

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

SUSTAINABILITY IN CIVIL CONSTRUCTION

José Gustavo Paulovicz¹
João Vitor Souza Knopik²
Sabrine Golinhaki³

RESUMO

A situação atual do planeta levou a humanidade a refletir sobre suas ações para minimizar os impactos ambientais ocasionados pelo crescimento descontrolado. O setor da construção civil é um dos responsáveis pela degradação da natureza está buscando introduzir práticas sustentáveis nos processos Construtivos. Este trabalho se baseou em artigos que expuseram os efeitos do setor da construção civil na natureza e os possíveis processos de sustentabilidades, foram analisados os métodos em prol da preservação empregados em algumas cidades através de pesquisas de dados, gráficos e publicações. A introdução de processos sustentáveis na construção civil está longe de ser satisfatória, apesar da grande quantidade de projetos lançados ao meio, poucos são executados na sua totalidade, grande parte pela falta de gerenciamento e desrespeito às leis impostas. Contudo há inúmeras ações que bem executadas podem reduzir os efeitos, como a inserção do agregado reciclado ao concreto, tecnologias usadas para a economia de água e energia. Por fim para minimizar os impactos causados pelo crescimento é essencial o desenvolvimento de processos que reduzem o desperdício de matéria-prima, água e energia elétrica, a reciclagem dos materiais oriundos da construção e demolição para reaproveitamento por meio de políticas públicas de cobrança e incentivo às práticas sustentáveis e principalmente a conscientização populacional quanto a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Construção Civil. Sustentabilidade. Impactos Ambientais. Resíduos. Reciclagem.

ABSTRACT

The current situation of the planet has led humanity to reflect on its actions to minimize the environmental impacts caused by uncontrolled growth. The construction industry is one of the responsible for the degradation of nature is seeking to introduce sustainable practices in the Constructive processes. This work was based on articles that exposed the effects of the civil construction sector on nature and the possible processes of sustainability, the preservation methods employed in some cities were analyzed through data searches, graphs and publications. The introduction of sustainable processes in civil construction is far from satisfactory, despite the large number of projects launched in the middle, few are executed in their entirety, largely due to lack of management and disrespect to imposed laws. However, there are many well-executed actions that can reduce the effects, such as the insertion of the recycled aggregate into the concrete, technologies used for saving water and energy. Finally, in order to minimize the impacts caused by growth, it is essential to develop processes that reduce the waste of raw material, water and electric energy, the recycling of materials from

¹ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Campo Real.

² Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Campo Real.

³ Mestranda no programa de pós-graduação em engenharia civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Pato Branco. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Cândido Mendes - UCAM (2018) e especialista em Estruturas de Concreto e Fundações pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2017). Graduada em Engenharia Civil pela Faculdades Guarapuava (2015). Professora no Centro Universitário Campo Real nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

construction and demolition for reuse through public collection policies and incentive to sustainable practices and especially the population's awareness regarding the preservation of the environment.

Keywords: Civil Construction. Sustainability. Environmental impacts. Waste. Recycling



1 INTRODUÇÃO

O mundo se deparou com um problema de controle de crescimento que a décadas vem ocasionando enormes impactos ambientais, como as mudanças climáticas, a poluição ambiental e o esgotamento dos recursos naturais.

Neste contexto notou-se a necessidade de buscar mudanças para o desenvolvimento do planeta sem causar destruição ao meio ambiente, abrindo espaço para o enfoque da sustentabilidade. Esta por sua vez não possui um conceito ímpar, pois abrange várias definições, porém, o objetivo é único de proteger, preservar e reparar os danos causados ao meio ambiente.

Com esta preocupação, a Construção Civil vêm tentando incorporar práticas sustentáveis ao seu cotidiano, para minimizar os danos causados pelo setor que é responsável por grandes impactos ambientais e por mais de a metade da quantia dos resíduos sólidos gerados no mundo.

Com isso, está buscando consolidar uma indústria verde de conservação dos recursos naturais, a prevenção da poluição, a diminuição dos resíduos, enfoque na reciclagem e na criação de energias renováveis para minimizar os impactos causados pelo ramo (ROMANEL; JUNIOR, 2013).

A preocupação com o desgaste dos recursos naturais vem modificando a indústria da construção civil principalmente tratando-se das matérias primas não renováveis usadas ao longo dos processos construtivos e a destinação dos resíduos gerados nos canteiros das obras. Por isso, a importância da resolução do Conama, que declara que os geradores devem ter como objetivo a não geração de resíduos e a diminuição deles, o reaproveitamento, a reciclagem e por fim a destinação dos mesmo (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

Porém, estes não são os únicos contrapontos à sustentabilidade, pois ainda a construção civil é geradora de cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera (Santoro; Kripka, 2016). É responsável pelo desgaste de rios com descarte incorreto de resíduos, além do desperdício de água e energia nas etapas da construção e na utilização da edificação oriundos de mal planejamento e de projeções errôneas (MARQUES; GOMES; BRANDLI, 2017).

Com toda a evolução tecnológica ainda a lacunas em aberto em algumas áreas da construção civil em relação a sustentabilidade, como exemplo, a não utilização dos ecopontos de destinação dos resíduos reciclados pela construção (SILVA; FERNANDES, 2012). E também pela a não substituição de resíduos reciclados por agregado natural no concreto (SILVA et al., 2017); estes podendo ser maneiras eficientes de processos sustentáveis para preservação quando bem executados.

Com inúmeras iniciativas soltas no espaço podendo ser utilizadas em busca de melhorias há a grande necessidade do auxílio do poder público e da iniciativa privada para

fiscalizar e inserir no cotidiano da população a preservação do meio ambiente, como exemplo o incentivo que algumas instituições com os certificados de qualidade das edificações através de selos que classificam a sustentabilidade do ambiente construído.

Para o desenvolvimento dos processos de sustentabilidade é necessário o estudo aprofundado sobre as etapas a serem realizadas e a disseminação das práticas para a absorção dos ideais sustentáveis no dia a dia da população.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPACTOS AMBIENTAIS X SUSTENTABILIDADE

De acordo com Romanel e Junior (2013), a preocupação com os recursos naturais do planeta vem manifestando um interesse para manter e preservar os mesmos para gerações futuras. O desenvolvimento de processos de sustentabilidade nos setores produtivos é uma maneira de garantir os recursos do planeta fundamentado na aplicação de tecnologias e energias renováveis e na proteção do meio ambiente.

Para o desenvolvimento harmonioso é necessário que haja eficácia no emprego dos recursos naturais energéticos, o estímulo ao desenvolvimento regional, inovação tecnológica, melhoria no padrão de vida das comunidades e com ampliação do mercado de trabalho.

