifica-se o financiamento varia entre os 104 milhões de euros no ano de 2007 e os 295 milhões de euros em 2010.

Tabela 2.5 – Fontes de financiamento [29] [30] [31] [32] [33]

	Financiamento Nacional	Financiamento Comunitário	Total
2007	55.000.000 €	49.497.494 €	104.497.494 €
2008	58.000.000 €	63.622.733 €	121.622.733 €
2009	85.000.000 €	118.430.568 €	203.430.568 €
2010	182.797.298 €	112.718.942 €	295.516.240 €
2011	69.701.180 €	43.815.628 €	113.516.808 €

Relativamente à estrutura do financiamento do PIDDAC verifica-se que entre 2007 e 2008 a comparticipação comunitária e nacional manteve-se equilibrada. No ano que 2009, o financiamento comunitário subiu para os 58,3% do financiamento total. A partir do ano de 2010, a comparticipação nacional ultrapassou os 60% contra os 38% do financiamento comunitário.

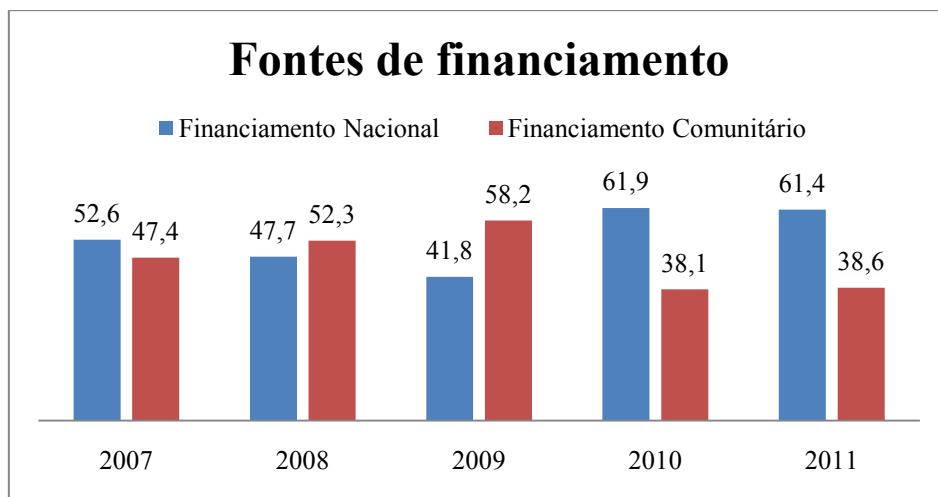


Figura 2.19 – Fontes de financiamento [29] [30] [31] [32] [33]

Evolução da despesa

Segundo o Decreto-Lei n.º 112/88, de 2 de Abril, a despesa do Estado é definida como despesa corrente e despesa de capital. As despesas correntes indicam as despesas que o Estado fez em bens consumíveis ou que se vão traduzir na compra de bens consumíveis, isto é despesas com o pessoal (remunerações certas e permanentes, abonos variáveis ou eventuais e segurança social), aquisição de bens (duração inferior a um ano) e serviços, juros, transferências correntes a distribuir a quaisquer organismos ou entidades financiar despesas correntes, e subsídios. Enquanto a despesa de capital refere-se às despesas efectuadas em bens duradouros (com duração superior a um ano) e em reembolso de empréstimos, onde se incluem aquisições de bens de capital (investimentos, locação financeira e bens de domínio público), transferências de capital de modo a financiar despesas de capital das unidades receptoras, activos e passivos financeiros.

A evolução da despesa corrente, no período de 5 anos, do Ministério da Educação sofre algumas variações. Em 2008, verifica-se uma diminuição de 4.851.578€ na despesa comparativamente ao ano de 2007. Entre 2008 e 2010, houve um aumento de 407%, passou de 3.225.651€ em 2008 para 13.130.883€ em 2010. No ano de 2011, volta a verificar-se uma diminuição da despesa para os 3.740.168€.

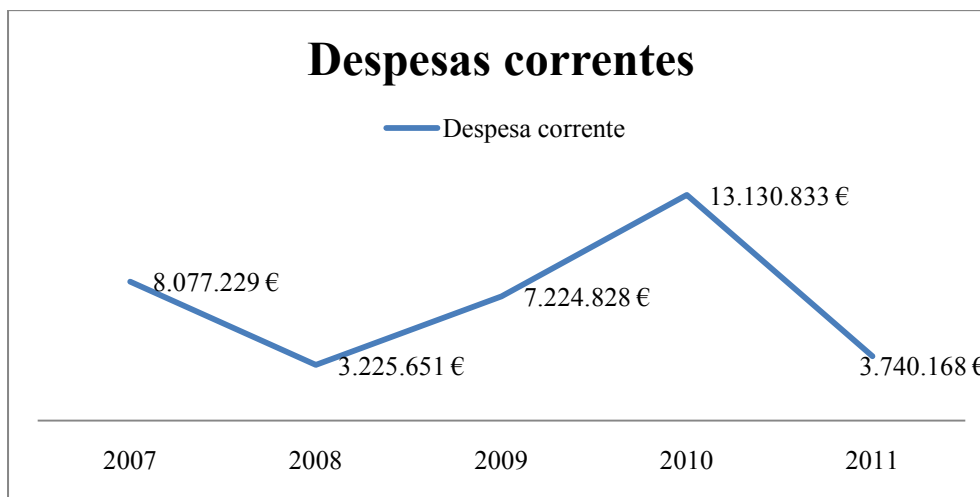


Figura 2.20 – Evolução das despesas correntes [29] [30] [31] [32] [33]

A Figura 2.21 indica a evolução da despesa de capital nos últimos 5 anos. Verifica-se que as despesas de capital sofrem um aumento gradual até atingir os 282.385.407€, em 2010. Em 2011, verifica-se uma descida da despesa, até aos 109.776.640€ em 2011.

