

The assessment of building sustainability in micro and small building firms – Case study on southern Brazil

Evaluación de la sustentabilidad de la construcción en micro empresas o empresas pequeñas de la construcción – Caso de estudio en el sur de Brasil

Jeferson Patzlaff^{1*}, Marco Aurélio Stumpf González.*, Andrea Parisi Kern*

* Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). BRASIL

Fecha de Recepción: 22/01/2014

Fecha de Aceptación: 01/07/2014

PAG 151-158

Abstract

This paper describes a tool to assess building sustainability on micro and small building firms. In recent years occurred great transformations in design and management phases of buildings. Sustainability is very important because the environmental impact of building sector. The application of innovations generally occurs only in mid or large building companies, however the micro and small building companies represent the majority of the companies. We proposed a tool adjusted to smaller context. Using a sample of buildings, the tool demonstrated be adequate, because it is comprehensible and useful to users with different level of education and knowledge about sustainability.

Keywords: Civil construction, sustainable building, assessment, micro and small companies, Brazil

Resumen

Este artículo describe una herramienta para evaluar la sustentabilidad de la construcción en micro empresas o empresas pequeñas de la construcción. Durante los últimos años han ocurrido grandes transformaciones en micro empresas o pequeñas empresas de la construcción. La sustentabilidad es relevante, debido al impacto ambiental producido por el sector de la construcción. La introducción de medidas innovadoras, generalmente ocurre en empresas constructoras de mediano o gran tamaño, a pesar que la cantidad de micro empresas y pequeñas empresas representan el mayor número de esta actividad. Se propone una herramienta ajustable a un contexto menor. Al emplear una muestra de edificaciones, la herramienta demuestra ser adecuada, porque logra ser comprendida y ser útil para los usuarios, con diferente nivel de educación y conocimiento sobre sustentabilidad.

Palabras claves: Construcción civil, sustentabilidad en la construcción, evaluación, micro empresas y pequeñas empresas, Brasil

1. Introducción

La industria de la construcción es una gran consumidora de recursos. La transformación de materias primas en la construcción y la necesidad de transportar dichas materias, a través de largas distancias, demandan una gran cantidad de recursos adicionales, que provocan importantes impactos ambientales. Recursos para la operación, mantención, desmovilización y demolición son consumidos a través del ciclo de vida de la construcción y, como consecuencia de estas características, la industria de la construcción también es responsable por el consumo de energía, agua y generación de contaminantes.

La búsqueda de la construcción sustentable involucra una amplia gama de acciones, dentro de las cuales destacamos las siguientes: entrenamiento a constructores y proyectistas, mejora de la calidad de los materiales, entrenamiento a la mano de obra, certificaciones, reciclaje, mejora de los medios de comunicación, el intercambio de información y la implementación de materiales y tecnologías innovadoras. Se espera aumentar la competitividad con estas iniciativas, así como aumentar la calidad de los productos y servicios, reducir los costos, optimizar el uso de recursos y, en especial, reducir los desechos y el impacto ambiental de la construcción.

1. Introduction

Construction industry is a great customer of resources. The transformation of raw materials in buildings and the need to transport these materials over long distances requires an additional amount of resources, provoking significant environmental impacts. Resources for operation, maintenance, demobilization and demolition also are consumed throughout the life cycle of construction and, as a consequence of these characteristics, construction industry is also responsible for consume energy, water, and generate pollutants.

Looking for sustainable buildings involves a wide range of actions, among which we highlight the following: training builders and designers, improving the quality of materials, training of manpower, certification, recycling, improving the means of communication and information exchange, and search for innovative materials and technologies. These initiatives are expected to increase the competitiveness, improve the quality of products and services, reduce costs, optimize resource use, and especially reduce waste and environmental impact of construction.

¹ Autor de correspondencia / Corresponding author:

Engenheiro Civil – CREA/RS 133874. Professor do Curso de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Pesquisador do itt Performance - Inst. Tec. em Desempenho e Construção Civil - <http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/>
E-mail: jpatzlaff@brturbo.com.br



Algunos estudios relacionados con la construcción sustentable han ganado importancia, pero la aplicación de medidas innovadoras, generalmente, ocurre en empresas medianas o grandes, que se encuentran en las grandes ciudades. Sin embargo las micro empresas o pequeñas empresas constituyen la mayoría en el sector de la construcción. Por lo tanto ellas son responsables de la implementación de gran parte de la construcción y también de la generación de empleos.