Nessa crescente evolução das cidades há grande impacto, segundo os dados da instituição global URBAN DEVELOPMENT (2010), cerca de mais de 50% da população vive nas mesmas, gerando 85% do produto interno bruto mundial, consumindo mais de 75% dos recursos naturais e gerando 75% dos resíduos mundiais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2011), no Brasil cerca de 84,36% da população reside nas cidades, estando em andamento o desenvolvimento de uma indústria verde com a mesma rapidez do crescimento urbano de modo a manter e conservar os recursos naturais, e gerar energias renováveis, prevenir a poluição e diminuir a quantidade de resíduos com uso da reciclagem dos materiais.

Vários setores da economia atuam na mudança do ciclo de produção da fabricação de produtos enfatizando a sustentabilidade.

Segundo Evangelista, Costa, e Zanta (2010), na Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, em 1992 no Rio de Janeiro, a Rio - 92, houve por parte de vários países grande interesse mundial pelo futuro do planeta e destacaram as relações entre o crescimento econômico e a transformação do ambiente em que vivemos.

Com isso foi elaborado a Agenda 21, esta ressalta o acordo com 179 países da importância de cada um se comprometer a refletir e pôr em prática mundialmente e localmente, sobre as necessidades de soluções para os problemas socioambientais originados pelo crescimento das indústrias e organizações de todos os setores da sociedade.

Naquele período a indústria da construção civil não se importava com os desgastes naturais ocasionados por sua produção, tendo um consumo crescente de matérias - primas utilizadas na produção e nem com o destino dos resíduos descartados nas construções.

Contudo, é o setor onde mais contribui negativamente para os impactos ambientais, sendo responsável pelo lançamento de 50% de CO₂ emitido na atmosfera e por metade dos resíduos sólidos gerados no planeta.

Consoante os estudos de Santoro e Kripka (2016), no Brasil os dados não são discordantes derivados de fatores distintos da realidade do país, devido a enorme quantidade de insumos produzidos e a mão de obra desqualificada, usando como exemplo a produção de cimento como grande vilão.

De acordo com informações da International Cement Review (2010), a produção de cimento teve um crescimento de mais de 100% totalizando 3,3 bilhões de toneladas anuais num prazo de 10 anos, aumentando os impactos ambientais gerados na produção desde a extração da matéria prima com modificações do terreno, desmoronamento, erosão, poluição do ar com emissões de gases até a finalização da produção de cimento e clínquerização com emissões de dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), gases oxidantes, óxidos nitrogenados, chumbo e por fim dióxido de carbono que contribuem para o aquecimento global e poluição do ar.

Santoro e Kripka (2016), afirmam que em média 6% do dióxido de carbono CO₂ gerado no país é oriundo da descarbonatação do calcário derivado da produção de cimento, sendo a produção de clínquer um dos elementos dos gases do efeito estufa.

O dióxido de carbono CO₂ é responsável por 99,8% dos gases emitidos, apesar de não ser nocivo a saúde humana é um dos responsáveis pelo aquecimento global e agravamento do efeito estufa.

Para minimização desses processos da construção civil, estes impactos são avaliados por meio do reconhecimento do ciclo de vida da estrutura ou dos materiais empregados no desenvolvimento da construção denominado ACV. Segundo a NBR 14.040 (ABNT, 2009, p. 2), ACV é a “[...] compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida [...]”. Este faz um comparativo entre os impactos gerados e os produtos utilizados, onde são caracterizados em termos de materiais e energia e classificando-os segundo o seu propósito.

Para Romanel e Junior (2013), essa avaliação dá origem a organizações que criaram um sistema de certificados com selos de qualidade que padronizaram e qualificaram os graus de sustentabilidade de uma construção. Várias empresas aderiram às certificadoras fazendo a utilização dos selos oriundas do método de avaliação da qualidade da construção

civil, o Building Research Establishment Environmental Assessment Method — BREEAM (BRE GLOBAL, 1990), criado no Reino Unido, depois dele surgiram vários outros selos.

As metodologias de certificação possuem maneiras próprias de avaliação onde verificam a interferência da construção no ambiente, a gestão de resíduos, maneira eficiente de utilizar a água, economia de energias alternativas, utilização dos recursos naturais e qualidade ambiental ao redor da edificação durante e depois da construção. Sendo importante para a sustentabilidade a introdução de construções certificadas, pois complementam atitudes sócio ambientais como a redução do uso dos recursos naturais e a destinação correta dos materiais utilizados, influenciando os fornecedores de produtos industrializados e de serviços a se adequarem aos padrões sustentáveis.

Conforme Santoro e Kripka (2016), estas certificadoras possuem ferramentas de análise alimentadas por banco de dados de cada região e suas análises para o ciclo de vida das edificações, ao contrário desta, podendo potencializar a destruição da camada de ozônio e acidificação da terra e dos aquíferos ocasionando grandes impactos ambientais. Podendo ser derivados do transporte, da fabricação dos materiais e da construção, do uso de aquecimentos, ventilação, manutenção e má uso da água e da geração de resíduos de demolição ou construção.

Concordante com as ideias de Romanel e Junior (2013), a indústria brasileira vem modificando seu processo de construção integrando alternativas benéficas em seus projetos como edificações tecnológicas com controle do consumo de recursos, limitando o desperdício, uso de recursos naturais para a comodidade na edificações e modernas técnicas para reciclagem de resíduos sólidos e líquidos produzidos no mesmo. Essa busca pela sustentabilidade vem impulsionando a indústria de produtos a se adequar a mesma, minimizando o consumo de recursos naturais e os impactos ambientais.

Condizente com as opiniões de Marques, Gomes e Brandli (2017), a vários estudos que trataram das ações realizadas nas fases das construções de edificações, a maior parte desses, enfatizaram o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil. Os desafios da construção são inúmeros, devendo então alcançar a elucidação do uso inadequado de energia e de energias renováveis e a coordenação conservacionista da água. Buscando aprimorar os estudos sobre o consumo de energia e água na fase construtiva, possibilitando que outras empresas se moldem ao uso equiparado dos recursos naturais.

Na visão das empresas, enfoca a precisão de alcançar maiores estágios de qualidade e eficácia nos métodos utilizados através da diminuição da produção.

Para que o processo de desenvolvimento sustentável seja satisfatório na construção civil orienta-se a implementação rigorosa das etapas da construção, com vistorias regulares e utilização de materiais ecológicos.

Para melhorar os aspectos ambientais da construção sustentável deve se implementar ações de minimização do consumo de materiais e energia, redução de água e de resíduos, utilização de recursos naturais locais, preservação do meio ambiente, conservação e melhoria da qualidade do ambiente construído. Coerente com Marques, Gomes e Brandli (2017), para o crescimento e conscientização do desenvolvimento sustentável na construção civil é essencial moldar os aspectos econômicos, tecnológicos e sociais para sua melhor eficácia conforme as diretrizes.

A classificação das ações de sustentabilidade devem ser usadas para regulamentação do consumo de água e energia elétrica, como exemplo destas, deve se colocar o uso de sistemas inteligentes que racionaliza o uso da água e de energia. Essas ações envolveriam remuneração externa e redução de tarifas para o uso desses processo, a exemplo o sistema de energia solar que produz e capta do ambiente e gera desconto com o remanescente, e suas ações com uma ênfase na conscientização ambiental do uso dos recursos. Segundo os autores, o consumo de energia elétrica na execução da obra é um dos maiores responsáveis pelos gastos energéticos no mundo, enfrentando um enorme desafio para obter eficiência nos seus sistemas e atingir satisfação na redução do consumo da mesma.