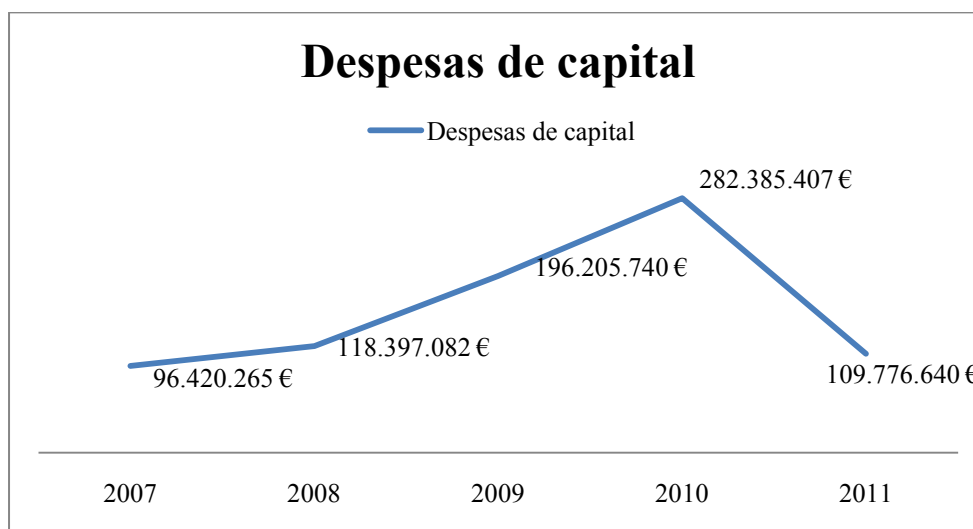


Figura 2.21 – Evolução das despesas de capital [29] [30] [31] [32] [33]

A programação financeira por área de intervenção permite analisar das despesas efectuadas na manutenção do parque escolar, isto é construção de novos edifícios, apetrechamento das instalações, conservação e remodelação do parque escolar.

Tabela 2.6 – Programação financeira por áreas de intervenção [29] [30] [31] [32] [33]

	Instalações para os Ensinos Básico e Secundário	Apetreçamento das instalações	Conservação e Remodelação do Parque Escolar
2007	37.683.069 €	11.955.140 €	19.793.170 €
2008	78.229.233 €	25.371.500 €	6.941.000 €
2009	37.722.262 €	4.483.720 €	2.360.000 €
2010	64.785.869 €	7.550.000 €	3.800.000 €
2011	22.432.269 €	1.900.000 €	2.720.000 €

As despesas associadas à manutenção do parque escolar revelam variações ao longo dos anos. O ano de 2008 foi o ano em que a despesa associada às instalações para os Ensinos Básico e Secundário, bem como o apetreçamento das instalações foi superior aos restantes anos em análise, com 78.229.233€ gastos em instalações e 25.371.500€ em apetreçamento. No ano de 2007, verificou-se o maior gasto em conservação e remodelação dos edifícios escolares, com 19.793170€ investidos.

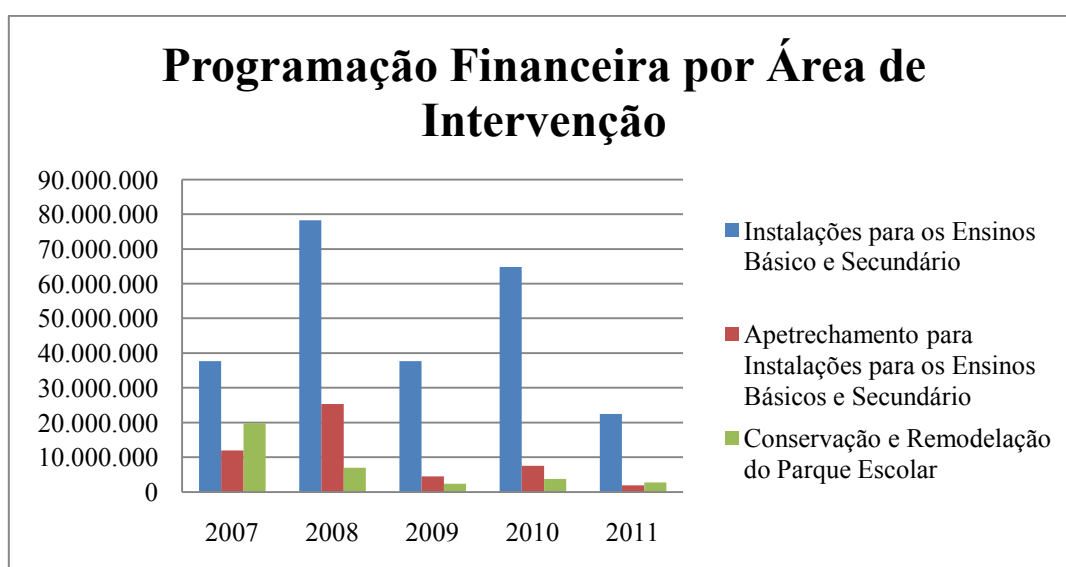


Figura 2.22 – Programação Financeira por área de intervenção [29] [30] [31] [32] [33]

Financiamento do Programa de Modernização das Escolas destinadas ao Ensino Secundário

A Parque Escolar, E.P.E. de modo a executar as intervenções de modernização do parque escolar definiu o modelo de financiamento, as fontes de financiamento e o custo total do programa.

O Programa de Modernização do Parque Escolar tem como objectivos requalificar e modernizar 332 escolas até 2015, com um investimento global estimado em 2,5 mil milhões de euros para a intervenção de 205 estabelecimentos do Ensino Secundário, entre 2007 e 2011. O financiamento do programa reparte-se por várias fontes: Estado Português através do PIDDAC, financiamento comunitário (QREN – FEDER), Banco Europeu de Investimentos (BEI), Banco de Desenvolvimento do Conselho Europeu (BDCE) e Banca de Investimento/Comercial. A tabela seguinte revela as participações de cada fonte no financiamento da modernização do parque escolar [34]:

Tabela 2.7 – Fontes de Financiamento do Programa de Modernização do Parque Escolar [34]

Fontes de Financiamento	Comparticipação
Estado – PIDDAC	15%
QREN – FEDER	14%
Banca Investimento/Comercial	20%
Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa (BDCE)	7%
Banco Europeu de Investimentos (BEI)	44%

De acordo com o plano de financiamento da Parque Escolar E.P.E., a maior parte do financiamento (71%) provém de empréstimos obtidos junto de instituições financeiras (BEI, BDCE e Banca de Investimento/Comercial), o restante resulta da integração do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário no Quadro de Referencia Estratégico Nacional (QREN) - Programa Operacional Valorização do Território (Eixo IX – Desenvolvimento do Sistema Urbano Nacional) com participação do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) e através de transferências do Estado pelo PIDDAC do Ministério da Educação [34].