En vista de estos antecedentes, se desarrolló un estudio para evaluar la aplicación de conceptos sobre construcción sustentable, verificando la implementación de éstos en micro empresas y en pequeñas empresas, especialmente considerando las características regionales del Valle del Río Caí, en la región sur de Brasil. Inicialmente se definió un método de evaluación, que fue luego aplicado, con buenos resultados en construcciones existentes, típicas de esta región.

2. Indicadores de sustentabilidad en la construcción

La evaluación del grado de sustentabilidad en el sector de la construcción es un tema complejo. Existen numerosos enfoques, aunque normalmente se basa en dos líneas: Análisis del Ciclo de Vida (ACV) o herramientas que emplean un conjunto de criterios e indicadores. El ACV es empleado para evaluar el impacto ambiental, a través de la cuantificación de materiales y energía involucrados en un producto. Este se alinea con temas discutidos en Rio-92 y Rio+10, considerando las acciones que debieran ser planificadas para el desarrollo de políticas para la producción y consumo, con el fin de mejorar los productos y servicios, reduciendo así impactos ambientales (UN, 1992, 2002). La metodología y resultados del ACV, empleados por países desarrollados, podrían no ser los adecuados para países del tercer mundo. Por lo tanto se debieran desarrollar técnicas apropiadas, en línea con las condiciones y particularidades del país. En realidad, la evaluación del ciclo de vida presenta algunas dificultades prácticas, tales como la falta de información de los productores locales de materiales y componentes, así como la complejidad del análisis y su dependencia de factores como las distancias de transporte (Silva et al., 2002).

No existe una clasificación formal, sin embargo los esquemas disponibles de evaluación ambiental pueden ser claramente separados en dos categorías. Por una parte, existen sistemas diseñados, para ser fácilmente asimilados por los proyectistas, que pueden recibir el reconocimiento del mercado y difundir los esfuerzos realizados para mejorar la calidad ambiental, la implementación y la administración operacional de los proyectos (tales como BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, y LEED - Leadership in Energy and Environmental Design). Por otra parte, existen otras herramientas orientadas a la evaluación, tales como BEPAC (Building Environmental Performance Analysis Club) y su sucesor GBC (Green Building Council). En este caso, el énfasis está en elaborar una completa metodología y un razonamiento científico, que puedan guiar al desarrollo de nuevos sistemas (Silva et al., 2002).

Some studies related to sustainable building are gaining importance, but the application of innovation often occurs only in mid and large companies, which work in larger cities. However, micro and small building companies are the majority on construction sector. Therefore are responsible for implementing large part of the buildings and also employment generation.

In view of this background, we developed a study to evaluate the application of concepts of sustainable construction, verifying the implementation of these concepts in micro and small businesses, especially in face of regional characteristics of the Caí River Valley, a region on southern Brazil. It was initially defined an evaluation method which was then applied to typical buildings in this region, with good results.

2. Indicators of building sustainability

The assessment of sustainability degree in construction sector is a complex issue. There are several approaches, although usually based on two lines: Life Cycle Assessment (LCA) or tools using a set of criteria and indicators. LCA is used to evaluate the environmental impact, through the quantification of materials and energy involved in a product. It is aligned to issues discussed at the Rio-92 and Rio+10, in terms of what actions should be planned for the development of policies for the production and consumption in order to improve products and services, reducing environmental impacts (UN, 1992, 2002). Methods and results of LCA used in developed countries may not be appropriate for Third World, and appropriate techniques must be developed in line with national conditions and peculiarities. In fact, the evaluation of the life cycle presents some practical difficulties such as lack of information from local manufacturers of materials and components, complexity of analysis and dependence on factors such as transport distances (Silva et al., 2002).