Ainda sim, a energia operacional e de execução tem sido muito estudado, em função da sua conservação, na inclusão do aquecimento, resfriamento, iluminação, ventilação no uso dos elevadores e em outras partes da edificação. A um enfoque sobre a pesquisa da estimativa dos impactos energéticos da construção civil em função dos serviços oferecidos e ao ciclo de vida dos materiais na fase de funcionamento e no uso das construções.

Os defeitos apontados nas obras estavam relacionadas na etapa do projeto ou nas tomadas de decisão, podendo serem revertidas ou até mesmo eliminados os desperdícios e os materiais novos utilizados.

Como afirmam Romanel e Junior (2013), é na elaboração do projeto que deve haver um estudo aprofundado dos impactos ambientais da construção e realizar a ambientação dos processos construtivos e o tratamento dos resíduos garantindo a sustentabilidade no ambiente. Com projeções bem desenvolvidas busca-se o conforto do ambiente usando a iluminação natural, diminuindo o uso dos eletrônicos, utilizando a orientação solar adequada, uso de esquadrias termo acústicas, tecnologias para a regulação da temperatura e da qualidade do ar, consumo consciente da água com medições individuais e captação pluvial e reutilização de resíduos líquidos e sólidos em concordância socioambientais do entorno do empreendimento.

Por fim, o projeto deve conter tecnologias adaptadas para o futuro buscando se enquadrar em regras de sustentabilidade e restringindo os futuros resíduos gerados pelo descarte. O descarte e a produção irregular de resíduos da indústria da construção civil RCD,

são os principais causadores da poluição ambiental, seja pelo descarte inapropriado ou pelo uso errôneo das jazidas ou dos recursos naturais. Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2007), alguns países geram 160 milhões de toneladas por ano de entulho oriundos da construção e demolição de edifícios, sendo a indústria da construção civil responsável por dois terços da totalidade da produção de resíduos sólidos. Este entulho é derivado de 48% das demolições, 44% das reformas e 8% das novas construções, e nestes so 20 a 30 % são recuperados ecologicamente, onde se destacam madeira, metais, asfalto e o concreto com seu reprocessamento e ou reciclagem.

De acordo com Silva e Fernandes (2012), cerca de 60% do total de lixo gerado nas cidades e oriundo de resíduos da construção civil, criando grandes impactos ambientais originados pela má destinação de resíduos construtivos. Alguns municípios possuem espaços totalmente danificado pelo acúmulo dos mesmos derivados dos Resíduos, Construção e Demolição (RCD) ou Resíduos da Construção Civil (RCC).

Para Romanel e Junior (2013), o descarte irregular sem regras de RCD ocasionam acentuada poluição ambiental, sobretudo na criação de espaços incorretos para destinação dos resíduos sem qualquer preservação do meio, prejudicando a drenagem e obstruindo os córregos causando erosões do solo, entre outros fatores degradantes.

Segundo Silva e Fernandes (2012), o descarte incorreto desse resíduos foi o responsável pela deterioração da área da Pedreira Jardim Espírito Santo e da Pedreira Léa e ambas são locais de Preservação Permanente - APP's. As APP's são área de proteção ambiental como descreve o Código Florestal (lei 4.771 de 15 de setembro de 1965), devendo serem melhor cuidadas.

As pedreiras acima descritas ficam às margens do rio Uberaba fonte de abastecimento de água da cidade, o espaço da pedreira foi utilizado não só para o descarte de resíduos da construção civil mas também de resíduos hospitalares, domiciliares e industriais. A falta de técnicas eficientes para a recuperação e descarte desses resíduos leva a prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

Esse resíduo oriundo da construção e da demolição contribuem significativamente na quantidade total de lixo produzido nas cidades. Quando se fala de Resíduos da construção e demolição (RCD), deve se atentar aos processos, pois estes podem ser matéria-prima para agregados de boa qualidade podendo ser usadas em outras fases da construção.

A construção civil tem incorporado novas tecnologias no meio, mas ainda métodos ultrapassados são utilizados devido ao crescente desenvolvimento e a falta de mão de obra qualificada, resultando em atrasos, desperdícios e uma elevada geração de resíduos. Para melhorias é necessário diminuir a quantidade de RCD produzido e aprimorar os processos de reciclagem do mesmo.

O Brasil com suas falhas nesses trabalhos está atrasado comparado a outros países europeus e para que uma evolução ocorra é preciso que a implantação de usinas de reciclagem regulamentadas com métodos sustentáveis sejam essenciais para o dia a dia da sociedade e adotadas pelas prefeituras e construtoras.

Contudo, há alguns municípios se adequando ao novo conceito e buscando políticas de coordenação de seus resíduos sólidos com a finalidade de torná-los agregados de maneira empresarial. No ano de 2002 foram publicadas leis que regulamentaram a administração dos resíduos da construção, porém, não são utilizadas e nem cobradas na sua totalidade.

Concordante com Romanel e Junior (2013), os representantes municipais devem fazer valer sua autoridade e orientar a reciclagem dos resíduos fiscalizando as fases da mesma e verificando as condições corretas do tratamento, impulsionando sua logística e a destinação dos resíduos.

Para auxiliá-los, existem várias leis e resoluções que orientam a manipulação dos resíduos da construção civil dentre as quais: 1º Lei Federal n. 12.305 (Brasil, 2010). Se torna responsável o agente dos processos de geração até o descarte adequado dos resíduos pelos impactos ambientais ocorridos durante o processo. 2º Resolução n. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama (Brasil, 2002). Este classifica os tipos de resíduos em classes A, B, C e D e suas respectivas regras impondo diretrizes para o processo e redução dos impactos ambientais por meio dela. Como exemplo a classe A é composta por resíduos como cerâmica, concreto, argamassas, tijolos, telhas de barro, entre outros que permitem reciclagem sem métodos de transformação.

Na classe B, são resíduos que necessitam passar por processos industriais para a reciclagem, um obstáculo a ser superado, pois arquitetos e ou engenheiros não projetam construções de fácil transformação ou demolição, mesmo sabendo que em alguns países a média de troca de residência é de dez anos ou ainda podendo executar obra durante esse tempo ou demolindo-a, contribuindo no aumento dos resíduos que necessitam de processos de industrialização.

Nos dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON - SP, 2005), o ramo da construção civil é responsável pela parte predominante do volume total dos resíduos sólidos das cidades, no ano de 2003, São Paulo produz diariamente 17.240 toneladas de resíduos sendo 55% proveniente da construção civil, em Campinas chegou a 64% do valor produzido pela cidade no ano. Não somente das demolições, os resíduos oriundos de novas construções pelo mau uso dos materiais, projetos mal feitos e executados, falta de planejamento e resultado do imprevisto, por isso a busca por comprometimento e fiscalização dos órgãos competentes.