De acordo com as comunicações feitas pela Parque Escolar, foram contraídos dois empréstimos ao Banco Europeu de Investimentos, um em Maio de 2009 no valor de 300 milhões de euros e outro de 600 milhões de euros, em Maio de 2010. As linhas de crédito disponibilizadas pelo Banco Europeu de Investimentos, com a garantia da República Portuguesa, têm um prazo de 20 anos,

podendo ir até aos 25 anos sob condição de prestação de nova garantia aceitável pelo BEI. A sua utilização será escalonada até ao máximo de seis prestações não inferior a 30 milhões de euros para os 300 milhões de euros concedidos e dez prestações não inferior a 50 milhões de euros no caso dos 600 milhões de euros, isto até 24 meses após a data de assinatura do contrato [35].

Em Julho de 2010, foi assinado com o Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa (BDCE) um contrato de financiamento de 250 milhões de euros por um prazo de 20 anos, com a garantia da República Portuguesa. À semelhança do financiamento por parte do BEI, a sua utilização será escalonada entre um mínimo de 5 prestações até ao máximo de 15 pedidos de desembolsos de montante não inferior a 10 milhões de euros, até Dezembro de 2012 [35].

O financiamento por parte do Estado Português insere-se na inclusão do Programa para a Modernização das Escolas na Iniciativa para o Investimento e Emprego, no valor de 300 milhões de euros, e na transferência de outros 300 milhões de euros através do PIDDAC do Ministério da Educação.

A distribuição do investimento inicial de 2,5 mil milhões de euros, em 205 escolas, é feita por 4 fases [35]:

- Fase Piloto: modernização de quatro escolas com um investimento de 61 milhões de euros;
- Fase 1: intervenções em 26 estabelecimentos, com um investimento previsto de 330 milhões de euros sendo celebrados contratos com o Programa Operacional Temático Valorização do Território (POVT) no valor de 116 milhões de euros com participação de 99 milhões de euros por parte do FEDER, concluídas em Maio de 2010;
- Fase 2: requalificação de 75 escolas, estando previsto um investimento de 841,4 milhões de euros. Do valor previsto, 360 milhões de euros provêm do POVT com participação de 234 milhões de euros do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).
- Fase 3: intervenções em 100 estabelecimentos com um volume de investimentos previsto de 1.200 milhões de euros.

3. Princípios de sustentabilidade para a intervenção nos edifícios escolares

As escolas sustentáveis respondem aos problemas relacionados com a saúde e o conforto dos ocupantes, com a eficiência energética e consumo de água e materiais, com a segurança, adaptabilidade e a facilidade de exploração e manutenção [36].

Devido à complexidade do dimensionamento de escolas sustentáveis é necessário abranger vários princípios sustentáveis para melhorar o ambiente de aprendizagem e a produtividade dos ocupantes, para além de economizar recursos. Deste modo, as escolas sustentáveis têm que ser [36]:

- Saudáveis, com boa qualidade do ar interior;
- Confortáveis termicamente, visualmente e acusticamente;
- Energeticamente eficientes;
- Eficientes a nível dos materiais;
- Eficientes no uso da água;
- Fáceis de utilização e manutenção;
- Ambientalmente responsáveis;
- Uma ferramenta de ensino;
- Seguras e protegidas;
- Agradáveis esteticamente;
- Um recurso da comunidade.

3.1. Princípios determinantes

De modo a garantir a sustentabilidade das escolas é necessário definir os princípios determinantes que permitam aumentar a produtividade dos ocupantes, reduzir os impactes ambientais e reduzir os custos utilização/manutenção.

3.1.1. Local

A escolha do local das escolas tem como objectivo a protecção dos alunos e funcionários da poluição atmosférica, minimização dos impactes no ambiente e promover a integração da comunidade. Permite também o desenvolvimento de determinadas áreas centrais do aglomerado urbano, utilizando infra-estruturas existentes e preservando os habitats naturais e os recursos da zona de implantação do estabelecimento de ensino [37].

A escolha do local de implantação terá de obedecer a vários critérios:

Tabela 3.1 – Critérios de selecção [37]

Local	Conformidade com a legislação
	Zonas ambientalmente sensíveis
	Localização central
	Uso repartido das instalações
	Uso repartido dos parques
	Pegada ambiental reduzida

3.1.2. Materiais

A gestão cuidada dos materiais engloba a reciclagem, gestão dos resíduos da construção, requalificação do edifício e uso de matérias sustentáveis. Tendo como objectivo a redução da quantidade de resíduos sólidos depositados em aterros depois de a escola ser construída, redução da quantidade de resíduos de construção e demolição depositados em aterros, aumentar o ciclo de vida do edifício e dos materiais existentes e o aumento do uso e da procura de materiais sustentáveis [37].

A escolha dos materiais, de modo a garantir a sustentabilidade da construção de escolas, tem que respeitar os seguintes requisitos:

Tabela 3.2 – Critérios de selecção [37]

Materiais	Reciclagem	Armazenamento e recolha de materiais recicláveis
	Gestão de resíduos da construção	Redução de resíduos de construção
		Plano de gestão de resíduos de construção
	Requalificação dos edifícios existentes	Reutilização da estrutura e aspecto exterior
		Reutilização de elementos interiores não-estruturais
	Materiais sustentáveis	Utilização de materiais sustentáveis
		Utilização de materiais renováveis e orgânicos
		Madeira certificada
		Materiais recuperáveis

3.1.3. Energia

A redução dos impactes ambientais e o aumento dos custos operacionais associados ao uso excessivo de energia, e a verificação que os elementos e sistemas construtivos fundamentais são dimensionados, instalados e calibrados para operar como planeados, de modo a otimizar o desempenho energético do estabelecimento escolar ao longo do tempo são objectivos do princípio sustentável da energia. Estes objectivos são atingidos através da melhoria da eficiência energética, uso de fontes de energia alternativas, e monitorização e formação relativamente aos sistemas de energia dos edifícios [37].

