

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

**CAMILA DE MORAES SARMENTO DIONISIO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA EM UMA OBRA  
INDUSTRIAL EM CURITIBA**

**CURITIBA  
2012**

**CAMILA DE MORAES SARMENTO DIONISIO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA EM UMA OBRA  
INDUSTRIAL EM CURITIBA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Gerenciamento de Obras (GEOB), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Matoski

**CURITIBA  
2012**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**CAMILA DE MORAES SARMENTO DIONISIO**

### **ANÁLISE COMPARATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA EM UMA OBRA INDUSTRIAL EM CURITIBA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Gerenciamento de Obras (GEOB), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras.

#### **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

---

---

Curitiba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

*Albert Einstein*

Dedico este estudo a minha família,  
Aos meus amigos,  
Aos meus professores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, por seu apoio incondicional nessa jornada de preparação e execução deste trabalho.

Ao meu Orientador Professor Dr. Adalberto Matoski por sua atenção, presteza e competência nos seus atendimentos, fundamentais para que este trabalho fosse construído, passo a passo, com tranquilidade até sua finalização.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Gerenciamento de Obras (GEOB/2011), que com seus ensinamentos possibilitaram ampliar minha visão sobre o gerenciamento de obras, permitindo assim um melhor aperfeiçoamento profissional.

## RESUMO

O presente trabalho faz uma análise comparativa quanto à sustentabilidade econômica de uma obra situada na região metropolitana de Curitiba com 38.407,00m<sup>2</sup> considerando para efeito de cálculo e comparativos a metragem de 2.620,00m<sup>2</sup> de alvenaria em bloco de concreto de vedação. O objetivo do trabalho é realizar um comparativo entre os blocos cerâmicos e o de concreto para identificar qual dos blocos possui um desempenho melhor quanto ao custo e produtividade de mão de obra, custo total da obra, desperdício de material e materiais de composição dos blocos. Para efeito comparativo adotou-se os consumos com base na tabela TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos) e juntamente foram analisados os dados coletados na obra industrial que utilizou o bloco de concreto como alvenaria de vedação. Ao final da análise de simulação da obra em bloco cerâmico foi possível verificar como resultado, os valores gastos em cada etapa da obra permitindo assim, concluir que o bloco mais economicamente sustentável é o bloco de concreto.

**Palavras-chaves:** Bloco de Concreto. Bloco Cerâmico. Sustentabilidade. Economia.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Resistência à compressão.....	32
TABELA 2 -	Dimensões dos blocos.....	33
TABELA 3 -	Dimensões dos blocos.....	34
TABELA 4 -	Blocos normais.....	36
TABELA 5 -	Blocos modulares.....	36
TABELA 6 -	Dimensões reais de blocos modulares e submodulares.....	38
TABELA 7 -	Alvenaria de vedação com bloco de concreto.....	41
TABELA 8 -	Consumo e Custo por m <sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco de concreto.....	41
TABELA 9 -	Custo total para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco de concreto.....	41
TABELA 10 -	Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado.....	42
TABELA 11 -	Consumo e Custo por m <sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco cerâmico.....	42
TABELA 12 -	Custo total para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco cerâmico.....	43
TABELA 13 -	Comparativo do custo total dos blocos.....	43
TABELA 14 -	Mão de Obra para alvenaria de bloco de concreto.....	44
TABELA 15 -	Custo de mão de obra por m <sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco de concreto.....	44
TABELA 16 -	Custo total de mão de obra para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco de concreto.....	44
TABELA 17 -	Mão de Obra para alvenaria de bloco cerâmico.....	45
TABELA 18 -	Custo de mão de obra por m <sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco cerâmico.....	45
TABELA 19 -	Custo total de mão de obra para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco cerâmico.....	45
TABELA 20 -	Comparativo do custo total de mão de obra dos blocos.....	46
TABELA 21 -	Insumos para bloco de concreto.....	47
TABELA 22 -	Custo dos insumos por m <sup>2</sup> de bloco de concreto.....	47
TABELA 23 -	Custo total de insumos para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco de concreto...	47

TABELA 24 -	Insumos para o bloco cerâmico.....	47
TABELA 25 -	Custo dos insumos por m <sup>2</sup> de bloco cerâmico.....	48
TABELA 26 -	Custo total de insumos para 2.620,00 m <sup>2</sup> de bloco cerâmico.....	48
TABELA 27 -	Comparativo do custo total de insumos dos blocos.....	48
TABELA 28 -	Unidade e desperdício do bloco de concreto e bloco cerâmico	49
TABELA 29 -	Desperdício total do bloco de concreto e bloco cerâmico.....	49
TABELA 30 -	Comparativo da produtividade do pedreiro para o bloco de concreto e bloco cerâmico.....	50
TABELA 31 -	Comparativo da produtividade do servente para o bloco de concreto e bloco cerâmico.....	50

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo geral.....	12
1.3.2 Objetivo específico.....	12
1.4 HIPÓTESES.....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1 O PAPEL DA SUSTENTABILIDADE.....	14
2.2 ORIGENS DA SUSTENTABILIDADE.....	16
2.3 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL.....	18
2.4 A IMPORTÂNCIA DA ESCOLHA DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS.....	20
2.5 PRINCIPAIS CONCEITOS PARA SUSTENTABILIDADE.....	22
2.6 ORIGEM DO TIJOLO OU BLOCO CERÂMICO.....	25
2.7 ORIGEM DO BLOCO DE CONCRETO.....	28
2.8 ALVENARIA.....	29
2.8.1 O Bloco Cerâmico Vazado ou Tijolo Furado.....	30
2.8.2 Características.....	31
2.8.3 Qualidades.....	31
2.8.4 Inconvenientes.....	31
2.8.5 Bloco de Vedação.....	32
2.8.6 Bloco Estrutural.....	33
2.9 TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO.....	34
2.10 BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO SIMPLES.....	34
2.10.1 Materiais.....	35
2.10.2 Características.....	36
2.10.3 Qualidades.....	37
2.10.4 Inconvenientes.....	37
2.10.5 Especificação.....	37

<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>39</b>
<b>4 ESTUDO DE CASOS – RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1 CUSTO TOTAL DA OBRA.....	40
4.2 CUSTO MÃO DE OBRA.....	43
4.3 CUSTO INSUMO MATERIAIS DE COMPOSIÇÃO DE BLOCOS.....	46
4.4 DESPERDÍCIO DE MATERIAL.....	49
4.5 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	50
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>GLOSSÁRIO DE TERMINOLOGIAS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a visão de edificar remete ao pensamento de sustentabilidade que, segundo Rogers (2001), a sobrevivência de uma sociedade depende da manutenção e equilíbrio de variáveis que incluem: população, recursos naturais e o meio ambiente, porém, o descaso como tem sido encarado esses princípios resultam em consequências fatais para populações recentes.

Entende-se por construção civil a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra sólida, útil e econômica; por obra todos trabalhos de engenharia que resulte na criação, modificação ou reparação, mediante construção, ou que tenham como resultado qualquer transformação do meio ambiente natural, por edifício toda construção que se destina ao abrigo e proteção contra as intempéries, dando condições para o desenvolvimento de uma atividade (AZEREDO, 2006).

Na definição de sustentabilidade construir de forma sustentável significa suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender futuras gerações. Não se constrói uma sociedade sustentável sem que a construção civil de determinada região seja efetivamente sustentável (COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987).

O aquecimento global constitui questão política internacional significativa e no limiar dessas mudanças a arquitetura ainda não encontrou mudanças significativas, principalmente, porque estilo e estética arquitetônica está em segundo plano na relação sustentabilidade (JODIDIO, 2009).

Diante dessa premissa ao fazer uma análise comparativa entre estes os blocos cerâmico e de concreto este estudo pretende viabilizar maior conhecimento sobre características específicas que possam contribuir para um modelo de construção mais sustentável.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A proposta deste trabalho é analisar o bloco de construção cerâmico e o bloco de construção em concreto, amplamente utilizados na construção civil brasileira, por meio de análise comparativa, no sentido de compreender qual modalidade apresenta maior sustentabilidade em termos de mão de obra, composição de material, produtividade e desperdício.

Diante de um mercado altamente competitivo, a intenção é contribuir para realizar edificações economicamente sustentáveis e mediante o conhecimento aqui obtido minimizar custos industriais de mão de obra.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

- Verificar qual dos blocos cerâmico ou concreto apresenta economicamente maior sustentabilidade em uma obra industrial na Região Metropolitana de Curitiba.

### 1.3.2 Objetivo específico

- Analisar a aplicação desses blocos na mão de obra, materiais de composição, produtividade e desperdício de material na aplicação.

## 1.4 HIPÓTESES

- O bloco cerâmico é mais sustentável que o bloco de concreto;
- O bloco de concreto gera menos resíduos do que o bloco cerâmico;
- O bloco de concreto exige mais mão de obra que o bloco cerâmico;
- A melhor produtividade é encontrada no bloco cerâmico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O PAPEL DA SUSTENTABILIDADE

O papel socioambiental, os serviços, produtos e sistemas estão ganhando importância no papel econômico dentro das empresas. Na atualidade, o termo “qualidade” no contexto de sustentabilidade é muito importante e, mais que simples preservação do meio ambiente a sustentabilidade se apoia no desenvolvimento econômico, social e respeito ao meio ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2010).