Na visão de Evangelista, Costa e Zanta (2010), a Resolução n. 307 do CONAMA (Brasil,2002), que teve o objetivo de gerenciar e estabelecer critérios para o gerenciamento do RCC, orientados os processos importantes para reduzir os impactos ambientais, consiste ainda que os gestores são responsáveis por todos os processos da construção e seus resíduos RCC, obrigando os representantes municipais e construtores a adequarem-se aos métodos de gestão, garantindo finalidade certa dos materiais, englobando métodos e documentos para triagem e depósito dos resíduos na obra. É necessário que os geradores não fabriquem tantos resíduos e que busquem a diminuição do desperdício e tendo como etapa a redução, reutilização, reciclagem e finalidade dos resíduos como objetivo.

A referida Resolução exige ainda que os geradores elaborem e introduzem o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), e para os municípios por meio da composição do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Além dos prazos dados para adaptação, poucas ações foram executados por parte dos geradores e municípios, poucas adequações para atender a demanda e as exigências impostas para garantir a destinação certa do RCC.

No início dos anos 80, teve um enfoque a reciclagem do RCC, usando maseiras moinho, equipamentos que faziam a moagem dos resíduos para utilizá-los novamente. Contudo, esse método é ultrapassado e acontece em demandas menores comparado a outros países, mesmo o Brasil possuindo um crescente desenvolvimento da construção civil.

Essa demora na reciclagem dos resíduos prejudica a utilização do mesmo como agregado em grande escala, não sendo prática comum nos municípios brasileiros. A inserção de usinas de reciclagem com produção e padrões de qualidade não foi introduzida no dia a dia das cidades nem pelas prefeituras e nem pelas construtoras.

Alguns municípios pensando na sustentabilidade tem organizado o processo de reciclagem de seus resíduos, transformando-os em agregados reciclados, sendo desenvolvido por pesquisadores que estão inserindo pneus reciclados como agregado. Do ponto de vista de SILVA et al., (2017), depois de ser aprovada a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), n. 258/1999, a reciclagem de pneus inservíveis alavancou, pois as empresas de fabricação e importadoras foram obrigadas a dar destinação adequada, seguindo regras de sustentabilidade. Os pesquisadores têm buscado adequar os resíduos oriundos da reciclagem dos pneus, como agregado no concreto para utilização de pavimentações e os resultados tem se mostrado satisfatórios.

Porém a dificuldade foi a diminuição da resistência à compressão na utilização da borracha no agregado, mas verificou-se ganhos em outras partes do concreto, como o aumento da absorção de energia e da flexibilidade do mesmo. Foi constatado que para substituir o agregado natural pelo resíduo de borracha, é necessário ter uma quantidade exata para não danificar a resistência à compressão, pois se o valor não for atingido os agregados

não ficaram distribuídos igualmente no concreto por que a borracha tem baixo módulo de estabilidade ocasionando defeitos no concreto.

Quando a quantidade de agregado é alta para se dividir igualmente por todo o concreto, a força de carregamento também se espalha uniformemente pelo mesmo aumentando sua resistência, e quando essa quantidade é maior que a essencial a fragilidade dos resíduos torna a mistura porosa e fraca consequentemente a resistência diminui.

Após reciclado o pneu, a borracha usada para o agregado com tamanho menor possui menor densidade e porosidade e a resistência a compressão mais elevada. As pesquisas revelam que a substituição do agregado natural pelo resíduo de pneu, diminui a resistência à compressão, mas aumenta outras propriedades importantes do concreto, portanto, o uso dos resíduos de pneu como agregado no concreto é uma das alternativas para reduzir os impactos ambientais, contribuindo para diminuição do uso de materiais naturais e descarte incorretos dos materiais. De acordo com Romanel e Junior (2013), a falta de lugares próprios para o depósito e processamento e os custos de transporte dificultam o processo de reciclagem, com isso todos os resíduos são colocados na mesma caçamba não havendo classificação alguma.

Uma solução é introduzir uma logística de reciclagem de RCD como demonstra a Lei Federal Nº 12305 (BRASIL, 2010), os geradores de entulho são responsáveis pela reintegração do mesmo ao processo produtivo, podendo deposita-lo temporariamente em um local de guarda. O único resíduo que pode ser descartado diretamente e o oriundo da escavação.

A criação de um processo de reciclagem dos resíduos em poucas quantidades que auxiliem os pequenos geradores é essencial, com o desenvolvimento desses métodos de separação é a única forma viável de induzir os pequenos geradores a destinação correta dos materiais como é feito em algumas obras.

De acordo com os autores, o método industrial de construção gera desperdício dos resíduos causando grandes impactos ambientais, devendo ser substituído por processos circulares sustentáveis, onde os resíduos separados por classes e reciclados quando possível possam retornar aos processos construtivos.

As etapas de reciclagem devem ser iniciadas nos canteiros das obras, começando pela separação do material, retirada e o recolhimento do resíduo de acordo com suas classes. Lugares determinados nos bairros, os ecopontos seriam destinados para receber o material segregado, o pequeno gerador poderia ter duas opções, encaminhar os resíduos ao ecoponto mais próximo se sua produção fosse inferior a 2m³, ou o descarte em caçambas na rua caso a quantidade seja superior a 2m³ e está encaminhada ao ecoponto.

Para Romanel e Junior (2013), a função do ecoponto é armazenar os resíduos e encaminhá-los para centros de tratamento ou empresas de reciclagem para garantir a quantidade econômica viável para transporte.

Para que esses processos sejam colocados em prática é necessário uma estrutura urbana adequada, incentivo ao uso dos materiais reciclados, legalização dos processos e disseminação para conscientização quanto aos métodos de reciclagem e sua importância para o meio ambiente.

É essencial a participação de todos os agentes produtores de resíduos, e principalmente o poder público como incentivador e fiscalizador das práticas sustentáveis.

Para Silva e Fernandes, (2012), os ecopontos são lugares no perímetro urbano destinados ao depósito de RCD, um exemplo de ecoponto é da cidade de Uberaba implantado em 2007 e desde sua criação notou-se problema de gerenciamento. Pela má administração do espaço e por não cumprimento das normas, todo o material recolhido é depositado na cava da Pedreira Leia, espaço de preservação ambiental.

Pelas regras dos ecopontos é feita a separação do material para a reciclagem ou utilização, mas de nada serve fazer a separação e depositar os mesmos em locais inadequados transformando os espaços em lixões a céu aberto.

Consoantes aos autores, o poder público e a população tem papel fundamental na efetivação dos projetos, de nada vale o mesmo ser bom e não colocá-lo em prática ou feito de forma incorreta. Há registros de ecopontos funcionando bem mas a casos como o de Uberaba em que a população deposita seus resíduos no lado de fora do espaço, aí mostra o descaso das pessoas e a falta de informação.