A redução do consumo de energia dos estabelecimentos escolares terá que ter em conta as seguintes estratégias:

Tabela 3.3 – Critérios de selecção [37]

Energia	Eficiência energética	Requisitos mínimos de desempenho
		Melhoramento do desempenho energético
		Conservação de energia
		Ventilação natural
		Sistemas de gestão de energia
	Fontes de energia alternativas	Utilização de fontes de energia renováveis
	Monitorização e formação	Instalação dos sistemas energéticos
		Certificação dos sistemas energéticos

3.1.4. Água

O dimensionamento das escolas sustentáveis deve garantir que o uso da água é mantido a um nível reduzido, não apenas pela poupança de água mas também pela conservação de um recurso valioso. Deste modo, as escolas devem evitar o uso excessivo da água potável para a manutenção de espaços exteriores e reduzir os desperdícios dos equipamentos instalados nos edifícios. Maximizar a eficiência hídrica nas escolas vai reduzir a carga sobre o abastecimento de água potável e sistemas de águas residuais [37].

O consumo de água potável nos estabelecimentos escolares terá que ter em conta todos os espaços associados ao edifício escolar, a Tabela 3.4 apresenta indica estratégias que permitem reduzir o consumo de água.

Tabela 3.4 – Critérios de selecção [37]

Água	Espaços exteriores	Redução do uso de água potável
	Espaços interiores	Redução do uso de água na condução de esgotos sanitários
		Redução do uso de água dos equipamentos interiores
	Eficiência hídrica	Sistemas de gestão de água
		Criação de orçamentos para o uso de água
		Aproveitamento de águas residuais

3.1.5. Qualidade do ar

Um dos requisitos das escolas sustentáveis é assegurar uma ventilação adequada, proporcionando uma boa qualidade do ar interior, que proteja a saúde dos ocupantes, aumente o desempenho e assiduidade. A inclusão de sistemas de ventilação do edifício deve ser assegurado para permitir o fornecimento contínuo de ar externo para que a ventilação ocorra em todos os espaços de ensino [37].

De modo, a assegurar uma boa qualidade do ar interior deve ser feita um estudo referente à localização das entradas de ar, composição dos materiais, susceptibilidade de materiais à humidade, protecção dos sistemas de climatização de poeiras e detritos.

A Tabela 3.5 apresenta os factores a ter em conta na melhoria da qualidade do ar interior.

Tabela 3.5 – Critérios de selecção [37]

Qualidade do ar	Espaços	Adequação espacial dos compartimentos e organização funcional
	Sistemas de Ventilação	Ventilação Natural
		Sistemas mecânicos de ventilação
	Seleção de materiais e equipamentos	Materiais com baixas emissões de gases nocivos
		Materiais com baixa produção de resíduos e odores
		Equipamentos com produção mínima de resíduos

3.1.6. Iluminação natural

Os edifícios escolares devem maximizar o uso de iluminação natural, não só para reduzir encargos com a iluminação artificial, mas também para melhorar a produtividade do aluno. A produtividade dos ocupantes pode ser melhorada através de projectos que melhorem a iluminação natural e minimizem o brilho e difusão da luz nas salas de aula. A iluminação deve poder estabelecer uma conexão entre os espaços interiores e o ambiente ao ar livre, proporcionando vistas para o exterior do edifício [37].

A iluminação natural deve ter em conta os seguintes critérios:

Tabela 3.6 – Critérios de selecção [37]

Iluminação natural	Iluminação natural	Redução de custos com a iluminação artificial
		Maximização da luz natural
	Acesso ao exterior	Conexão visual com o exterior

3.1.7. Acústica

O conforto acústico é influenciado pela configuração dos espaços e pelo sistema construtivo adoptado nos edifícios. As escolas devem ser concebidas de forma a proporcionar condições satisfatórias de conforto acústico, devendo ser tida em conta a sua localização em relação a fontes de ruídos exteriores à escola ou provenientes do próprio recinto escolar, para além da inclusão do revestimento acústico, de forma a minimizar ruídos aéreos e de percussão [37].

De modo a melhorar o desempenho acústico é necessário ter em conta os seguintes critérios:

Tabela 3.7 – Critérios de selecção [37]

Acústica	Desempenho acústico	Definição de um nível mínimo de desempenho acústico
		Definição níveis máximos de ruído
	Redução da poluição sonora	Eliminação das fontes de poluição

3.1.8. Conforto térmico

A inclusão do conforto na concepção de uma escola sustentável implica ter o adequado aquecimento e refrigeração e capacidade de ventilação para proporcionar a sensação de conforto térmico aos ocupantes, com a possibilidade de controlo da temperatura e ventilação para promover a saúde, produtividade e as condições de conforto. No entanto, isto não significa que os sistemas de aquecimento, ventilação e de climatização sejam sobre dimensionados, os equipamentos devem ser dimensionados de acordo com as exigências, caso contrario haveria um aumento substancial do consumo de energia [37].

De modo a atingir o conforto térmico é recomendável cumprir a seguinte norma:

Tabela 3.8 – Critérios de selecção [37]

Conforto térmico	Cumprimento da norma ISO - 7730	Temperatura
		Humidade relativa
		Velocidade do ar
		Actividade
		Vestuário
		Resposta psicológica

3.2. Processo operativo aplicável à construção de edifícios escolares

A aplicação do processo operativo à construção de estabelecimentos escolares permite aplicar os princípios do desenvolvimento sustentável ao longo das diferentes fases do ciclo de construção dos edifícios. O processo operativo desenvolve-se em cinco fases de intervenção (Planeamento, Projecto, Construção, Utilização/Exploração e Manutenção), de modo a tornar o processo mais eficiente é necessário uma constante monitorização em todas as suas fases.

A Tabela 3.9 apresenta diversas estratégias que podem assegurar a sustentabilidade da construção escolar.