Nos dias atuais assistem-se iniciativas que promovem sustentabilidade na construção civil, tema que exige integração desde a extração da matéria prima até o final do ciclo de vida da edificação.

A busca de ações traduzidas nos conhecidos edifícios verdes ou *green buildings*, imóveis de baixo impacto ambiental na fase de construção ou reforma, podem empregar materiais reciclados, não geram resíduos e apresentam custos menores de manutenção, seja pela economia de energia e de água, seja pela durabilidade. Em outras palavras, a política dos três R's é o caminho mais equilibrado para a sustentabilidade da construção civil e deve ser adotada na seguinte ordem: reduza, reutilize e recicle.

A utilização de materiais e sistemas construtivos que dispensam menor energia incorporada ou materiais recicláveis constitui significativa contribuição para a construção civil e maior sustentabilidade.

Um produto ou sistema durável auxilia o meio ambiente na conservação dos recursos naturais, além de reduzir os resíduos e os impactos ambientais causados pela restauração ou pela reconstrução.

Entendendo que da mesma forma estão sujeitos às leis de controle da sobrevivência, no entanto, devemos atentar que somos os primeiros a constituir uma civilização global, todavia, os primeiros a enfrentar simultaneamente a expansão da

população a nível mundial e a destruição dos recursos naturais e do meio ambiente (ROGERS, 2001).

Nos países industrializados, bem como, nos países em desenvolvimento a capacidade das cidades está sendo solicitada até o seu limite e sua expansão se dá em tal ordem que os padrões tradicionais de acomodação do crescimento urbano tornaram-se obsoletos, aliada a uma instabilidade social desastrosa que leva a um declínio ambiental adicional.

Esse processo de expansão indiscriminado das cidades a partir da não consideração do ecossistema acaba valorizando preferencialmente o caráter quantitativo e preterindo o aspecto qualitativo, estando fortemente ligado à ideia de modernização e negligenciando aspectos de qualidade social.

O caminho que o projeto sustentável tinha que trilhar até pouco tempo era baseado primeiramente na necessidade de defesa do projeto sustentável e da explicação da sigla LEED, e bem como da sua importância. Segundo Keeler e Burke (2010, p. 59) atualmente os desafios da edificação sustentável estão em áreas mais complicadas da política, no licenciamento e a elaboração de políticas e na concorrência entre aqueles que desejam ser o “mais sustentável”.

O que se espera é que a Arquitetura possa contribuir para as cidades trazendo benefícios sociais, ambientais e econômicos transformando para melhor os padrões de vida urbana. A forma da cidade pode e deve estimular uma cultura urbana que possa gerar cidadania, sendo esta considerada participativa dentro de um espaço público seguro e não excludente, entendido como fator essencial para a integração e coesão social.

Entende-se que a sustentabilidade de todo um sistema social não deve ser considerada à parte da sociedade que constrói e ocupa, já que o ambiente construído passa a refletir as relações sociais e ao mesmo tempo participa de sua produção, como objeto de mudanças e permanências sociais.

## 2.2 ORIGENS DA SUSTENTABILIDADE

O movimento ecológico surge no século XX sendo de extrema relevância para as edificações sustentáveis. A ecologia já fazia parte da consciência humana desde o início do século passado, entendendo o meio ambiente como um conjunto de organismos inter-relacionados. Ela tornou-se um ícone segundo Keeler e Burke (2010, p. 38) devido a outro ícone chamado Aldo Leopold 1887-1948, um administrador de reservas florestais, que acreditava na ideia de que seu trabalho se encaixava em um contexto mais amplo.

Ele teve a intenção de influenciar o modo como os cientistas explicavam o ambientalismo em termos da nova ecologia, e se desiludira com os cientistas, por eles não considerarem o ecossistema como um todo e sua opção foi entender a ecologia de maneira integrada, examinando o equilíbrio dos ecossistemas e suas inter-relações.

Suas ideias demonstram que ele acreditava em dois tipos de conservacionistas: os que veem a terra como um solo capaz de gerar valores econômicos ao se oferecer árvores para serem usadas como madeira e a criar pastagens para gado visando fins econômicos ou aqueles que veem a terra como uma biota, ou seja, uma coleção de espécimes inter-relacionada que quando danificada em um dos seus aspectos, repercute em um conjunto de questões associadas (KEELER e BURKE, 2010).

Acredita-se que o conceito de ética da terra tenha sido a principal contribuição de Leopold para a filosofia ambiental, por meio de suas leituras históricas, experiências e o meio em que vivia o levaram a acreditar que o tratamento ético da terra era inexistente. A sua ética foi resumida no capítulo final de seu livro *A Sandy County*, onde convoca os seres humanos a refletir sobre as suas obrigações e relações para com a terra, enfatizando que estas devem incluir a conservação ambiental mesmo que essa “conservação” não resulte em ganhos econômicos (KEELER e BURKE, 2010).

No século XX James Lovelock elaborou a teoria de Gaia, originada pela filosofia da ecologia e sustentada pelo conceito de edificações sustentáveis integradas.

Lovelok foi um cientista da NASA e sua teoria de Gaia em 1979 afirmou que a terra é um superorganismo, assim sendo a soma das partes inter-relacionadas que mantêm o meio ambiente em equilíbrio regulando-se a si mesmo.

A história do ativismo ambiental explica como o novo ambientalismo, resultante de diferentes movimentos sociais, culturais e ambientalistas dirigindo o ativismo internacional para a esfera das políticas públicas.

Dentre os principais marcos ambientalistas que ocorreram depois da Segunda Guerra Mundial, segundo Keeler e Burke (2010, p. 41) foi a fundação, em 1948, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura (UNESCO), da União Internacional para a Preservação da Natureza (IUPN) na Suíça e na Bélgica; a organização realizada em 1949 pela IUPN da Conferência Científica das Nações Unidas sobre a Conservação e Utilização de Recursos em Nova York; a transformação da IUPN em 1956 para União Internacional para Conservação da Natureza (ICUN) e dos Recursos Naturais, devido ao engajamento de cientistas e ecologistas.

Após essas transformações nas décadas de 60 e 70 a conscientização ambientalista expressava o tom ativista do novo ambientalismo que foi disseminado para a esfera política. Surge na Alemanha em 79 o Partido Verde que embora sua plataforma fosse, em grande parte ambientalista, protestavam também contra a energia nuclear e apoiavam também outros movimentos. Em 78 e 84 outros partidos verdes surgem no cenário mundial na Suíça, na Bélgica e na Alemanha Ocidental, em Luxemburgo, na Áustria, na Finlândia, na Itália, na Suécia, na Irlanda e na Holanda, assim outros países como Canadá, México, Peru, Austrália, Nova Zelândia, Coreia do Norte, em vários países do oeste e leste europeu e da Ásia e, bem como, os partidos ditos ambientalistas alternativos como o Partido Ecológico Britânico 70 e o Movimento de Política Ecológica, em 1980, na França.

Apesar de todos os movimentos acima citados se faz necessário destacar que os líderes políticos na década de 70 passam a se preocupar com as crises ambientais que assolavam todas as regiões do planeta e que afetavam tanto os países industrializados como os menos desenvolvidos. A sustentabilidade é frequentemente diferenciada entre países em desenvolvimento e os países desenvolvidos, ou seja, a

existência da sustentabilidade marrom (*Brown Agenda*) que lida com problemas de pobreza e do subdesenvolvimento, enfatizando a necessidade de redução das ameaças ambientais para a saúde resultantes das precárias condições sanitárias, da superpopulação, do abastecimento inadequado da água, da poluição nociva do ar e das águas e do acúmulo de lixo sólido. Já em geral a (*Green Agenda*) a agenda verde, trata do problema da riqueza e do superconsumismo.

### 2.3 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

A procura por construções ecologicamente corretas e auto-sustentáveis está crescendo cada vez mais no Brasil. De acordo com levantamento realizado pela ONG *Green Building Council* Brasil (GBC-Brasil), cuja missão é desenvolver a indústria da construção sustentável no país, utilizando forças do mercado para conduzir a adoção de práticas *green building* em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos (MBA em Construções Sustentáveis, Introdução, Planejamento e Projeto para a Construção Sustentável, 2012).

Na prática vinte e três empreendimentos do país receberam o certificado *Green Building* em 2010 e outras duzentas e onze construções terminaram o ano em processo de certificação.

O documento atesta que as obras analisadas cumprem os requisitos de sustentabilidade previstos pelo selo verde internacional *Leed – Leadership in Energy and Environmental Design*, o que fez com que o Brasil pulasse da sexta posição, em 2009, para o quinto lugar, em 2010, no ranking dos países que possuem o maior número de construções sustentáveis em seu território. Por enquanto, na nossa frente estão EUA, Emirados Árabes Unidos, Canadá e China, mas essa situação pode mudar já no próximo ano. Isso porque, segundo a GBC-Brasil, em 2011 a expectativa é de que o Brasil certifique mais trinta e cinco empreendimentos e inicie o processo de

certificação em outras trezentas construções, o que pode fazer com que o país suba de posição no *ranking* das nações com mais obras sustentáveis.