There is no one formal classification, but environmental assessment schemes available can be clearly separated into two categories. On the one hand, there are systems designed to be easily absorbed by designers or receive and disseminate market recognition for efforts provided to improve the environmental quality of projects, implementation and operational management (such as BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, and LEED - Leadership in Energy and Environmental Design). On the other hand, there are some forms of evaluation-oriented tools, such as BEPAC (Building Environmental Performance Analysis Club) and its successor, the GBC (Green Building Council). In this case, the emphasis is to develop a comprehensive methodology and a scientific reasoning, which can guide the development of new systems (Silva et al., 2002).



Las técnicas basadas en los criterios LEED y BREEM son flexibles y permiten el uso de análisis cualitativos. Los indicadores de sustentabilidad del ambiente construido describen aspectos ambientales, económicos y sociales. Estos indicadores capturan tendencias que informan a los tomadores de decisiones, para guiar el desarrollo y el control de políticas y estrategias, dentro de otras funciones. Los indicadores son útiles para los proyectistas, mandantes, usuarios, administradores, elaboradores de políticas y otros funcionarios públicos involucrados en la industria de la construcción.

Para cumplir con los requerimientos del mercado y seguir la tendencia de la sustentabilidad, las empresas eligen tomar certificaciones medioambientales. Sin embargo, implementar ajustes a los estándares existentes de preservación ambiental requiere de una enorme inversión para las organizaciones y constituye un costo que, en general, no representa ganancias aparentes, en el corto plazo. Con el mismo gasto las empresas pueden ser calificadas y certificadas, y luego servir como referencia a otras. Esto es más difícil para empresas pequeñas.

LEED es la metodología más conocida y empleada en Brasil. Esta metodología de evaluación fue creada en Estados Unidos en 1999. Actualmente es la metodología con mayor potencial de expansión, de acuerdo a la cuantiosa inversión realizada para su difusión y mejoramiento. Fue inspirada en BREEAM y es un sistema basado en criterios e indicadores. El sistema es actualizado regularmente (cada 3 – 5 años) y, en forma gradual, se han desarrollado versiones para diferentes aplicaciones (USGBC, 2005). Los criterios de evaluación son distribuidos de acuerdo al propósito de cada inmobiliaria. Los criterios de LEED deben evaluar los siguientes tipos de certificación: nuevas construcciones y remodelaciones mayores, edificaciones existentes (fases de operación y mantenimiento), interiores, núcleos y fachadas, escuelas en la fase piloto, vecindades, comercios mayoristas y residencias, dando un total de 69 puntos (USGBC, 2001):

- Lugares sustentables (01 pre-requisito y 14 créditos)
- Eficiencia del agua (05 créditos)
- Energía y atmósfera (03 pre-requisitos y 17 créditos)
- Materiales y recursos (01 pre-requisito y 13 créditos)
- Calidad ambiental interior (02 pre-requisitos y 15 créditos)
- Proceso de innovación y diseño (05 créditos)

Después de la investigación de Silva (2007), se han realizado esfuerzos considerables en Brasil, para desarrollar indicadores de sustentabilidad, en medioambientes construidos, a distintas escalas. Sin embargo estos indicadores varían considerablemente y son definidos de acuerdo a criterios y metodologías, que en algunos casos no son replicables. Además, existen algunos ítems que no aplican a fenómenos nacionales o regionales. Algunos estudios han sido desarrollados para generar mecanismos de evaluación en Brasil. Por ejemplo, Kuhn (2006) y Sedrez (2004) propusieron mecanismos para analizar la sustentabilidad de proyectos de viviendas sociales y Oliveira (2005) propuso un método de evaluación ambiental sobre techumbre en viviendas sociales.

Techniques based on criteria such as LEED and BREEAM are flexible and allow the use of qualitative assessments. Indicators of sustainability of the built environment describe the environmental, economic and social aspects. These indicators capture trends to inform decision makers, to guide the development and monitoring of policies and strategies, among other roles. They are useful for designers, owners, users, managers, policy makers and other public officials involved in the construction industry.

In order to meet the market requirements and follow the trend of sustainability, companies choose environmental certifications. However, an adjustment to current standards of environmental preservation require major investment for organizations, and represents a cost that usually presents no apparent profits on the short term, with the same profit can be quantified by certified firms, and then served as reference to the other. It's more difficult to smaller companies.