Para eficácia dos ecopontos é necessário que o poder público se faça presente incentivando e implementando a disseminação das práticas sustentáveis de RCD e RCC entre outros. Estes trariam ganhos enormes econômicos usando o RCD como matéria prima para novas construções, no social gerando mão de obra para separação do material e principalmente ambiental livrando a natureza dos resíduos.

Em todo o mundo, as ações que se sobrepuseram a natureza trazendo enormes consequências ambientais estão sendo revistas, enfocando a necessidade de práticas sustentáveis urgentes e a reeducação populacional, de instituições, empresas e os governos de revitalizar valores éticos em relação a sustentabilidade. Para uma mudança efetiva do planeta para o presente e o futuro é extremamente essencial que a população saiba da importância da aplicação dos processo e principalmente da preservação da natureza. Pois não adianta o conhecimento sobre sustentabilidade ambiental se não houver sensibilização das pessoas a transformá-los em ação.

3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E OS MÉTODOS DE CONTRIBUIÇÃO ATRAVÉS DE CERTIFICAÇÕES

Marques, Dalvi e Alvarez (2018) afirmam que em 1960 já era notado que o desenvolvimento incontrolado ocasionaria o crescimento insustentável de várias cidades, gerando grandes impactos ambientais como mudanças climáticas, escassez dos recursos naturais e poluição ambiental. Desde o início da industrialização iniciou-se o crescimento desordenado e a não preservação, sendo necessária a transformação dos métodos usados, principalmente tratando-se da degradação dos recursos naturais e aos impactos ambientais e sociais ocasionados pelo desenvolvimento.

As cidades serão mais sustentáveis quando preservar seus recursos naturais em conformidade com a qualidade de vida, com políticas de preservação, visando a inserção de novas tecnologias e de práticas, disseminando novos valores e conceitos sobre vida sustentável. A construção civil possui meios de verificação que colaboram para a inserção dos fundamentos sustentáveis com a análise do desempenho dos edifícios em relação ambiental, formado por normas compostas por indicadores e critérios. Esse método foi criado para avaliar os impactos ambientais das construções, enfatizando um controle do uso das matérias primas e dos danos ocasionados pela obra, buscando a conscientização do ramo para a sustentabilidade.

De acordo com Zangalli (2013), às certificações ambientais surgem para fomentar o ramo da construção civil, obter alternativas que melhorem as edificações sendo mais sustentáveis, se enquadrando em regras que fazem com que o edifício fique mais atraente e eficiente para o meio ambiental e as cidades, a exemplo mostra o selo brasileiro Casa Azul.

Grunberg, Medeiros e Tavares (2014), alegam que o selo Casa Azul é uma classificação socioambiental para construções residenciais da Caixa Econômica Federal, é o primeiro selo brasileiro criado para as necessidades habitacionais do país, foi desenvolvido pela escola politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Estadual de Campinas. Com o objetivo de regular o uso de recursos naturais, reduzir as despesas dos edifícios e dos usuários, economizando todos os recursos viáveis usados nas obras e após ela.

O selo é uma avaliação para imóveis financiados ou a serem, pela Caixa Econômica Federal e sua adesão é voluntária. Como forma de análise, este selo verde, avalia a elucidação da eficácia usada na construção, na manutenção, no uso, técnica do imóvel e recebe graus de graduação que podem ser de bronze, prata ou ouro; e para possuir o selo casa azul são analisados 53 critérios, separados em seis categorias; “qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão de água e práticas sociais”.

Para Marques, Dalvi e Alvarez (2018), a empregabilidade dos selos como certificações de sustentabilidade nos empreendimentos estimula a inserção de métodos efetivos para os responsáveis pela obra e seus futuros compradores. Podendo os governos participar e fiscalizar iniciativas como esta, e inovando com políticas públicas voltada ao desenvolvimento sustentável. Mesmo sendo pequenas se executadas formalmente e rigorosamente irão contribuir para a estruturação de aspectos sustentáveis na construção civil.

Alguns governantes através de órgão específicos estão buscando punir com multas e coibir a ação do meio em desfavor a sustentabilidade, e estas práticas estão cooperando para as mudanças no ramo. No Brasil foi criado o Qualiverde (Rio de Janeiro 2011) é um projeto de certificações voluntárias que estimulam empreendimentos existentes ou novos a aderirem a processos sustentáveis buscando a diminuição dos danos causados ao meio ambiente, alimentando a busca por novas tecnologias e meios que tragam eficiência e redução energética, gerenciamento do uso da água entre outros.

Os empreendimentos que se adequarem aos critérios propostos e adquirirem certificação podem conseguir incentivos como redução do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) e do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI).

Já em Belo horizonte possui o selo BH Sustentável, que determina a minimização dos gases de efeito estufa, através da inserção de processos sustentáveis em construções novas ou não, sendo executadas no município.

Por outro lado há cidades com grande IDHM, que não possuem qualquer método de preservação ambiental implantada, enquanto em outros municípios menores a registros de políticas públicas, sendo executadas em favor da sustentabilidade no ambiente construído, como Ribeirão Preto (SP) e Teresina (PI), respectivamente.

No aspecto territorial a região Sudeste foi a que teve maior representatividade, na quantidade, mas a região Sul teve maior quantidade de políticas públicas por município, indicando que a média populacional não tem relação com as ações sustentáveis em exercício, e nem com o desenvolvimento da região, tendo a região Sudeste como mais desenvolvida teve menos iniciativas por município do que a região Sul e até a Nordeste.

Como descrito por Techio, Gonçalves e Costa (2016), a sustentabilidade compreende inúmeros conceitos que não se englobam em uma única definição, pois se trata de um assunto que abrange diversos aspectos, que insere questões sociais, ambientais, econômicas, psicológicas que exigem prevenção de controle e correção de ações realizadas ou não pela população, com o intuito de resguardar o ambiente e melhorar a vida em sociedade e das gerações futuras.

4 METODOLOGIA

A metodologia é entendida como a prática na qual foi abordado a realidade, que através dos pensamentos chegaram-se as comparações e conclusões. O trabalho apresentado trata-se de um resumo de assunto com objetivo exploratório, onde foi utilizado a plataforma Scielo como fonte de pesquisa, com o tema “sustentabilidade construção civil”, foi disponibilizado pelo Scielo 31 (trinta e um) resultados utilizando apenas como filtro a opção Brasil na aba coleções.

Desses resultados encontrados foram selecionados 10 (dez) artigos para elaboração do estudo, no qual o conteúdo era mais compatível com o objetivo, após classificados os artigos foram utilizados para a construção do texto os procedimentos de análise bibliográfica e bibliométrica.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa em questão é exploratória com objeto bibliográfico e tratamento dos dados qualitativo e quantitativo onde trata-se da sustentabilidade na construção civil. Esta por sua vez é um dos setores que mais geram poluentes ao meio ambiente, principalmente pela liberação de CO₂ na atmosfera, que é o principal fator causador do efeito estufa, também é responsável por 50% dos detritos sólidos gerados no planeta, além disso causa danos ao meio ambiente por meio de erosões em solos, desmoronamento e pela emissão de gases durante o processo da fabricação de cimento, foi exposto algumas soluções para minimizar os impactos ambientais ocasionados pelo setor.