Nesse momento, o Canadá, em quarto lugar no *ranking* dispõe de 289 empreendimentos em processo de certificação, contra 234 no Brasil. Se levarmos em conta a economia dos dois países e o fato que o Brasil é “a bola da vez” no setor, existe chance de ultrapassar os canadenses, mas não é prioridade. O Brasil está preocupado em consolidar o conceito na cabeça do brasileiro (CASADO, GBC-BRASIL, 2010).

No Brasil, entre empreendimentos certificados incluem-se: bancos, hospitais, laboratórios de saúde, supermercados e prédios de escritórios, porém, além destes encontram-se *shopping centers*, escolas e estádios de futebol, pensando na Copa do Mundo (2014) estão em processo de certificação. Essa diversificação nos tipos de empreendimentos que estão aderindo à construção verde mostra que o conceito está se consolidando em todo o ramo imobiliário.

As construções sustentáveis geram inúmeros benefícios ao meio ambiente incluindo redução no consumo de água e energia, nas taxas de emissão de CO<sub>2</sub> e redução na geração de resíduos, conhecidos pela maioria dos brasileiros.

Segundo Thassanee Wanick, fundadora e presidente do Conselho Deliberativo da GBC-Brasil, construções sustentáveis trazem muitos benefícios para a saúde humana, mas que ainda não são conhecidos pelos brasileiros.

As pessoas que trabalham dentro de prédios verdes, por exemplo, estão respirando um ar de muito mais qualidade, possuem maior conforto térmico e estão expostas a um sistema de iluminação adequado. “Além de fazer bem à saúde, isso aumenta a produtividade dos funcionários”, Wanick (GBC, 2010) completa que nos EUA, há estudos que comprovam que escolas construídas de forma sustentável trazem tantos benefícios para a saúde dos alunos que podem melhorar seu desempenho, ou seja, empreendimentos verdes representam não só uma conquista em nível ambiental, mas também social. O GBC Brasil é um dos vinte e um membros do *World Green Building Council*, entidade supranacional que regula e incentiva a criação de Conselhos Nacionais como forma de promover mundialmente tecnologias, iniciativas e operações sustentáveis na construção civil.

O sucesso da atuação do GBCB pode ser medido pelo crescimento da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) no Brasil. Em 2004, o selo recebeu o primeiro pedido de um empreendimento brasileiro e também da América Latina.

O GBC trabalha na divulgação das melhores práticas adotadas, incluindo tecnologias, materiais, processos e procedimentos operacionais, bem como promoverá o sistema de certificação LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) no Brasil.

O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações criado pelo *U.S. Green Building Council*, é o selo de reconhecimento internacional maior, o mais utilizado em todo o mundo, inclusive no Brasil.

No Brasil, segundo Casado (GBC, 2010) existe otimismo e a lógica de mercado é atingir demanda e preço em escala. Ao comparar os primeiros empreendimentos verdes construídos em relação aos mais recentes os custos caíram porque o setor está crescendo no país.

Desta forma, o passo seguinte é buscar produtos mais baratos para construções sustentáveis, tendo assim maior número de empreendimentos construídos de forma sustentável (WANICK, GBC, 2010).

## 2.4 A IMPORTÂNCIA DA ESCOLHA DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

O ponto vital para uma construção sustentável se encontra na escolha de materiais ambientalmente corretos, ou seja, com a origem certificada e com baixas emissões de CO<sub>2</sub>, com a redução de geração de resíduos durante a sua execução, que demandem menos energia e água durante todas as fases, de construção e uso e que possa ser reaproveitada no final de seu ciclo de vida, o atendimento às normas de segurança e o respeito às formalidades nas contratações.

Considera-se que na construção de um edifício sustentável que tanto dentro da concepção e execução da obra devem ser focados aspectos construtivos que promovam a integração com o meio ambiente, adaptando-os para as suas necessidades de uso, de produção e consumo humano tendo em vista o não esgotar os recursos naturais pensando nas futuras gerações, além da adoção de soluções que propiciem uma edificação econômica e o bem-estar social.

Inúmeros arquitetos estão hoje trabalhando para que a sustentabilidade seja aplicada nas construções, ou seja, como entende Lerner (2004) apud LENGEN (2009) colocando o homem no centro da disputa e chamando a responsabilidade para o cidadão para a construção do futuro.

Como aponta Keeler e Burke (2010), toda atividade construtiva que realizada afeta imediata ou de forma latente o equilíbrio da natureza. Para a construção de edificações mais sustentáveis estão implicados aspectos importantes como a redução de resíduos, a gestão de recursos de berço a berço, a conservação de energia, a melhor qualidade de ar interior, os impactos generalizados e cíclicos tanto do aquecimento global como das mudanças climáticas.

Um novo paradigma surge e se propaga sobre a questão de tudo aquilo que é sustentável, como um novo estilo de vida com impacto menor, esforços na redução da presença de materiais tóxicos no meio ambiente, o movimento *slow-food*, produtos de comércio de fontes certificadas, veículos com combustíveis alternativos, seguros de sustentabilidade, tecnologias limpas, tours ecológicos e as importantes metas de energia zero, carbono zero e resíduo zero.

Hoje, o projeto sustentável é um modelo de edificação consolidado, que já tem sua própria história e o projeto integrado é a resultante da sua evolução, ou seja, uma edificação integrada é uma edificação sustentável. Uma vez que cada decisão tem inúmeras consequências, e não um efeito isolado, o projeto integrado de qualidade demanda o entendimento das inter-relações de cada um dos materiais, sistemas e elementos espaciais (KEELER e BURKE, 2010).

A importância da escolha de materiais para nova edificação deve levar em conta aspectos como manutenção, gasto financeiro e esforço despendido ao longo do tempo para manutenção, resposta do material ao frio e calor e outro fator é a existência,

em abundância, na região do material escolhido para evitar a dependência de condições de transporte.

A possibilidade de existir matéria prima na região para converter em material de construção, como barro para blocos cerâmicos, cal, areia e brita para blocos em concreto e mão de obra suficiente para o preparo do material escolhido, com fornecedores locais em um raio de 800 quilômetros.

Se o material tiver que ser deslocado de outra região é necessário verificar como fazer o transporte adequado para evitar sua quebra e verificar também como executar o armazenamento isento de danos. O uso de madeira certificada ou reflorestamento e material reciclado é indispensável. O tempo de durabilidade dos materiais deve ser adequado a cada região pelas diferenças climáticas (LENGEN, 2009, p. 297).

## 2.5 PRINCIPAIS CONCEITOS PARA SUSTENTABILIDADE

- **Construção ecológica**  
Permite a integração entre o homem e a natureza com um mínimo de alteração e impacto sobre o meio ambiente, usa recursos naturais de maneira integrada e quase sempre, instintiva e intuitivamente. (IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Construção Ecológica).
- **Sustentável**  
A expressão/palavra que melhor se adéqua à condição do homem moderno é *sustentável*, conceito presente pela primeira vez em 1987, através do Bruntland, da ONU – Organização das Nações Unidas. Aplicando o mesmo conceito, a definição mais correta para a construção com perfil moderno, urbano e industrial é Construção Sustentável.

- **Construção Sustentável**

Aquela que, com especial respeito e compromisso com o Meio Ambiente, implica no uso sustentável de energia (CASADO, 1996).  
Reduz impactos ambientais causados por processos construtivos, uso e demolição dos edifícios em ambiente urbanizado (LANTING, 1996).  
Promove alterações conscientes em seu entorno em atendimento as necessidades de habitação humana, preservando o meio ambiente e a qualidade de vida para usuários e gerações futuras (IDHEA, 2003);
- **Planejamento sustentável**

Implica no estudo ambiental; análise de ciclo de vida visando implementação da obra e materiais; aplicação de critérios de sustentabilidade; projetos (arquitetura, elétrica, hidráulica, complementares); legalização junto a órgãos competentes; execução; gestão de obra (compras, mão de obra, fornecedores, cuidados com a saúde dos colaboradores, etc.); atendimento à legislação ambiental pertinente (Resolução 307/CONAMA); gestão de resíduos na obra; logística dos materiais;
- **Eficiência energética**

Racionalização do uso de energia disponível, quando possível, implementação de fontes de energia renováveis, como energia eólica (vento) e solar para aquecimento e eletricidade; uso de dispositivos para conservação de energia;
- **Gestão e economia de água**

Uso de sistemas e tecnologias que permita redução no consumo da água; uso de tecnologias que permitam o reuso e recirculação da água utilizada na habitação (fins não potáveis); aproveitamento de parte da água utilizada na habitação; aproveitamento de parte da

água da chuva para fins não potáveis e até potáveis (dependendo da região e do tratamento aplicado).