The best known and more used method in Brazil is LEED. This method of evaluation was created in the United States in 1999. It is currently the method with greatest potential for expansion, according to the massive investment being made for their dissemination and improvement. It was inspired by BREEAM and is a system based on criteria and indicators. The system is updated regularly (every 3 - 5 years) and versions for different types have been developed gradually (USGBC, 2005). The evaluation criteria are distributed according to the purpose of the property. The LEED criteria have to evaluate the following types of certification: new construction and major reforms, existing buildings (phases of operation and maintenance), interiors, core and "envelope", and schools in the pilot phase, neighborhoods, retail and residences. In LEED, the developments are assessed according to six dimensions or categories of requirements, and resulting in a total of 69 points (USGBC, 2001):

- Sustainable sites (01 prerequisite and 14 credits)
- Water efficiency (05 credits)
- Energy and atmosphere (03 prerequisites and 17 credits)
- Materials and resources (01 prerequisite and 13 credits)
- Indoor environmental quality (02 prerequisites and 15 credits)
- Innovation and design process (05 credits)

After Silva (2007), there are considerable efforts in Brazil to develop sustainability indicators at different scales of built environment, however, these indicators vary widely and are defined according to criteria and methodologies which are not replicable in some cases. In addition, there are some items that do not apply to national or regional phenomenon. Some studies have been developed for the generation of evaluation mechanisms in Brazil. For example, Kuhn (2006) and Sedrez (2004) proposed mechanisms for assess the sustainability of social housing projects, and Oliveira (2005) proposed a method of environmental assessment of roofing on social housing.



3. Metodo de análisis de sustentabilidad

Un método de análisis de sustentabilidad en la construcción requiere tomar en cuenta características regionales y de las construcciones típicas (considerando materiales, mano de obra y técnicas empleadas) y el tamaño de las empresas responsables de su implementación (en nuestro caso micro empresas y empresas pequeñas), dentro de otros aspectos.

A partir de la correlación de diferentes sistemas de análisis de sustentabilidad, diferentes visiones y parámetros propuestos por algunos autores, definimos las dimensiones de sustentabilidad (temas) e indicadores para evaluar la sustentabilidad en una edificación, cuya matriz es presentada en la Tabla 1. Las primeras 42 preguntas son realizadas directamente por el evaluador, mientras que las 3 últimas son el resultado de entrevistas a personas involucradas en el desarrollo. Todas las preguntas fueron evaluadas en una escala de 0 a 3 puntos.

3. A method for sustainability assessment

A method for assessment of building sustainability need to take into account regional characteristics, characteristics of typical buildings (considering materials, manpower and techniques used), and size of the companies responsible for their implementation (in our case, micro and small companies), among other issues.

From the correlation of different systems to sustainability assessment, different visions and parameters proposed by some authors, we defined the dimensions of sustainability (themes) and indicators for assessing the sustainability of a building, whose matrix is presented in Table 1. The first 42 questions are considered directly by the evaluator, while the last 3 result of questioning people involved with the developments. All were assessed on a scale of 0 to 3 points.

Table 1. Proposed method for sustainability assessment: dimensions of sustainability and indicators

Tabla 1. Método propuesto para análisis de sustentabilidad: dimensiones de sustentabilidad e indicadores