Tabela 3.9 – Metodologia do processo de construção sustentável (adaptado de Amado, 2007)

Fases de Intervenção	Medidas de intervenção
Planeamento	Definição dos fins em termos de uso
	Avaliação do conforto ambiental ambicionado
	Definição do nível de eficiência energética pretendido
Projecto	Estudo do local de implantação do estabelecimento escolar
	Estudo do tipo de materiais a utilizar
	Estudo da gestão dos resíduos da construção
	Estudo de estratégias que permitam atingir a eficiência energética definida anteriormente
	Estudo de soluções que permitam um consumo sustentável de água potável
	Estudo dos níveis de ruído
	Estudo sobre o conforto térmico
	Definição do sistema construtivo
	Estimativa da qualidade do ar interior
	Elaboração de projecto de execução detalhado e compatibilizado
Construção	Elaboração de plano de qualidade
	Redução do impacte ambiental dos trabalhos de construção
	Controlo/optimização de materiais
	Estudo de soluções alternativas ao sistema construtivo que mantenham a sustentabilidade do projecto
	Implementação de normas de segurança, higiene e saúde no trabalho
	Instalação de equipamentos de acordo com as especificações dos mesmos
Utilização/Exploração	Elaboração de manual de utilização dos edifícios
	Elaboração da lista de materiais, equipamentos e fornecedores
	Controlo do uso dos espaços
Manutenção	Elaboração de manuais de procedimentos de manutenção
	Realização de acções correctivas pontuais
	Manutenções periódicas aos equipamentos
Monitorização	Elaboração de fichas de critérios de implementação
	Avaliação da eficiência em todas as fases de intervenção
	Identificação e correcção de desvios dos níveis de conforto e eficiência pretendidos

A fase do Planeamento visa delinear os objectivos a atingir, de modo a garantir a sustentabilidade dos edifícios escolares, através da definição concreta dos usos, do conforto ambiental pretendido e do nível de eficiência energética.

Na fase de Projecto são efectuados diversos estudos sobre os factores fundamentais – energia, água, qualidade do ar, iluminação, utilização e ruído – com o objectivo de conceber uma solução construtiva que permita atingir os objectivos estabelecidos na fase de planeamento.

É na fase da Construção que as estratégias e soluções construtivas adoptadas anteriormente se concretizam, através da elaboração de um plano de qualidade, redução do impacte ambiental, de um controlo/optimização de recursos e da execução de pormenores construtivos ou instalação de equipamentos de acordo com as suas especificações.

A fase da Utilização/Exploração procura estabelecer processos de regulação dos usos e funções na utilização dos edifícios escolares, através de manuais de utilização e de materiais.

Na fase da Manutenção são definidas estratégias que mantenham ou melhorem a eficiência e conforto ambiental no interior do edifício escolar ao longo do seu ciclo de vida.

A Monitorização permite uma avaliação e controlo mais eficaz do processo de construção sustentável de edifícios escolares, em todas as suas etapas, desde o planeamento à sua manutenção, ou seja, a monitorização é um processo sistemático que procura garantir que todas as soluções construtivas, e equipamentos estão de acordo com o caderno de encargos e objectivos propostos no início do processo da construção do edifício.

4. Factores determinantes para a construção de edifícios escolares

Ao longo desta dissertação foi efectuado um estudo detalhado sobre as escolas portuguesas onde se analisaram as exigências funcionais dos estabelecimentos escolares, as tipologias do parque escolar português ao longo do tempo, os principais problemas das escolas portuguesas. Foi feita também uma análise sobre a construção e o desenvolvimento sustentável, princípios de sustentabilidade dos edifícios escolares e o processo operativo da construção sustentável aplicável às escolas. Tendo-se reunido um conjunto alargado de informações é possível proceder a uma identificação de quais os factores determinantes para a construção sustentável de edifícios escolares.

4.1. Selecção dos factores

Para uma selecção de factores determinantes para a construção sustentável de edifícios escolares tem que se ter em consideração o bem-estar e o aproveitamento dos ocupantes do edifício como questão fulcral. Deste modo, a melhoria das condições de conforto dos utilizadores pode ser atingida através da utilização dos seguintes factores:

- Iluminação natural;
- Acústica;
- Qualidade do ar;
- Conforto térmico;

A escolha destes factores tem como objectivo a melhoria das condições aproveitamento e produtividade escolar dos alunos; melhoria do conforto térmico, visual e acústico; melhoria da eficiência energética; redução de custos operacionais e de impactes ambientais.

O acesso à iluminação natural é um dos principais factores para a construção de escolas sustentáveis, é uma fonte de luz de grande qualidade para tarefas visuais, realçando a cor e aparência dos objectos. O dimensionamento adequado das aberturas para a iluminação natural permite a redução dos custos operacionais relacionados com a diminuição da utilização de iluminação eléctrica e consequente uso de sistemas de climatização devido ao calor residual proveniente do sistema de iluminação artificial.

O aumento do conforto acústico tem como objectivo reduzir o stress, aumentar a concentração e favorecer a aprendizagem dos alunos, ou seja, a melhoria das condições acústicas dos espaços escolares permite melhorar a experiência de aprendizagem para os alunos e professores. As principais fontes de ruído nos estabelecimentos escolares provêm de fontes externas à escola (e.g. tráfego de

veículos, estabelecimentos nas proximidades), fontes da escola (e.g. ruídos provocados pela circulação em corredores) e fontes internas (e.g. sistemas mecânicos, ruído provocado no interior da sala de aula).

A qualidade do ar interior é um factor crítico para a saúde e aproveitamento dos ocupantes da escola. As escolas sustentáveis devem proporcionar uma boa qualidade do ar através da eliminação e controlo das fontes de contaminação, adequação da ventilação de preferência natural, prevenção do aparecimento de humidade e implementação de procedimentos eficazes de operação e manutenção.

O conforto térmico é outro dos factores determinantes para a construção de edifícios sustentáveis, visto que tem influência no aproveitamento dos ocupantes e nos custos relacionados com a energia dos estabelecimentos escolares. Os espaços que não estejam dentro da zona de conforto reduzem o período de concentração do utilizador e limitam a sua produtividade. O conforto térmico está relacionado principalmente com a temperatura e a humidade relativa num espaço, mas a velocidade do ar e a temperaturas das superfícies também desempenham um papel importante na manutenção do conforto. As escolas sustentáveis devem garantir que os espaços de ensino e os sistemas de ventilação (natural ou mecânica) são correctamente dimensionados para permitir que a temperatura e os níveis de humidade relativa se mantenham dentro dos limites da zona de conforto, definida por Fanger, em todos os pontos do espaço.

4.2. Fases de aplicação

A aplicação de um processo operativo à construção sustentável de escolas permite maximizar os benefícios associados dos factores enunciados anteriormente e permite ainda uma definição eficaz das estratégias a adoptar de cada um dos critérios durante as fases de Projecto, Construção e Utilização/Manutenção.