- Gestão de resíduos na habitação  
Criação de área(s) para a coleta seletiva do lixo, destinação e reciclagem (áreas subterrâneas ou anexas);
  
- Qualidade do ar e do ambiente interior  
Criação de um ambiente saudável, respirante, não selado/plastificado, isento de poluentes (como partículas de suspensão, COV's/compostos orgânicos voláteis) com o uso de matérias biocompatíveis, naturais e/ou que não liberem substâncias voláteis;
  
- Conforto termo acústico  
Uso de tecnologias eco-inteligentes para regular a temperatura (sistemas de ar condicionado) e som compatíveis com o ser humano; manutenção da unidade relativa do ar adequada.

Todos esses conceitos estão embasados no uso de eco-produtos e tecnologias sustentáveis para todas as instâncias da obra, no não uso ou redução dos materiais condenados na Construção Sustentável, como PVC, amianto, chumbo, alumínio dentre outros.

Entende-se que para um empreendimento humano ser sustentável, tem de ter em vista quatro requisitos básicos, ou seja, deve ser ecologicamente correto, economicamente viável; socialmente justo; e culturalmente aceito.

## 2.6 ORIGEM DO TIJOLO OU BLOCO CERÂMICO

A origem do tijolo ou bloco cerâmico remete à antiguidade, segundo Mendes et. al. (2010, p. 1), a cultura bizantina partiu de uma revitalização do mundo helenístico e das velhas culturas orientais. Bizâncio serviu como centro receptor das mais diversas tendências da arte romana e das várias escolas da arte paleocristãs.

A arquitetura de Bizâncio fundamentou-se no monumentalismo e grandiosidade das construções, esteve centrada na proporcionalidade dos cânones clássicos, evocação rítmica das composições valorizando cúpulas, estruturas abobadadas e o efeito de claro e escuro da talha de dois planos. Houve valorização da decoração policroma para ocultar estruturas pobres de tijolo.

A partir do Imperador Justiniano 527 a 565 se empreenderam famosas construções da arquitetura bizantina. As paredes são em tijolo, revestidas exteriormente por lajes de pedra com relevos.

A arte bizantina resulta da fusão da cultura helênica com a cultura oriental criando identidade própria. A arquitetura bizantina remota é mostrada através das basílicas construídas a partir do ano 330, caracterizada por abundantes mosaicos e cúpulas que aparecem no século VI.

O centro criativo é Bizâncio, porém, a difusão da arte bizantina se estende pela Ásia Menor, Grécia, Países Balcânicos, Rússia e Itália, cuja produção floresce a partir do período de Constantino, no século IV, perdurando até o século XII. Exemplos remanescentes das primeiras obras bizantinas são: basílica de São João (463), basílica dos Santos Sérgio e Baco (527-36), e Santa Sofia, todas em Constantinopla. Tem plano básico simples, coberturas em cúpula sobre plantas quadradas.

O exemplo máximo de sua arquitetura é Santa Sofia, construída em apenas cinco anos (entre 532-537) por Justiniano, no mesmo local onde existia uma antiga basílica. Sobre uma estrutura de tijolos e argamassa pousa enorme cúpula achatada, sustentada por quatro pilares que unidos formam quatro grandes arcos. As naves laterais estão voltadas para o espaço central, ampliando a perspectiva para além das colunas. Causa enorme efeito a orientação da luz que ilumina seu revestimento de

mármore, seus mosaicos, suas colunas e capitéis. Nela se verificam a contraposição dos espaços cheios, dos vazios e das cúpulas, características da arquitetura bizantina.

Na Itália o maior centro da arte bizantina, entre os séculos IV e VII está em Ravena, muito se deu pelo esforço da imperatriz Gala Plácida, que chega por volta do ano 430. O mausoléu de Gala Plácida é a obra mais conhecida da arquitetura antiga ravenense, datada do século V, construído com materiais simples como tijolo cozido, com planta em cruz. Seu pequeno e aconchegante espaço interior é ricamente decorado com mosaicos.

No início do século VI, por influência do bárbaro Teodorico, simpatizante da arquitetura bizantina são construídos o Templo de Santo Apolinário Novo, o Batistério dos Arianos e o Mausoléu do rei.

A experiência bizantina em Ravena termina com a magnífica construção de São Vital, cuja planta central deriva de soluções clássicas romanas e de exemplos encontrados em Constantinopla, com influência bizantina nas cidades de Milão, como verificada na basílica de São Lourenço e nos mosaicos de Santo Aquilino e São Vítor; em Roma, representada pelos mosaicos de Santa Inês; e cidades adriáticas de Perenzo e Grado.

Lynch (2008) aponta que antigamente considerado como sendo um material inferior à pedra, a construção em tijolo foi raramente usada na Grã Bretanha até perto da Idade Média. Destaca a alvenaria de tijolo Tudor 1485-1603, material popularmente usado na época, até à revitalização da fabricação de tijolos na Inglaterra ocidental, em fins do século XIII e princípio do século XIV, resultado direto da falta de pedra local, crescente escassez de madeira de boa qualidade e influência da Europa onde a alvenaria de tijolo foi muito usada.

Durante o período Tudor, os fabricantes e os assentadores de tijolo emergiram como profissionais distintos perfeitamente capazes de rivalizarem com os pedreiros. A partir do trabalho inicial pouco sofisticado, a construção com tijolo entrou na sua época áurea rivalizando com a pedra na sua popularidade como material estrutural.

Segundo o autor o tijolo era produzido geralmente na obra, em pilhas cozidas com madeira, mato ou turfa, por trabalhadores itinerantes. Produziam-se não só

tijolos normalizados, mas também muitos com formas extravagantes e elaboradas, bem exemplificadas pelas que formavam as fugas de chaminé enroladas em espiral que são típicas deste período.

Os tudors padronizaram seu trabalho mais com tijolo, ao inserir tijolos cozidos ou vitrificados em paredes, cujas superfícies escuras variavam de cor desde púrpura profundo até a cor ardósia, cuidadosamente assentados em baixo e alto relevo, principalmente, trabalhos de assentamento denominados *English bond* ou *English cross-bond*, para formar um padrão ou xadrez dentro da alvenaria predominantemente vermelha.

Os tijolos Tudor de tamanho e forma irregular, requeriam juntas espessas de 15-25mm para regulariza-los. A argamassa, constituída por cal aéreo amadurecido continha partículas de combustível usado na produção e areia grossa em proporção variável entre 1:2 e 1:5, sendo o acabamento das juntas feito com colher de assentamento. O Palácio de Hampton Court, maior representação desse monumento foi considerado uma obra representativa executada com tijolos da época.

O período Georgiano 1714-1813 no final do século XVII e o princípio do século XVIII foram ponto alto no uso do tijolo, sua fabricação foi melhorada com o uso de argila loteada, melhores moldes e cozeduras uniformes que conduziam em maior consistência de formas e dimensões. As cores do tijolo foram alteradas em popularidade desde o vermelho até tijolos púrpura e cinzentos, na moda desde finais do século XVII até 1730, quando materiais acastanhados ou cinzentos rosados substituíram cores quentes. Esta tendência prosseguiu até meados do século XVIII com materiais cinzentos e, por volta de 1800, com a produção de materiais a partir das margas amarelas de Londres, que se aproximavam mais da cor de pedra desejada para uma fachada clássica.

A alvenaria de tijolo era geralmente da mais elevada qualidade, principalmente nas construções chamadas *Flemish Bond*, apesar de o *Header bond* também ser popular nos princípios do século XVIII e o fechamento das juntas era feito com a mesma elevada qualidade.

Outra solução, porém, mais dispendiosa foi a alvenaria combinando o tijolo de cores diferentes, popularizadas por Wren em fachadas de tijolos de cor

delicadamente combinada, recortados e lixados em unidades exatas, e assentadas com finas juntas de cal em pasta. No entanto, depois de 1730, passou a ser demasiadamente caro, reservado apenas para arcos de janelas, aventais e outras ornamentações.

Para Lynch (2008) a alvenaria Vitoriana 1830-1914 foi um período de revigorar a arquitetura doméstica e a construção industrial. A primeira buscou regressar ao medievalismo e a outras formas exóticas de construção, como alívio contra a falta de espiritualidade da Idade da Máquina. A segunda usada na infraestrutura de fábricas, armazéns, pontes de caminho de ferro, entre outros, todas largamente edificadas através da barata utilização do tijolo.

Durante este período foi fabricado e assentado maior número de tijolos do que durante todos os períodos anteriores. Os métodos de fabricação do produto foi melhorado sob todos os aspectos, inclusive, na exatidão, regularidade e gama de cores disponíveis. Desde meados do século XVIII e dali em diante o processo de fabricação, como muitos outros se tornou mecanizado, permitindo utilizar maiores quantidades de argilas comprimidas em tijolos densos para utilizar em trabalhos de engenharia.