Para isso a pesquisa foi baseada em estudos de autores como Romanel e Junior (2013), Silva e Fernandes (2012), Santoro e Kripka (2016), Techio, Gonçalves e Costa (2016), entre outros que elaboraram trabalhos pertinentes ao assunto.

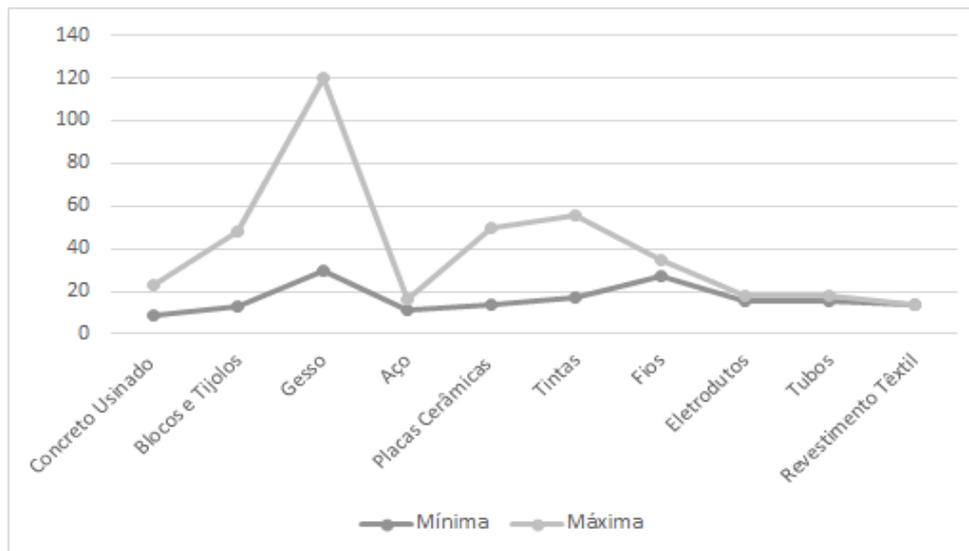
Todas as referências teóricas foram devidamente identificadas mantendo os métodos padrões de pesquisas.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A tabulação dos dados foi realizada na planilha eletrônica Microsoft Excel 2013® e para facilitar a visualização dos dados utilizou-se gráficos.

A seguir são apresentadas os valores do desperdício dos materiais oriundos da construção civil no Brasil, fazendo uma média entre os dados, mínimos e máximos, em decorrer da grande variação dos números coletadas em cada região, possibilitando demonstrar a média do país (ROMANEL e JUNIOR, 2013).

Gráfico 1: Porcentagem média e máxima de desperdício dos materiais no canteiro de obra

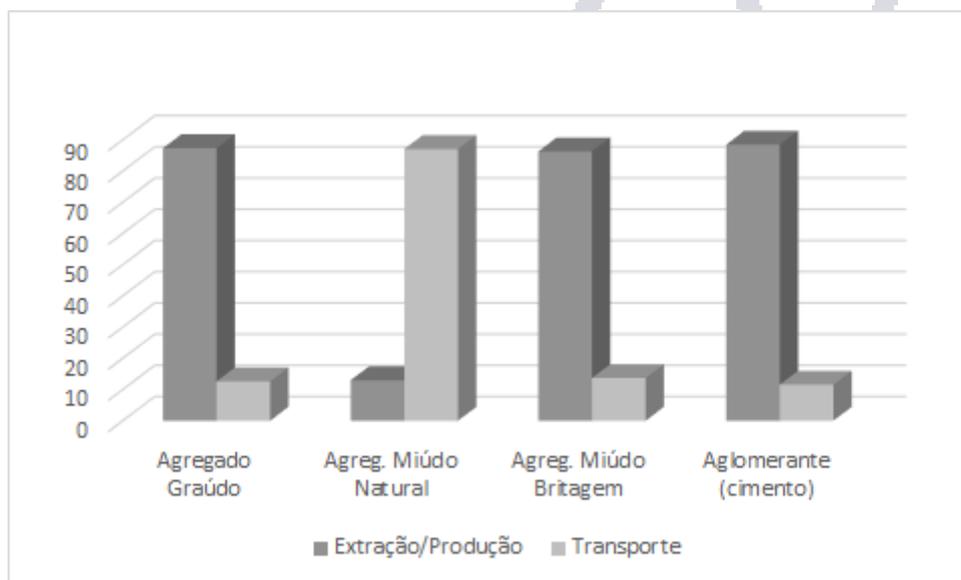


Fonte: Espinelli (2005)

Estes não são os únicos contrapontos à sustentabilidade, pois ainda a construção civil é geradora de cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera (SANTORO; KRIPKA, 2016).

Apresentam-se na sequência o gráfico dos resultados para demonstração da emissões de CO₂ das matéria prima usadas na fabricação do concreto e a contribuição da produção até o transporte do mesmo. Os resultados obtidos mostram que as emissões mais elevadas ocorrem com o aglomerado do cimento contabilizando desde a produção até o transporte. Notou-se que o agregado miúdo emite mais poluentes no seu transporte cerca de 87% de suas emissões.

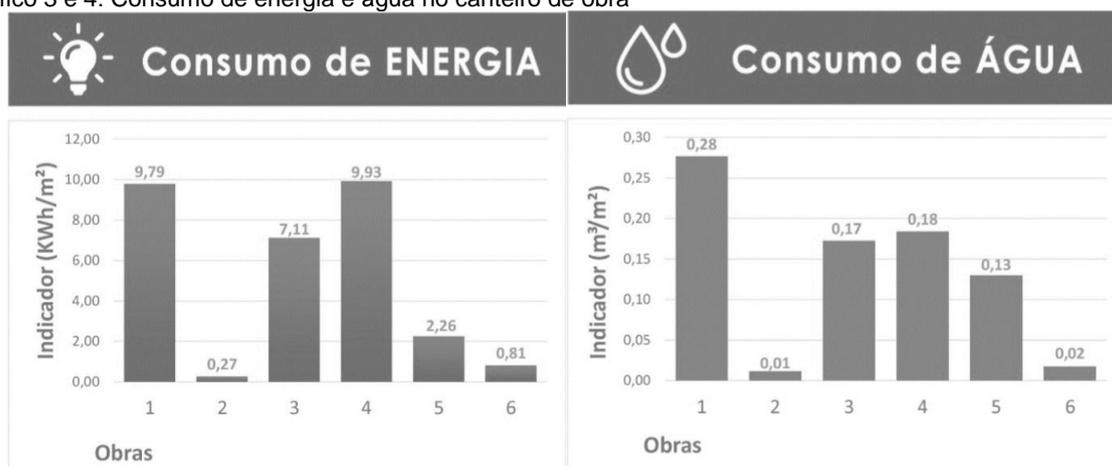
Gráfico 2: Porcentagem de emissões de CO₂ da extração/produção e transporte



Fonte: Santoro e Kripka (2016)

Para Marques, Gomes e Brandli (2017), os dados apresentados no gráfico permitem a análise dos valores médios verificados em seis obras. O montante obtido para o consumo de água mostrada em volume por área construída e o consumo de energia medida em kWh por área construída, mostram que as obras 2 e 6 do tipo comercial com maior área apresentam menor consumo de energia e água, e as obras com maior índice de compacidade (IC) revelam o menor consumo de água e energia, ou seja, as duas obras com menor IC apresentaram o maior consumo.