4.2.1. Projecto

Grande parte da sustentabilidade do edificio escolar é garantida na fase de Projecto, visto que é onde se efectua o estudo dos vários factores e enquadra as várias soluções construtivas nos princípios de sustentabilidade.

As Tabelas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 apresentam as medidas, enquadradas nos factores determinantes definidos anteriormente, que devem ser aplicadas durante a fase de Projecto de edificios escolares.

Tabela 4.1 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Iluminação natural) [38] [39]

Iluminação Natural	Considerar estratégias de sombreamento pelo interior (e.g. cortinas, estore veneziano, ou estores de lâminas) exterior (e.g. palas fixas horizontais, árvores de dimensão adequada)
	Utilizar ferramentas de análise de iluminação para maximizar o uso da iluminação natural
	Correcto dimensionamento dos vãos envidraçados, de modo a permitir a penetração da luz
	Ter em conta a quantidade de luz solar a entrar, no dimensionamento da iluminação artificial
	Definição da orientação do edifício, de forma a evitar a ofuscação
	Dimensionamento e definição da localização de clarabóias e/ou tubos de luz solar

Tabela 4.2 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto (Acústica) [38] [40]

Acústica	Definição da orientação, forma do volume dos edifícios
	Estudo do uso de barreiras acústicas externas (e.g. edifícios, vedações, características topográficas)
	Determinação dos níveis apropriados de ruído e tempos de reverberação para as diferentes actividades e tipos de espaços
	Consideração das necessidades educativas especiais dos alunos
	Considerar isolamento acústico no contacto com o exterior, tendo em atenção as aberturas de ventilação
	Considerar isolamento acústico na envolvente dos espaços lectivos (i.e. tectos, paredes divisórias)
	Planeamento da disposição dos espaços escolares, separando aos espaços “calmos” dos espaços ruidosos
	Definição do limite de transmissão de ruído do exterior para o interior e entre espaços lectivos
	Estudo dos níveis de ruído, considerando volume, forma e propriedades acústicas das superfícies dos espaços lectivos

Tabela 4.3 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto

(Qualidade do Ar) [38] [41]

Qualidade do Ar	Estudo de materiais com baixas emissões de gases nocivos produção de resíduos
	Estudo de técnicas que reduzam a entrada de resíduos no edifício
	Definição do tipo de ventilação (natural ou mecânica), preferencialmente natural, para arrefecimento e renovação do ar
	Definição dos sistemas de ventilação natural mais eficientes
	Garantir ventilação em todos os espaços lectivos
	Dimensionar os sistemas de ventilação para manter a humidade relativa constante
	Adequação dos espaços de acordo com o número de ocupantes e usos

Tabela 4.4 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de projecto

(Conforto Térmico) [38] [42]

Conforto Térmico	Análise de sistemas construtivos com forte inércia térmica
	Determinação do nível de eficiência térmica pretendido para o edifício
	Assegurar caudal e velocidade de renovação do ar
	Considerar sistemas de monitorização de temperatura e humidade
	Analisar as características do espaços e esquemas de distribuição sistemas de climatização, para assegurar que todas os locais do espaço recebem uma adequada ventilação
	Analisar a colocação de janelas ou clarabóias, de forma a evitar o aparecimento de “hot spots” provenientes de incidência de luz solar
	Estudo dos sistemas de ventilação para arrefecimento e renovação do ar

A proposta das orientações relativas à Iluminação Natural durante a fase de Projecto tem como objectivo primordial aproveitar a luz solar como fonte de iluminação do espaço de ensino. Para isso as orientações propostas incidem principalmente no dimensionamento dos edifícios.

As orientações para melhorar o comportamento acústico do edifício escolar, durante a fase de Projecto, envolvem a definição dos níveis de ruído e dimensionamento do espaço lectivo e do edifício.

As orientações definidas para a Qualidade do Ar, na fase de Projecto, visam a melhoria da qualidade do ar interior através da adopção e dimensionamento de sistemas ventilação natural, bem como da adequação dos espaços lectivos de acordo com o número de ocupantes.

A melhoria do Conforto Térmico, na fase de Projecto, pode ser conseguida através da definição dos níveis de eficiência térmica e do correcto dimensionamento dos sistemas de climatização.

4.2.2. Construção

A fase da Construção vai permitir a concretização das estratégias e soluções definidas anteriormente. As Tabelas 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 apresentam uma série de medidas a aplicar durante esta fase.

Tabela 4.5 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção

(Iluminação natural) [38] [39]

Iluminação Natural	Optimização do processo tecnológico da construção e rigoroso controlo de execução
	Instalação de vários controlos que desligam as luzes quando existe luz solar suficiente
	Execução dos vãos envidraçados e clarabóias segundo as indicações do projecto

Tabela 4.6 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção

(Acústica) [38] [40]

Acústica	Optimização do processo tecnológico da construção e rigoroso controlo de execução
	Elaboração de um plano de qualidade de obra que minimize os impactes provocados pelo ruído
	Execução do isolamento acústico de acordo com o projecto
	Adopção de materiais de acabamento e revestimento das superfícies segundo o desempenho acústico
	Minimização do ruído de fundo dos sistemas de climatização

Tabela 4.7 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção

(Qualidade do Ar) [38] [41]

Qualidade do Ar	Optimização do processo tecnológico da construção e rigoroso controlo de execução
	Seleção de materiais e equipamentos minimizando a produção de resíduos e poluição
	Garantir que a ventilação é distribuída por todos os espaços lectivos de uma forma eficiente
	Sistemas autónomos de admissão de ar
	Elaboração de um plano de qualidade do ar na fase de obra

Tabela 4.8 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de construção

(Conforto Térmico) [38] [42]

Conforto Térmico	Optimização do processo tecnológico da construção e rigoroso controlo de execução
	Instalação de controlos em casa sala de modo a dar acesso ao professor para controlar o conforto térmico
	Execução do isolamento térmico no contacto com o exterior

A sustentabilidade dos edifícios, durante a fase de Construção, pode ser conseguida através de orientações que permitam uma optimização dos processos tecnológicos, rigoroso controlo de execução e da adopção de um plano de qualidade de obra.

4.2.3. Utilização/Manutenção

As fases de Utilização/Manutenção desencadeiam medidas que permitem assegurar o bom funcionamento do edifício escolar, bem como o prolongamento da vida útil do mesmo.