Com o progresso nos transportes e nas comunicações os tijolos passaram a ser transportados para áreas mais distantes, acabando tradicionais produções locais. Durante o final do século XVIII também ocorreram melhoramentos na produção de argamassas pela utilização de agregados lavados e calibrados, frequentemente coloridos. Além disso, o desenvolvimento de cimentos naturais tais como o cimento Romano e outras cales hidráulicas, que faziam liga de secagem mais rápida e mais forte, sendo condição vital para enfrentar a velocidade de construção que a construção Industrial exigia. O *Cimento Portland* apareceu em meados do século XIX.

## 2.7 ORIGEM DO BLOCO DE CONCRETO

O concreto celular autoclavado foi desenvolvido na Suécia em 1924, resultado da reação entre cal, cimento, areia e pó de alumínio, cuja mistura passa por

processo de cura em câmaras de vapor a alta pressão e temperatura, originando o silicato de cálcio, tornando o concreto celular um produto de excelente desempenho na construção civil. Um produto mais leve, fácil de manusear e muito resistente, pode ser encontrado para a execução de alvenaria de vedação (MPa 2,5) ou alvenaria estrutural não armada (MPa 4,5).

Na antiguidade sua resistência à compressão (Mpa 6) inviabilizava a execução de prédios acima de quatro pavimentos. Na atualidade, com a utilização de prensas hidráulicas a resistência aumentou chegando a (MPa 10), com isso, ampliou a possibilidade de execução de alvenarias estruturadas que permitem edificações em até 18 pavimentos, os chamados blocos de concreto estrutural.

Apresenta isolamento térmico na densidade de  $410 \text{ Kg/m}^3$ , coeficiente de condutibilidade térmica de  $0,083 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$  e acústico - uma parede de 10 cm de espessura e não revestida apresenta índice de isolamento contra sons aéreos (IA) de 37 dB).

Esta eficiência em isolamentos deve-se a presença de pequenas bolhas no bloco que funcionam como uma espécie de colchão de ar isolante. O bloco de concreto celular autoclavado é até duas vezes, mais resistente ao fogo intenso, em relação ao bloco cerâmico comum.

O produto serve para preenchimento de vãos em prédios estruturados, não tem função estrutural e o tamanho dos vãos deve ser estudado de modo que sejam modulados em função das dimensões dos blocos, sua utilização é para preencher vãos de casas, edifícios, comércios, galpões e muros.

## 2.8 ALVENARIA

A construção em alvenaria é constituída por diversos materiais como pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, podem ser ligados ou não por meio de argamassa e devem oferecer condições de resistência, impermeabilidade e durabilidade. A condição de resistência e durabilidade é atendida pela aplicação de

tijolos, a impermeabilização é obtida por meios artificiais, com a utilização de produtos específicos. Podemos classificar dois tipos de alvenarias: estrutural e vedação (AZEREDO, 1997, p.125).

### 2.8.1 Bloco cerâmico vazado ou tijolo furado

O bloco cerâmico é composto basicamente de argila moldada por extrusão e queimada à temperatura de aproximadamente 800°C, que permita o produto final atender condições determinadas em normas técnicas, deve trazer a identificação do fabricante sem que prejudique seu uso é fornecido em lotes constituídos de blocos de mesmo tipo e qualidade, a venda é feita na forma de milheiro e são classificados como produto de vedação ou estrutural (YAZIGI, 2009, p. 469).

Apresenta em sua parte externa algumas rachaduras e no seu interior pequenos furos. Como as faces dos tijolos furados são sensivelmente lisas, as rachaduras externas facilitam a aderência e pega da argamassa. Com a existência dos furos internos o seu peso fica menor, recomendando que seja utilizado em paredes com único fim de separação de compartimentos, esta aplicação permite uma economia no dimensionamento do concreto armado que faz a parte de sustentação das paredes e conseqüentemente as fundações tem seu custo reduzido (AZEREDO, 1997, p. 134).

Eles não podem apresentar defeitos sistemáticos, como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não uniformidade de cor e tem que atenderas prescrições das normas técnicas quanto à resistência à compressão, planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e ás dimensões, caso seja verificado que os blocos estão mal queimados estes devem ser rejeitados (YAZIGI, 2009, p.469).

Os blocos cerâmicos de vedação são utilizados em paredes de prédios de apartamentos, residências, edifícios e outros fins, interna e externamente, já os blocos cerâmicos estruturais são usados na alvenaria estrutural como paredes portantes, os tipos de bloco de vedação mais comuns são de seis ou oito ou ainda nove furos iguais (YAZIGI, 2009, p. 469).

### 2.8.2 Características

Segundo Yazigi (2009, p.469) as principais características são: peso do bloco de vedação (10 cm x 20 cm x 20 cm) = 2,5 kg e resistência ao fogo: o bloco de vedação de 9cm de largura resiste a 105 min; o bloco de vedação de 14 cm de largura resiste a 175 min. O isolamento acústico é de 42 dB e a absorção de água não pode ser inferior a 8%, nem superior a 25%.

### 2.8.3 Qualidades

1. Menor peso que um tijolo comum em volumes iguais: permite economia no dimensionamento da estrutura;
2. Economia na mão de obra: o tamanho é superior a um tijolo comum, cuja aplicação permite melhor rendimento ao trabalho do pedreiro.
3. Economia de argamassa: o tijolo furado exige menor quantidade de argamassa para assentamento comparado ao tijolo comum (AZEREDO, 1997, p. 134).

### 2.8.4 Inconvenientes

1. Não deve ser aplicada em paredes estruturais devido a pequena resistência a compressão;
2. Não possuir juntas verticais argamassadas, tirando a monolicidade do painel;
3. Nos vãos como portas e janelas há a necessidade de tijolo comum para arremate.

### 2.8.5 Bloco de vedação

Os blocos de vedação não têm função suportar outras cargas verticais além do peso próprio e pequenas cargas de ocupação, podem ser classificados em dois tipos: comuns e especiais. Os fabricantes podem fornecer meio-bloco, canaleta e outras peças especiais, nas quantidades especificadas no pedido de fornecimento. São de uso corrente e de classe 10, apresentam resistência à compressão na área bruta, de 1 MPa (YAZIGI, 2009, p. 471).

TABELA 1 – Resistência à compressão

CLASSE	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO NA ÁREA BRUTA (MPa)
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6,0
70	7,0
100	10,0

Fonte: Yazigi (2009, p. 471).

Os blocos de dimensões especiais podem ser fabricados mediante contrato por escrito entre produtor e construtora, desde que respeitadas às demais especificações contidas nas normas técnicas (YAZIGI, 2009, p. 469).

TABELA 2 - Dimensões dos blocos

TIPOS COMUNS	DIMENSÕES NOMINAIS (mm)		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
10x20x20	90	190	190
10x20x25	90	190	240
10x20x30	90	190	290
10x20x40	90	190	390
12,5x20x20	115	190	190
12,5x20x25	115	190	240
12,5x20x30	115	190	290
12,5x20x40	115	190	390
15x20x20	140	190	190
15x20x25	140	190	240
15x20x30	140	190	290
15x20x40	140	190	390
20x20x20	190	190	190
20x20x25	190	190	240
20x20x30	190	190	290
20x20x40	190	190	390
MEDIDAS ESPECIAIS L x H x C (cm)	Dimensões nominais (mm)		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
10x10x20	90	90	190
10x15x20	90	140	190
10x15x25	90	140	240
12,5x15x25	115	140	240

Fonte: Yazigi (2009, p. 470).

### 2.8.6 Bloco estrutural

São projetados para suportar outras cargas verticais além da do seu peso próprio, podem ser classificados em comuns e especiais, os estruturais comuns são os de uso corrente, classificados conforme sua resistência a compressão, já os blocos estruturais especiais podem ser fabricados em formatos e dimensões especiais acordados entre as partes.

## 2.9 TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO

As tolerâncias máximas de fabricação para blocos são as indicadas na Tabela a seguir:

TABELA 3 - Dimensões dos blocos

<b>DIMENSÃO</b>	<b>TOLERÂNCIA (mm)</b>
Largura (L)	±3
Altura (H)	±3
Comprimento (C)	±3
Desvio em relação ao esquadro	3
Flecha	3

Fonte: Yazigi (2009, p. 471).

## 2.10 BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO SIMPLES

Com o melhor conhecimento de materiais, aperfeiçoamento de sua fabricação, novos métodos de cálculos, bem como as condições econômicas e demanda de exigências estéticas e de conforto produzem uma evolução natural dos processos construtivos.

Hoje, a alvenaria de blocos de concreto pré-moldados é empregada em paredes com função estrutural ou mesmo em paredes de vedação em edifício com estruturas de concreto armado, substituindo a alvenaria de tijolos que por falta de matéria-prima estão se tornando cada vez mais escassos.

O processo das construções de concreto armado e o conseqüentemente desenvolvimento do emprego de blocos de concreto pré-moldados são derivados da perfeição atingida pela moderna indústria do cimento, com estudos aprofundados dos componentes do concreto, de rigor alcançado pelos métodos de cálculos e do desenvolvimento da técnica de fabricação e de seu assentamento.

Na França, Grã-Bretanha e Alemanha, o uso de alvenaria de blocos de concreto estendeu-se rapidamente, porém nos EUA que esse moderno processo construtivo atingiu perfeição e seu maior desenvolvimento.