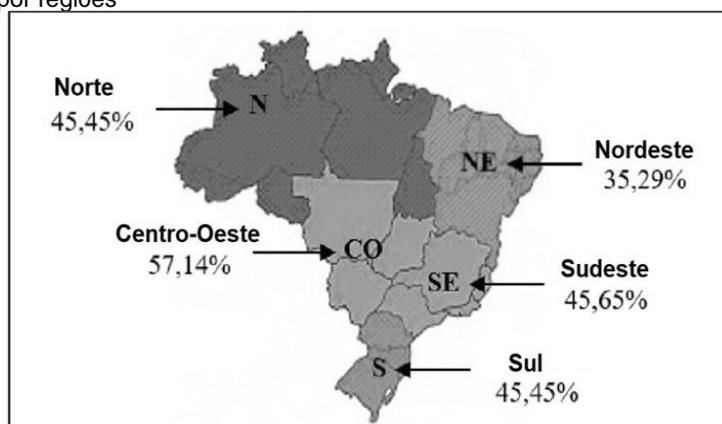
Gráfico 3 e 4: Consumo de energia e água no canteiro de obra



Fonte: Marques, Gomes e Brandli (2017)

Segundo Marques, Dalvi e Alvarez (2018), no aspecto territorial como mostra o mapa a seguir a região Sudeste e Centro Oeste foi a que teve maior representatividade na quantidade de iniciativas, mas a região Sul teve maior quantidade de políticas públicas por município, indicando que a média populacional não tem relação com as ações sustentáveis em execução, e nem com o desenvolvimento economicamente e em quantidade populacional, tendo esta região menos iniciativas por município do que a região Sul e até a Nordeste.

Imagem 1: Iniciativas por regiões

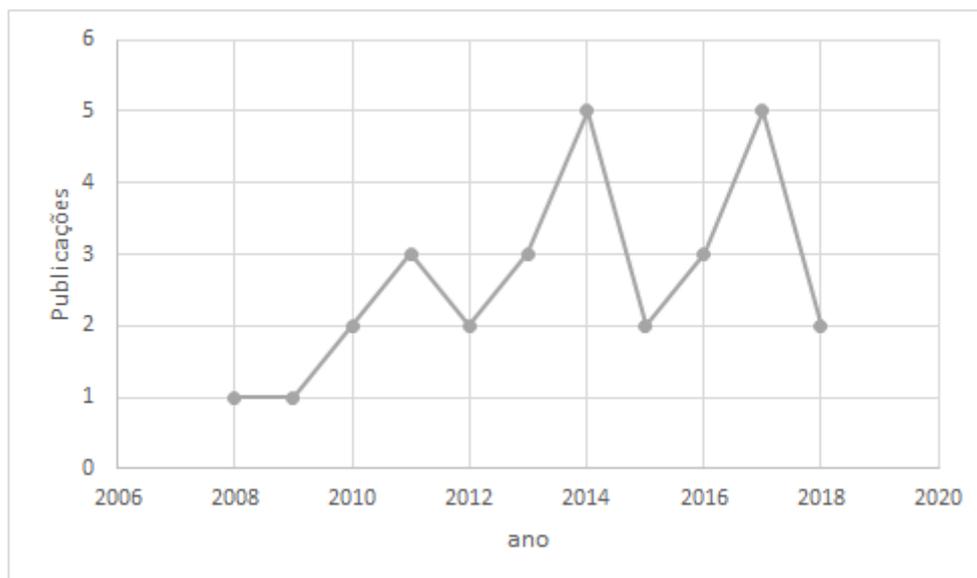


Fonte: Adaptada de Universidades (2017)

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Através dos dados obtidos na plataforma de pesquisa Scielo, foi feito um levantamento de dados onde pode-se notar alguns fatos importantes sobre o assunto tratado na presente pesquisa, com o uso da planilha eletrônica Microsoft Excel foram criados gráficos para um melhor entendimento sobre os 31(trinta e um) resultados obtidos na pesquisa.

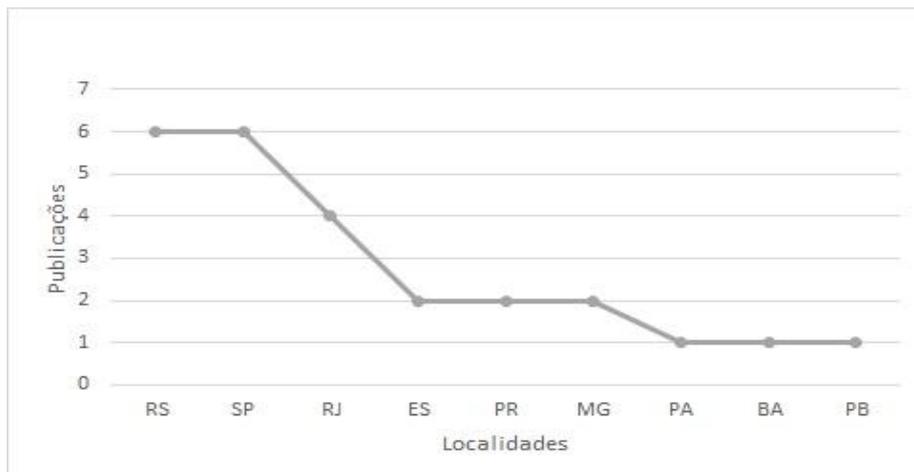
Gráfico 5: Publicações realizadas no período entre 2008 e 2018.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Pode-se perceber que, de 2006-2009 o assunto sobre sustentabilidade não era tão discutido como nos tempos atuais devido a ter apenas 4 publicações durante todo esse período, significando que a importância sobre o meio ambiente só passou a ser debatida nas universidades a partir de então. Com o passar do tempo o assunto passou a ter uma grande alta em suas publicações com destaque para 2014 e 2017 que tiveram seu maior número da mesma chegando a 5 por ano, o assunto sobre sustentabilidade passou a ser mais discutido em todo o planeta desde os anos 2000, onde percebeu-se a necessidade de reciclar devido ao grande crescimento das cidades e conseqüentemente o aumento da geração de resíduos sólidos, que não tinham uma destinação correta e também devido a percepção de que as fontes de energia um dia iriam se esgotar e seria necessário o uso de energia renovável o mais rápido possível tentando implantar uma indústria verde com objetivo de minimizar e reparar os danos já causados ao meio ambiente.