As seguintes Tabelas 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, apresentam diversas estratégias durante as fases de Utilização/Manutenção que se enquadram nos factores determinantes definidos.

Tabela 4.9 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção
(Iluminação Natural) [38] [39]

Iluminação Natural	Elaboração de manual de acções de manutenção dos sistemas de iluminação
	Manutenção regular dos sistemas de iluminação
	Acções de formação relativamente aos sistemas de iluminação
	Regulação dos sistemas de protecção solar face aos períodos de maior radiação
	Adequação do mobiliário, de modo a tirar partido da iluminação natural

Tabela 4.10 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção
(Acústica) [38] [40]

Acústica	Redução do tempo de reverberação no interior do espaço lectivo
	Adequação dos espaços de acordo com o fim e uso previsto em projecto
	Eliminação das fontes de ruído no estabelecimento escolar

Tabela 4.11 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção

(Qualidade do Ar) [38] [41]

Qualidade do Ar	Elaboração de manual de acções de manutenção da qualidade do ar
	Manutenção regular dos sistemas de ventilação
	Instalação de sensores de CO ₂ em grandes espaços lectivos para uma monitorização em tempo real
	Redução no uso de materiais de limpeza tóxicos
	Acções de formação relativamente aos sistemas de ventilação
	Regulação e monitorização do caudal de ventilação natural segundo as épocas do ano e períodos do dia

Tabela 4.12 – Estratégias de intervenção a aplicar na fase de Utilização/Manutenção

(Conforto Térmico) [38] [42]

Conforto Térmico	Elaboração de manual de acções de manutenção dos sistemas de conforto térmico
	Manutenção regular dos sistemas de climatização
	Acções de formação relativamente aos sistemas de climatização
	Regulação e monitorização da temperatura segundo as épocas do ano e períodos do dia

As orientações definidas para a Iluminação Natural, Acústica, Qualidade do Ar e Conforto Térmico, durante a fase de Utilização/Manutenção, têm como objectivo prolongar o funcionamento do edifício escolar. A adequação dos espaços de acordo com o fim e uso previsto, manutenção preventiva dos sistemas que integram os edifícios escolares, elaboração de manuais de funcionamento e acções de formação são as principais orientações que permitem atingir o objectivo proposto.

5. Conclusões

5.1. Conclusão

A presente dissertação procurou aprofundar o tema da construção sustentável de edifícios escolares, investigando quais os factores determinantes que contribuem para a sustentabilidade do processo da construção sustentável.

A construção sustentável é um conceito que se desenvolveu tendo por base os princípios do desenvolvimento sustentável. A introdução destes princípios na construção permitiu tornar evidente a possibilidade de redução do consumo de recursos tendo-se tornado ainda na resposta às preocupações de carácter ambiental e social, durante todo o ciclo de vida dos edifícios. De modo a avaliar a efectiva sustentabilidade da construção, tem vindo a surgir diversos sistemas de avaliação e certificação por todo o mundo que tem permitido reforçar as vantagens da construção sustentável.

A notória evolução das tipologias do parque escolar português contribuiu para a melhoria das condições de conforto, de saúde dos ocupantes e de aprendizagem, bem como a abertura das escolas à comunidade exterior. Foi um processo demorado que se iniciou no século XIX e que agora continua e através do qual se procura constantemente melhorar as condições de aprendizagem e de produtividade dos alunos na sua preparação para os desafios futuros.

A definição de um processo operativo para a construção de edifícios escolares possibilita a criação de soluções, em todas as fases do ciclo de vida do edifício escolar, que vão de encontro aos princípios de sustentabilidade, dando a conhecer os pontos fortes e fracos, bem como as oportunidades de cada um dos princípios.

O estudo efectuado sobre as escolas portuguesas onde se analisaram as exigências funcionais, as tipologias e os principais problemas do parque escolar, em conjunto com a construção sustentável e os seus princípios de sustentabilidade permitiram reunir de um conjunto de informações que identificam quais os factores determinantes para a construção sustentável de escolas. Neste sentido, o conjunto de princípios determinantes definidos para a construção sustentável de edifícios escolares – Iluminação, Acústica, Qualidade de Ar e Conforto Térmico – permitem a melhoria das condições de conforto, saúde e aprendizagem dos ocupantes com menor consumo de recursos conseguida através da adopção de diversas orientações ao longo do ciclo de vida do edifício.

5.2. Desenvolvimentos futuros

O desenvolvimento do presente trabalho abre perspectivas para outros estudos, de modo a completar o presente.

Com a contribuição desenvolvida na temática da construção sustentável de escolas, poderão surgir estudos que apurem a viabilidade económica dos estabelecimentos escolares sustentáveis relativamente às escolas tradicionais, ou seja, aferir o custo das estratégias sustentáveis relativamente às estratégias construtivas convencionais.

Com a definição dos princípios de sustentabilidade de edifícios escolares seria importante estudar a aplicabilidade dos conceitos de construção sustentável nos países em vias desenvolvimento e analisar quais os princípios que mais se adequariam à nova realidade.

A elaboração de estudos de avaliação de desempenho ambiental que permitam determinar o nível de desempenho do edifício, relativamente às orientações adoptadas para o ciclo de vida do edifício escolar, traria um contributo significativo no desenvolvimento da temática da construção sustentável de edifícios escolares.