Os blocos devem ser fabricados e curados por processos que assegurem a obtenção de concreto suficientemente homogêneo e compacto, de modo a atender a todas as exigências das normas técnicas. Os códigos de obras de grandes cidades admitem sem restrições o uso de bloco de concreto para alvenarias desde que tenha e apresente bons índices de qualidade, a Especificação Brasileira, EB-50 da ABNT estabelece para blocos vazados de concreto simples, sem função estrutural (AZEREDO, 1997, p. 135).

O bloco de concreto tipo aparente é fornecido por algumas empresas e uma de suas superfícies se apresenta totalmente lisa ou com relevos decorativos, também fornecem meio-bloco, canaleta e meia canaleta evitando a quebra de blocos inteiros. Sua utilização básica é em alvenaria de vedação, mas predomina ainda o uso da alvenaria armada estrutural (YAZIGI, 2009, p.467).

### 2.10.1 Materiais

A composição do concreto é feita de cimento portland, agregados e água, só será permitido o uso de aditivos, desde que não tenham efeitos prejudiciais devidamente comprovados por ensaios. Somente cimento que obedeça às especificações brasileiras para cimentos destinados á preparação de concretos e argamassas são considerados. Os agregados podem ser areia e pedra ou escória de alto-forno, argila expandida ou outros agregados leves.

O armazenamento dos blocos deve ser coberto, protegidos de chuva, em pilhas não superiores a 1,5m de altura. No fornecimento do material o pedido deve conter algumas informações importantes como: dimensões nominais do bloco, tipo de bloco (modelo e especificidade, conforme projeto executivo de arquitetura), se o transporte e a descarga estão ou não incluídos no fornecimento (YAZIGI, 2009, p.467).

Devem ter arestas vivas, não apresentar defeitos sistemáticos como: trincas, fraturas, superfícies e arestas irregulares, deformações, falta de homogeneidade e desvios dimensionais além dos limites tolerados, para fins de fornecimentos regulares, a unidade de compra é o bloco (YAZIGI, 2009, p. 466).

### 2.10.2 Características

1. São considerados blocos normais, com forma de paralelepípedo retangular, vazada no sentido da altura e com dimensões nominais.

Tabela 4 - Blocos normais

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES EM CENTÍMETROS		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
Bloco de 20	20	20	40
Bloco de 15	15	20	40
Meio bloco de 20	20	20	20
Meio bloco de 15	15	20	20
Lajota	10	20	40
Meia lajota	10	20	20

Fonte: Azeredo (1997, p. 136).

2. Blocos modulares são considerados em forma de paralelepípedo retangular, vazados no sentido da altura.

TABELA 5 - Blocos modulares

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES EM CENTÍMETROS		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
Bloco de 20	18	19	39
Bloco de 15	14	19	39
Meio bloco de 20	19	19	19
Meio bloco de 15	14	19	19
Lajota	9	19	39
Meia lajota	9	19	19

Fonte: Azeredo (1997, p. 136).

### 2.10.3 Qualidades

1. Apesar de furados possuem ruptura á compressão a cima de 80kgf/cm<sup>2</sup>.
2. Seu peso é bem menor do que a alvenaria de tijolos comuns, gerando economia no dimensionamento da estrutura de fundação.
3. Economia de mão-de-obra, demanda menos tempo de assentamento e revestimento.
4. Maior uniformidade de painéis e melhor acabamento.

### 2.10.4 Inconvenientes

1. Não permite corte para dividi-lo.
2. Nos arremates dependendo da situação é necessário o uso do tijolo comum.
3. Nas aberturas de rasgos para embutir canos e conduítes ficam muito danificados (AZEREDO, 1997, p.137).

### 2.10.5 Especificação

As dimensões reais que os blocos modulares e submodulares devem atender estão apresentadas na Tabela 6, a seguir:

TABELA 6 - Dimensões reais de blocos modulares e submodulares

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES EM CENTÍMETROS		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
M-20 (Blocos de 20 cm nominais)	19	19	39
	19	19	29
	19	19	19
	19	19	9
	19	9	19
M-15 (Blocos de 15 cm nominais)	14	19	39
	14	19	34
	14	19	29
	14	19	19
	9	19	39
M-10 (Blocos de 10 cm nominais)	9	19	39
	9	19	19
	9	19	19
	9	19	39
	9	9	19

Fonte: Yazigi (2009, p. 466).

## CARACTERÍSTICAS

Segundo Yazigi (2009, p. 467) as principais características são:

- Resistência à compressão (valores mínimos):  
média = 2,5 MPa  
individual = 2,0 MPa;
- Absorção (valores máximos):  
média = 10%  
individual = 15%
- Peso médio é:  
Bloco de 9 cm x 19 cm x 39 cm = 10,7 kg  
Bloco de 14 cm x 19 cm x 39 cm = 13,6 kg  
Bloco de 19 cm x 19 cm x 39 cm = 17,3 kg

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho está embasada em um estudo de caso sobre o tema escolhido que se refere a um comparativo entre os blocos de concreto e o cerâmico avaliando as seguintes condicionantes: mão de obra, materiais de composição dos blocos, produtividade e desperdício de materiais dentro de uma obra industrial específica, visando determinar qual dos blocos é mais sustentável.

No propósito das edificações serem executadas com materiais mais sustentáveis procura-se entender o benefício que essa prática pode acarretar para a nossa sociedade como um todo. Trata-se de uma pesquisa quantitativa num primeiro momento e também apontará traços qualitativos relativos à sustentabilidade desses materiais. Será realizada uma análise de dados onde o procedimento teve como base o levantamento do problema a ser estudado, a formulação de hipóteses e, posteriormente, realizou-se a coleta de dados, e as passíveis conclusões e generalizações, para finalmente se elaborar a redação final do trabalho.

Para o estudo de caso foi considerada uma obra Industrial, na Região Metropolitana de Curitiba, com área de 38.407,00m<sup>2</sup> onde foi utilizada a alvenaria de vedação de bloco de concreto, com um total de 2.620,00m<sup>2</sup>.

Os dados para realização dos comparativos foram retirados da TCPO (Tabela de Composição de Preços Para Orçamentos) e dados fornecidos pela Construtora da obra em questão. Os itens escolhidos para verificação são a mão de obra, materiais de composição dos blocos, produtividade e desperdício de material.

O comparativo será baseado no entendimento via dados obtidos dessa obra específica que foi realizada em bloco de concreto, em contraponto com a simulação da construção da mesma edificação em bloco cerâmico. E finalmente uma comparação entre esses dados foi realizada e interpretada possibilitando assim o entendimento final sobre qual o bloco que permite uma maior sustentabilidade.

## 4 ESTUDO DE CASO – RESULTADOS

O estudo de caso teve como base os valores provenientes da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos), bem como dos dados da obra industrial analisada.

Para este estudo considerar-se-á uma espessura de parede padrão igual a 19 cm e o uso de argamassa para o assentamento de ambos os blocos. Cada um dos itens do estudo a mão de obra, os materiais de composição dos blocos, a produtividade e o desperdício de materiais, será comparado usando parâmetros da obra escolhida para chegar aos resultados finais.

Com este estudo poder-se-á comprovar qual dos dois tipos de alvenaria de vedação é a mais economicamente sustentável em relação aos itens de estudo.

### 4.1 CUSTO TOTAL DA OBRA

No caso do custo total da obra foram analisados dados da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos) e comparados aos dados obtidos na obra em estudo, assim foi possível obter o custo total da obra utilizando bloco de concreto e simular o custo total desta obra utilizando o bloco cerâmico como alvenaria de vedação.

#### ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS DE CONCRETO

Alvenaria de vedação com blocos de concreto, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0, 5:8 - tipo 2 - unidade: m<sup>2</sup>

TABELA 7 - Alvenaria de vedação com bloco de concreto

COMPONENTE	UNID	CONSUMO
Pedreiro	h	0,97
Servente	h	1,152
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,022204
Cal Hidratada CH III	kg	0,83124
Cimento Portland CO II-E-32	kg	3,3124
Bloco de concreto de vedação - bloco inteiro - 19x19x39	unid	12,90

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 8 – Consumo e Custo por m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco de concreto

CONSUMO	VALOR	CUSTO
0,97	R\$ 7,87	R\$ 7,63
1,152	R\$ 5,78	R\$ 6,66
0,022204	R\$ 51,00	R\$ 1,13
0,83124	R\$ 0,30	R\$ 0,25
3,3124	R\$ 0,44	R\$ 1,46
12,90	R\$ 2,00	R\$ 25,80
<b>CUSTO TOTAL POR M<sup>2</sup></b>	<b>R\$</b>	<b>42,93</b>

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 8 apresenta o consumo dos itens que fazem parte da composição do bloco de concreto retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes valores sendo assim possível chegar ao valor de R\$ 42,93 reais por m<sup>2</sup> do bloco de concreto.