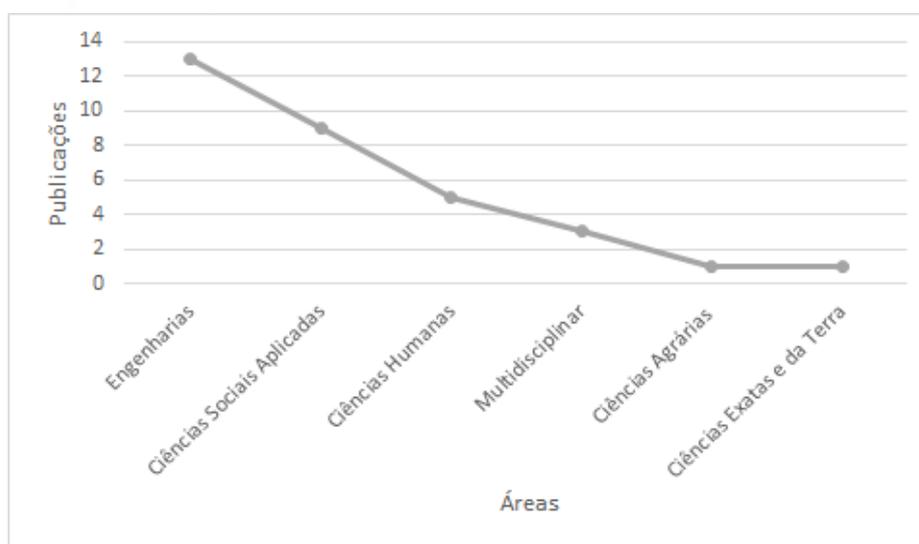
Gráfico 6: Localidades com maior número de publicações.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Foram selecionados os estados onde foram realizadas cada pesquisa no Brasil. Pode-se notar que Rio Grande do Sul e São Paulo foram os estados com maior número de publicações somando seis cada uma, os dois estados têm grandes cidades com grande número de habitantes, podendo assim notar que as cidades maiores tem uma dificuldade a mais em relação às outras, por serem grandes produtoras de resíduos sólidos e não tendo onde descartar corretamente, assim o assunto de sustentabilidade está sendo cada vez mais debatido nessas regiões com finalidade de mudar essa situação. Em seguida vem Rio de Janeiro com quatro publicações, Espírito Santo, Paraná e Minas Gerais com duas publicações cada e Pará, Bahia e Paraíba com apenas uma publicação, mostrando assim que nessas regiões o assunto sobre sustentabilidade ainda não está sendo tratado com a mesma importância das demais regiões.

Gráfico 7: Publicações por áreas temáticas.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Notou-se que o maior número de publicações relacionados a sustentabilidade na construção civil é de interesse dos cursos de engenharias, por tratar-se de sustentabilidade em obras, onde ocorrem grandes desperdícios na fase de construção e também na fase de demolição onde os resíduos sólidos nem sempre tem um destino correto. Pelo tema se tratar principalmente de sustentabilidade na construção civil, não é abordado com tanto interesse por outras áreas.

6 CONCLUSÕES

A situação do planeta vem se agravando com os impactos ambientais ocasionados pelo crescimento desordenado, gerando receios e trazendo ao foco a sustentabilidade. A construção civil como responsável por mais de a metade dos resíduos lançados na natureza vem incorporando iniciativas sustentáveis aos processos construtivos para minimizar os efeitos da degradação.

Com a inserção de métodos de reciclagem de RCC e RCD para retornar aos processos construtivos, a busca por tecnologias que auxiliem na economia de água, energia e matéria prima, a substituição e ou incorporação do agregado reciclado ao em vez do natural como exemplo a inserção dos resíduos de pneu ao concreto, a redução da emissão de CO₂ na atmosfera como finalidade.

A disseminação e introdução de projetos mais eficientes que visem as práticas sustentáveis desde o canteiro de obras até sua finalidade, com políticas públicas de incentivo e cobrança das leis e resoluções já existentes e outras possíveis a serem criadas.

Sendo estas umas das poucas ações desenvolvidas no decorrer, que podem minimizar os impactos ambientais ocasionados pela construção civil, tendo um vasto campo de maneiras existentes que podem ser incluídos e ou estudos, para melhorar os processos construtivos tornando-os mais sustentáveis, trazendo enorme contribuição para a população, construtoras, governos, a sociedade em si, e principalmente para o meio ambiente.

Na corrida pelo desenvolvimento sustentável é importante o estudo e o aprofundamento em métodos que busquem ações geradoras de benefícios em vários setores sociais, mesmo com esse conceito abrangente de sustentabilidade, para que as ações sejam executadas e a humanidade possa compreender melhor a preservação como finalidade a ser realizada e implantada, e que trará transformações para o nosso dia a dia e para o futuro.

É preciso definir um critério que possibilite avaliações dos resultados alcançados, características essenciais que demonstrem o que é ou não sustentável, podendo assim disseminar as práticas e conhecimentos aos demais para que se tornem rotineiros para a sociedade, e para que este atinja tal finalidade é preciso mudanças primordiais, principalmente na forma de pensar e no modo de viver, produzir e consumir da população.

REFERÊNCIAS

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D.B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: Comparação entre leed for homes, processo aqua e selo casa azul. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. v. XVII, n. 2, p. 195-214, abr/jun. 2014.

MARQUES, C. T.; GOMES, B. M. F.; BRANDLI, L. L. Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90, out./dez. 2017.

MARQUES, S. B; DALVI, M. B; ALVAREZ, C. E. Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**. 2018.

ROMANEL, C.; JUNIOR, J. V. B. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013.

SANTORO, J. F.; KRIPKA, M. Determinação das emissões de dióxido de carbono das matérias primas do concreto produzido na região norte do Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 35-49, abr/jun. 2016.

SILVA, F. M.; VAZ, V. V.; BARBOZA, L. A. G.; LINTZ, R. C. C. Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis. **Revista Matéria**, v.22, n.1, 2017.

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG. **Soc. & Nat.** Uberlândia. ano 24 n. 2, p. 333-344, mai/ago. 2012.

TECHIO, E. M.; GONÇALVES, J. P.; COSTA, P. N. Representação social da sustentabilidade na construção civil: a visão de estudantes universitários. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo v. XIX, n. 2, p. 187-206, abr/jun. 2016.

ZANGALLI, P. C. Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil. **Soc. & Nat.** Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 291-302, mai/ago. 2013.

INFORMAÇÕES DO TEXTO

Recebido em: 27 de novembro de 2018.

Aceito em: 15 de abril de 2019.

INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

Este artigo deve ser referenciado da seguinte forma:

PAULOVICZ, José Gustavo; KNOPIK, João Vitor Souza; GOLINHAKI Sabrine. Sustentabilidade na construção civil. **PI – Pesquisa e Inovação**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 03-23, jan./jun. 2019.