6. Bibliografia

- [1] Brundtland, G. (1987). *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford, Oxford University Press.
- [2] Mateus, R. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil*, Universidade do Minho.
- [3] Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Amadora.
- [4] Kibert, C. J. (1994). Principles of Sustainable Construction, in proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction, 6-9 November, Tampa, Florida, USA, pp. 1-9.
- [5] CIB - Conseil International du Bâtiment (1998). *Sustainable development and the future of construction*. CIB Publication 225, 32 p. Rotterdam, Holland.
- [6] Kibert, C. J. (2008). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. Second Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Amado, M. P., Pinto, A. J., Santos, C.V., Cruz, A., (2007). *The Sustainable Building Process*, in CD: Ron Wakefield (eds.): RMIT University, Australia, pp. 65
- [8] Cole, R. (2003). Building Environmental Assessment Methods: a Measure of Success. *The future of Sustainable Construction*
- [9] BREEAM (2009). *BRE Environmental & Sustainability Standard*. Acedido em 06 de Junho de 2011, em: http://www.breeam.org/filelibrary/BES5053-3_0_BREEAM_Healthcare1_2008.pdf
- [10] Cole, R., Larsson, N. (2002). *GBTool User Manual*. Acedido em 06 de Junho de 2011, em: http://www.iisbe.org/down/gbc2005/GBC2k2/GBC2k2_Manual_A4.pdf
- [11] Pinheiro, M. D., et al. (2010). *LiderA, Sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos*. Acedido em: 06 de Junho de 2011, em: http://www.lidera.info/resources/LiderA_apresentacao_sumaria_2011_v1.pdf
- [12] *Green Building Benefits*. Acedido em: 08 de Maio de 2011, em: <http://bloomington.in.gov/green-building-benefits>
- [13] Morris, T. *Disadvantages of Green Building*. Acedido em: 08 de Maio de 2011, em: http://www.ehow.com/facts_4926075_disadvantages-green-building.html
- [14] Kennedy, M.I. (1979). *Building community schools: an analysis of experiences*, Unesco
- [15] LNEC (1993). *Exigências funcionais e construtivas para edifícios escolares – Documento I*. Departamento de Edifícios: Nucleo de Processos de Construção. Lisboa
- [16] Ferreira, H. (2003). *A evolução da escola preparatória – o conceito e componentes curriculares*. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

- [17] Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação (2009). *50 Anos de estatísticas da Educação, Vol I,II, III*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa
- [18] Beja, F., Serra, J., Machás, E., & Saldanha, I. (1990). *Muitos anos de escolas: edifícios para o ensino infantil e primário até 1941 (vol. 1)*. Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral de Administração Escolar.
- [19] Ministério de Instrução Pública (1914). *Normas Técnicas, Higiénicas e Pedagógicas*, Lisboa
- [20] Beja, F., Serra, J., Machás, E., & Saldanha, I. (1996). *Muitos anos de escolas: edifícios para o ensino infantil e primário, anos 40 – anos 70 (vol. 2)*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Gestão de Recursos Educativos. Lisboa
- [21] Parque Escolar (2009). *Manual de Projecto: Arquitectura*, Lisboa. Acedido em: 06 de Junho de 2011 em: <http://www.parque-escolar.pt/pt-manual-projectos-arquitectura.php>
- [22] Silva, M. (2007). *Ensino individualizado e escolas de área aberta em Portugal*. Tese de Mestrado em Ciências da Educação. Departamento de Ciências da Educação – Universidade de Aveiro, Aveiro. 145 pp.
- [23] Direcção-Geral das Construções Escolares (1970). *Projecto normalizado de escolas primárias - P3*. DGCE. Lisboa.
- [24] Direcção-Geral de Administração Escolar (1992). *Escolas para crianças dos 6 aos 10 anos: indicações para concepção e construção de instalações para o ensino básico 1º Ciclo*. Ministério da Educação.
- [25] Afonso, C. e Lopes, M. (1995). *O Estado do Parque Escolar, Ensaio de Caracterização*. DEP GEP, ME.
- [26] ISO 7730 (1994). *Moderate thermal environments- determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. ISO, Geneva.
- [27] Statutory Instruments (1999). *The Education (School Premises) Regulations 1999 No. 2*. Department for Education and Employment. The Stationery Office. London.
- [28] Parque Escolar. (2010). *Modernização das Escolas com Ensino Secundário - Programa de Concurso*.
- [29] Gabinete de Gestão Financeira (2006). *PIDDAC 2007*. Ministério da Educação. Lisboa
- [30] Gabinete de Gestão Financeira (2007). *PIDDAC 2008*. Ministério da Educação. Lisboa
- [31] Gabinete de Gestão Financeira (2008). *PIDDAC 2009*. Ministério da Educação. Lisboa
- [32] Gabinete de Gestão Financeira (2010). *PIDDAC 2010*. Ministério da Educação. Lisboa
- [33] Gabinete de Gestão Financeira (2010). *PIDDAC 2011*. Ministério da Educação. Lisboa

- [34] *Modelos de Financiamento*. Acedido em: 18 de Maio de 2011, em: <http://www.parque-escolar.pt/m-modelos-financiamento.php>
- [35] *Comunicados de Imprensa*. Acedido em: 18 de Maio de 2011, em: <http://www.parque-escolar.pt/imprensa-comunicados.php>
- [36] California Energy Commission (2003). *Commission Report: Recommended Best Design Practices for all New Public Schools*, California.
- [37] Collaborative for High Performance Schools (2009). *California Criteria for High Performance Schools: Best Practices Manual, Volume III*, California.
- [38] Collaborative for High Performance Schools (2006). *California Criteria for High Performance Schools: Best Practices Manual, Volume II*, California.
- [39] Building Bulletin 90 (1999). *Lighting Design for Schools*. Department for Education and Employment, London.
- [40] Building Bulletin 93 (2003). *Acoustic Design of Schools; A Design Guide*. Architects and Building Branch, London.
- [41] Building Bulletin 101 (2006). *Ventilation of Schools Buildings – Version 1.4*. Department of Education and Skills, London.
- [42] Scottish Executive (2007). *School Design: Optimising the Internal Environment – Building our Future: Scotland's School Estate*. RR Donnelley, Edinburgh.
- [43] Bernardino, P. (2003). *Reabilitação térmica de edifícios: ensaio de aplicação a escolas do 1º Ciclo da cidade de Lisboa* - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- [44] Carvalho, L. (1983). *Gestão de energia nos edifícios escolares na satisfação das exigências de conforto visual*. Ministério da Habitação, Obras Públicas e Transportes, Lisboa.
- [45] Garrido, J. (2008). *Sistemas Energéticos para o Sector Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação*. - Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- [46] Limão, A. (2007). *Seleção e Avaliação de Soluções Sustentáveis na Construção*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

[47] Gabinete de Estudos e Planeamento (1990). *Indicadores de Custos das Infra-estruturas para o Ensino Básico e Secundário*. Ministério da Educação.

[48] Santos, R. (1989). *Avaliação da qualidade Térmica de projectos de edifícios de Habitação*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

[49] Viegas, J. (1995). *Ventilação Natural de Edifícios de Habitação*, CED 4, LNEC, Lisboa.

[50] Arquitectura, *A Escola-Piloto de Mem-Martins*. Revista de Arte e Construção n.º 98/1967