TABELA 9 – Custo total para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco de concreto

<b>CUSTO TOTAL POR M<sup>2</sup></b>	<b>R\$</b>	<b>42,93</b>
<b>CUSTO TOTAL PARA 2.620,00 M<sup>2</sup></b>	<b>R\$</b>	<b>112.476,60</b>

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 9 apresenta o custo de 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco de concreto que é de R\$ 42,93 reais sendo assim, o custo total necessário para a obra de 2.620,00 m<sup>2</sup> é igual a R\$ 112.476,60 reais.

#### ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS FURADOS

Alvenaria de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - tipo 1 - unidade: m<sup>2</sup>.

TABELA 10 - Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado

COMPONENTE	UNID.	CONSUMO
Pedreiro	h	1,5
Servente	h	1,92
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,05124
Cal Hidratada CH III	kg	7,644
Cimento Portland CO II-E-32	kg	7,644
Bloco cerâmico furado de vedação - 9x19x19	un	51,00

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 11 - Consumo e Custo por m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco cerâmico

CONSUMO	VALOR (R\$)	CUSTO (R\$)
1,5	7,87	11,81
1,92	5,78	11,10
0,05124	51,00	2,61
7,644	0,30	2,29
7,644	0,44	3,36
51,00	0,35	17,85
<b>CUSTO TOTAL POR M<sup>2</sup></b>		<b>49,02</b>

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 11 apresenta o consumo dos itens que fazem parte da composição do bloco de cerâmico retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes

valores sendo assim possível chegar ao valor de R\$ 49,02 reais por m<sup>2</sup> do bloco cerâmico.

TABELA 12 - Custo total para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco cerâmico

CUSTO TOTAL POR M <sup>2</sup>	R\$	49,02
CUSTO TOTAL PARA 2.620,00 M <sup>2</sup>	R\$	128.432,40

Fonte: Aatoria própria.

A Tabela 12 apresenta o custo de 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco cerâmico que é de R\$ 49,02 reais, sendo assim, o custo total necessário para a obra utilizando o bloco cerâmico com área de alvenaria de vedação igual a 2.620,00m<sup>2</sup> é igual a R\$ 128.432,40 reais.

TABELA 13 – Comparativo do custo total dos blocos

	CUSTO (R\$)
<b>BLOCO DE CONCRETO</b>	<b>112.476,60</b>
<b>BLOCO CERÂMICO</b>	<b>128.432,40</b>

Fonte: Aatoria própria.

A Tabela 13 é resultante do comparativo do valor total da obra considerando as alvenarias de vedação em blocos de concreto e cerâmico. Onde se evidencia que a alvenaria de bloco cerâmico possui um custo maior em comparação com a alvenaria de bloco de concreto utilizada na obra em estudo.

## 4.2 CUSTO DE MÃO DE OBRA

No custo de mão de obra foram analisados dados da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos) e comparados aos dados obtidos na obra em estudo, sendo assim possível obter o custo de mão de obra utilizando bloco de concreto e simular o custo mão de obra utilizando o bloco cerâmico como alvenaria de vedação.

TABELA 14 – Mão de Obra para alvenaria de bloco de concreto

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>
Pedreiro	h	0,97
Servente	h	1,152

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 15 – Custo de mão de obra por m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco de concreto

<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>
0,97	5,62	5,45
1,152	4,13	4,76
<b>TOTAL</b>		<b>14,29</b>

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 15 apresenta o consumo do pedreiro e do servente para execução de 1 m<sup>2</sup> em bloco de concreto retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes valores sendo assim possível chegar ao valor de R\$ 14,29 reais por m<sup>2</sup> do bloco de concreto.

TABELA 16 – Custo total de mão de obra para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco de concreto

CUSTO TOTAL POR M <sup>2</sup>	R\$	14,29
CUSTO TOTAL PARA 2.620,00M <sup>2</sup>	R\$	37.439,80

Fonte: Aatoria própria.

A Tabela 16 apresenta o custo de mão de obra para 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco de concreto, que é igual a 14,29 reais, sendo assim, o custo da mão de obra necessário utilizando o bloco de concreto com uma área de 2.620,00 m<sup>2</sup> é igual a R\$ 37.439,80 reais.

TABELA 17 - Mão de Obra para alvenaria de bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNID</b>	<b>CONSUMO</b>
Pedreiro	h	1,5
Servente	h	1,92

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 18 - Custo de mão de obra por m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco cerâmico

<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>
1,5	5,62	8,43
1,92	4,13	7,93
<b>TOTAL</b>		<b>22,90</b>

Fonte: Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 18 apresenta o consumo do pedreiro e do servente para execução de 1 m<sup>2</sup> em bloco de cerâmico retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes valores sendo assim possível chegar ao valor de R\$ 22,90 reais por m<sup>2</sup> do bloco de cerâmico.

TABELA 19 – Custo total de mão de obra para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco cerâmico

CUSTO TOTAL POR M <sup>2</sup>	R\$	22,90
CUSTO TOTAL PARA 2.620,00 M <sup>2</sup>	R\$	59.998,00

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 19 apresenta o custo de mão de obra para 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco cerâmico, que é igual a 22,90 reais, sendo assim, o custo da mão de obra necessário utilizando o bloco cerâmico com uma área de 2.620,00 m<sup>2</sup> é igual a 59.998,00 reais.

TABELA 20 - Comparativo do custo total de mão de obra dos blocos

BLOCO DE CONCRETO	R\$	37.439,80
BLOCO CERÂMICO	R\$	59.998,00

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 20 é resultante do comparativo do custo total da mão de obra em relação ao pedreiro e servente e considerando as alvenarias de vedação em blocos de concreto e cerâmico. Onde se evidencia que a alvenaria de bloco cerâmico possui um custo maior em comparação com a alvenaria de bloco de concreto utilizada na obra em estudo.

#### 4.3 CUSTO DE INSUMOS DOS MATERIAIS DE COMPOSIÇÃO DOS BLOCOS

No custo de insumos dos materiais de composição de foram analisados dados da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos) e comparados aos dados obtidos com a obra em estudo, onde foi obtido o custo de insumos dos materiais de composição dos dois blocos.

TABELA 21 – Insumos para bloco de concreto

COMPONENTE	UNID	CONSUMO
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,022204
Cal Hidratada CH III	kg	0,83124
Cimento Portland CO II-E-32	kg	3,3124
Bloco de concreto de vedação	un	12,9

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 22 – Custo dos insumos por m<sup>2</sup> de bloco de concreto

<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR</b>	<b>CUSTO (R)</b>
0,022204	51,00	1,13
0,83124	0,30	0,25
3,3124	0,44	1,46
12,9	2,00	25,80
<b>TOTAL</b>		<b>28,64</b>

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 22 apresenta o custo dos insumos para execução de 1 m<sup>2</sup> em bloco de concreto retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes valores sendo assim possível chegar ao valor de 28,64 reais por m<sup>2</sup> do bloco de concreto.

TABELA 23 – Custo total de insumos para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco de concreto

CUSTO TOTAL POR M <sup>2</sup>	R\$	28,64
CUSTO TOTAL PARA 2.620,00 M <sup>2</sup>	R\$	75.036,80

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 23 apresenta o custo dos insumos para execução de 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco de concreto, que é igual a R\$ 28,64 reais, sendo assim, o custo total necessário dos insumo utilizando o bloco de concreto com uma área de 2.620,00 m<sup>2</sup> é igual a R\$ 75.036,80 reais.

TABELA 24 – Insumos para o bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNID</b>	<b>CONSUMO</b>
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,05124
Cal Hidratada CH III	kg	7,644
Cimento Portland CO II-E-32	kg	7,644
Bloco de concreto de vedação	unid	51

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

TABELA 25 – Custo dos insumos por m<sup>2</sup> de bloco cerâmico

CONSUMO	VALOR (R\$)	CUSTO (R\$)
0,022204	51,00	2,61
0,83124	0,30	2,29
3,3124	0,44	3,36
12,9	2,00	17,85
<b>TOTAL</b>		<b>26,12</b>

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 25 apresenta o custo dos insumos para execução de 1 m<sup>2</sup> em bloco cerâmico retirados da TCPO, os valores são dados da obra industrial fornecidos pela construtora e o custo é o resultado da multiplicação destes valores sendo assim possível chegar ao valor de R\$ 26,12 reais por m<sup>2</sup> do bloco cerâmico.

TABELA 26 – Custo total de insumos para 2.620,00 m<sup>2</sup> de bloco cerâmico

CUSTO TOTAL POR M <sup>2</sup>	R\$ 26,12
CUSTO TOTAL PARA 2.620,00 M <sup>2</sup>	R\$ 68.434,40

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 26 apresenta o custo dos insumos para execução de 1m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco cerâmico, que é igual a 26,12 reais, sendo assim, o custo total necessário dos insumo utilizando o bloco cerâmico com uma área de 2.620,00 m<sup>2</sup> é igual a R\$ 68.434,40 reais.

TABELA 27 – Comparativo do custo total de insumos dos blocos

BLOCO DE CONCRETO	R\$ 75.036,80
BLOCO CERÂMICO	R\$ 68.434,40

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 27 é resultante do comparativo do custo total dos insumos que compõem os blocos e considerando as alvenarias de vedação em blocos de concreto e

cerâmico. Evidencia-se que a alvenaria de bloco de concreto possui um custo maior em comparação com a alvenaria de bloco cerâmico utilizada na obra em estudo.

#### 4.4 DESPERDÍCIO DE MATERIAL

O desperdício de material foi analisado tendo como base a unidade da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos) e comparados aos dados de desperdício obtidos com a obra em estudo, obtendo-se o bloco que possui mais desperdício de material.

TABELA 28 – Unidade e desperdício do bloco de concreto e bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNID</b>	<b>DESPERDÍCIO</b>
BLOCO DE CONCRETO	12,9	0,03
BLOCO CERÂMICO	51	0,05

Fonte: Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010).

A Tabela 28 apresenta as unidades utilizadas na TCPO para o bloco de concreto e bloco cerâmico o item desperdício esta baseado em dados retirados da obra industrial.

TABELA 29 – Desperdício total do bloco de concreto e bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>UNID</b>	<b>DESPERDÍCIO</b>
BLOCO DE CONCRETO	33.798,00	1.013,94
BLOCO CERÂMICO	133.620,00	6.681,00

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 29 apresenta o desperdício na execução de 2.620,00 m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação em bloco cerâmico, que é igual a R\$ 6.681,00 unidades e o

desperdício no caso da alvenaria de vedação em bloco de concreto é igual a 1.013,94 unidades, sendo assim, o bloco de concreto possui um menor desperdício de unidades.

#### 4.5 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

A produtividade de mão de obra foi analisada tendo como base o consumo tanto do pedreiro quanto do servente da TCPO (Tabelas de composições de preços para orçamentos) a área de 2.620,00 m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação de bloco de concreto e de bloco cerâmico.

TABELA 30 – Comparativo da produtividade do pedreiro para o bloco de concreto e bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>TOTAL</b>
BLOCO DE CONCRETO	0,97	2.541,40
BLOCO CERÂMICO	1,50	3.930,00

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 30 apresenta que o consumo do serviço do pedreiro no caso da utilização da alvenaria de vedação de bloco de concreto tem um valor inferior representando uma melhor produtividade em relação ao serviço do pedreiro no caso da alvenaria de vedação seja feita com blocos cerâmicos.

TABELA 31 – Comparativo da produtividade do servente para o bloco de concreto e bloco cerâmico

<b>COMPONENTE</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>TOTAL</b>
BLOCO DE CONCRETO	1,15	3.013,00
BLOCO CERÂMICO	1,92	5.030,40

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 31 apresenta que o consumo do serviço do servente no caso da utilização da alvenaria de vedação de bloco de concreto tem um valor inferior representando uma melhor produtividade em relação ao serviço do pedreiro no caso da alvenaria de vedação seja feita com blocos cerâmicos.

## 5 CONCLUSÃO

A adoção da sustentabilidade na construção civil é um fato irreversível, principalmente considerando que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras visão essa de compromisso a longo prazo.

A noção de construção sustentável deve ser entendida como um processo holístico, que tem como proposta a manutenção e o restabelecimento da harmonia entre os dois ambientes o construído e o natural, onde possa permitir construções que confirmem a dignidade humana estimulando dessa maneira uma igualdade econômica.

Existe além da conservação ambiental, um motivo maior que é a questão de não ultrapassar os limites que colocam em risco a própria existência humana. Com pequenas mudanças realizadas dentro das construções se obtém enormes benefícios, sem agregar grandes variações no custo final da obra.

Dentro desse panorama de sustentabilidade foi realizada uma na análise comparativa na qual foi verificado que a construção da obra industrial escolhida como exemplo, situada na região metropolitana de Curitiba, com área total de 38.407,00 m<sup>2</sup> e com área de alvenaria de vedação em bloco de concreto de 2.620,00 m<sup>2</sup>, em comparação com a mesma obra sendo construída em bloco cerâmico, em termos de valor total da obra, o bloco de concreto torna a obra mais barata.

Quanto à mão de obra o bloco de concreto se mostrou mais barato, nos outros itens pesquisados como o desperdício de material o bloco de concreto tem menor desperdício, quanto à produtividade do pedreiro e servente o bloco de concreto possui uma melhor produtividade.

O único índice onde o bloco de concreto aparece em desvantagem, ou seja, com o custo mais elevado em relação ao bloco cerâmico é no item insumos. Porém deve-se levar em consideração que o bloco de concreto possui um tamanho maior do que o bloco cerâmico.

Deve-se considerar que o bloco de concreto adotado na obra de estudo irá ficar aparente, não necessitando uma camada de massa para acabamento da alvenaria como (chapisco, emboço ou reboco), já a alvenaria de bloco cerâmico,

necessariamente tem que utilizar uma camada de acabamento, contrariamente, corre o risco de apodrecer.

Sendo assim, aponta-se às seguintes conclusões, que o bloco de concreto de vedação possui maior sustentabilidade econômica, é um bloco que permite rendimento em termos de produtividade superior ao bloco cerâmico e seu custo é mais viável por ter valor menor no total da obra. Portanto, todo estudo demonstrou a superioridade do bloco de concreto quanto à sustentabilidade econômica.

## REFERÊNCIAS

ABCP. Sistemas construtivos à base de cimento. **Uma contribuição efetiva para a Sustentabilidade da construção civil**. Disponível em: < [www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2010/02/folder\\_sustentabilidade\\_A4.pdf](http://www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2010/02/folder_sustentabilidade_A4.pdf)>. Acesso 1 mar 2012.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1995, 2002. 94 p.

FERRAZ, Marcelo Carvalho. **Arquitetura conversável**. Rio de Janeiro/RJ: Azougue, 2011.

**GBC Brasil**. Disponível em < <http://www.gbcbrazil.org.br/>>. Acesso em 14 mar 2012.

**Histórico da evolução do tijolo no Brasil**. Disponível em: <<http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Fechamentos2/historico.htm>>. Acesso em 1 mar 2012.

JODIDIO, PHILIP. **Arquitetura verde dos nossos dias**. Slovenia: Taschen, 2009.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

LYNCH Gerard C J, **Alvenaria de tijolo: o seu desenvolvimento histórico**. Trad. António de Borja Araújo, Engenharia Civil, do I. S. T. Instituto Superior de Engenharia,

LYNCH Gerard C J Brickwork: history, technology and practice. **The Building Conservation Directory**, 1993. Disponível em: <<http://www.buildingconservation.com/articles/brick/brickwork.html>>. Acesso em 1 mar 2012.

**MBA em construções sustentáveis, introdução, planejamento e projeto para a construção sustentável**, 2012.

MENDES, Luiz Carlos et. al. **Coberturas em edificações históricas**: análise arquitetônica, estrutural e de durabilidade, 2010. Disponível em <[www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar\\_2010/Topico%205/CINPAR%20072.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%205/CINPAR%20072.pdf)>. Acesso em 18 abr 2012.

**RELATÓRIO BRUNDTLAND**. Disponível em: <<http://www.marcouniversal.com.br/upload/RELATORIOBRUNDTLAND.pdf>>. Acesso em 15 mar 2012.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: G. Gili, 2001.

TCPO, **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, Sinduscon, 2009.

## GLOSSÁRIO DE TERMINOLOGIAS

Glossário de terminologias utilizadas segundo Yazigi (2009, p. 455):

- Alvenaria: conjunto de paredes, muros e obras similares, composto de pedras naturais e/ou blocos ou tijolos artificiais, ligados ou não por argamassa.
- Argamassa de Cal: argamassa na qual o aglomerante é uma cal.
- Argamassa de Cimento: argamassa na qual o aglomerante é um cimento, com aplicações em que a resistência mecânica é mais exigida.
- Argamassa Mista: argamassa na qual os aglomerantes são o cimento e a cal, em proporções adequadas á finalidade a que se destina.
- Argamassa: mistura íntima e homogênea de aglomerante de origem mineral, agregado miúdo, água e eventualmente, aditivos, em proporções adequadas a uma determinada finalidade, com capacidade de endurecimento e aderência.
- Argila: material de origem natural de granulação muito fina, sedimentar, ou formado *in situ* como produto resultante de alteração de rocha. Termo empregado, também, para designar a fração granulométrica com tamanho de grãos inferior a 0,005 mm. Termo utilizado, ainda, para designar solo constituído essencialmente de silicato hidratado de alumínio, como caulim, bentonita, bauxita etc.

- Cal Hidratada: cal, sob a forma de pó seco, obtida pela hidratação adequada da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.
  
- Cal Virgem (também chamada Cal Viva): cal resultante de processos de calcinação, da qual o constituinte principal é o óxido de cálcio ou o óxido de cálcio em associação natural com o óxido de magnésio, capaz de reagir com a água. Em função dos teores dos seus constituintes, pode ser designada de: cálcica (ou alto-cálcio), magnesiana ou dolomítica.
  
- Cal: aglomerante cujo constituinte principal é o óxido de cálcio ou então o óxido de cálcio em presença natural do óxido de magnésio, hidratados ou não.