<i>Dimensions/ Dimensiones</i>	<i>Indicators/Indicadores</i>
(A) Sustainable sites (A) Sitios sustentables	1 Urban integration/ Integración urbana
	2 General location and solar orientation/ Ubicación general y orientación solar
	3 Assess ways/ Vías de acceso
	4 Parking space/ Estacionamiento
	5 Alternative transportation/ Transporte alternativo
	6 Storm water management/ Administración de agua de lluvia
(B) Water efficiency (B) Eficiencia del agua	7 Reduce water use/ Reducción del uso de agua
	8 Reduce sewage and gray water/ Reducción de aguas grises y residuales
	9 New technologies for reduce water use/ Nuevas tecnologías para reducir el uso de agua
	10 Storm water reuse/ Reutilización de agua de lluvias
	11 Wastewater reuse/ Reutilización de agua de desechos
(C) Energy and atmosphere (C) Energía y atmósfera	12 Energy efficiency/ Eficiencia Energética
	13 Renewable energy and green energy use/ Uso de energía renovable y energía limpia
	14 Thermal insulation/ Aislación térmica
	15 Building reuse (retrofit or other strategies)/ Reutilización de edificaciones (readaptación u otras estrategias)
(D) Materials and resources (D) Materiales y recursos	16 Reuse or recycling materials and components/ Reutilización o reciclaje de materiales y componentes
	17 Construction waste management/ Administración de desechos de la construcción
	18 Local or regional materials/ Materiales de origen local o regional
	19 Renewable materials/ Materiales renovables
	20 Certified wood/ Madera certificada
	21 Easy maintenance/ Mantenimiento simple
	22 Environmental quality of materials/ Calidad medioambiental de los materiales
	23 Life cycle assessment/ Análisis del ciclo de vida
	24 Layout and use flexibility/ Distribución y uso flexible
	(E) Indoor environmental quality (E) Calidad ambiental de interiores
26 Thermal comfort/ Comodidades térmicas	
27 Daylight and views/ Luz de día y paisajes	
28 Noise control/ Control de ruido	
29 Finishing and furnishing adequate to users/ Terminaciones y mobiliario adecuado para los usuarios	
(F) Environmental loads (F) Cargas medioambientales	30 Waste management/ Administración de desechos
	31 Environmental responsible management/ Administración ambiental responsable
(G) Design and building (G) Diseño y construcción	32 Water infiltration into the soil/ Filtración de agua hacia el terreno
	33 Design innovation/ Diseño innovador
	34 Structure type/ Tipo de estructura
	35 Soil pavement type/ Tipo de pavimentación del terreno
	36 Neighbor integration/ Integración vecinal
	37 Surroundings and building vegetation/ Vegetación en alrededores y de la edificación
	38 Building adaptation to elderly and disabled/ Adaptaciones de la edificación para adultos mayores y discapacitados
	39 Local workers degree/ Nivel de los trabajadores locales
	40 Employment formality/ Formalidad contractual
	41 Food supply to workers/ Suministro de alimentación para trabajadores
	42 Security on work/ Seguridad laboral
	43 Discrimination absence/ Discriminación por ausencias
	44 Perception of importance of sustainability/ Percepción de la importancia de la sustentabilidad
45 Transport way used by workers/ Medio de transporte empleado por los trabajadores	



El análisis considera la adecuación del parámetro para cada caso, siguiendo el criterio presentado en la Tabla 2. Sólo existe una pequeña diferencia en la última pregunta, que tomó en cuenta el consumo de energía para el transporte a la faena, otorgando 3 puntos para el acceso a pie o en bicicleta, 2 puntos para transporte público, 1 punto para empleo de automóvil y 0 punto para traslado en camión.

Todos los indicadores tienen la misma importancia, por lo que el máximo puntaje es de 135 puntos. Puesto que hay distintas cantidades de indicadores en cada dimensión, los resultados fueron convertidos a porcentajes, con el fin que todas las dimensiones tengan igual importancia en el índice final y buscando que la transformación sea fácilmente comprendida.

The assessment considers the adequacy of the parameter for each case, following criteria presented in Table 2. There are a small difference only on the last question, which took into account the energy consumption for transport to the job site, taking 3 points for access by foot or bike, 2 using public transport, 1 when people use car, and 0 when people goes to site on truck.

All indicators have the same weight, so the maximum score is 135 points. Because there are different amounts of indicators in each dimension, the results were converted into percentages, so that all dimensions have equal weight in the final index and aiming at the transformation to a more easily understood.

Table 2. Levels of assessment of the indicators

Tabla 2. Niveles de análisis de los indicadores

Condition/ Condición	Assessment/ Análisis
No: the indicator examined is not seen in the context of the building No: El indicador examinado no es detectado en el contexto de la edificación	0
In part: the indicator is applied in a small part of the building – around 33% Parcialmente: El indicador aplica en una parte reducida de la edificación – cerca del 33%	1
Most part: the indicator is applied in a great part of the building – around 66% Mayoritariamente: El indicador aplica en gran parte de la edificación – cerca del 66%	2
Full: the indicator is completely attained Totalmente: El indicador se encuentra completamente logrado	3

4. Aplicación de la metodología propuesta

El análisis de sustentabilidad en algunas edificaciones del Valle del Río Caí fue desarrollado considerando tres proyectos residenciales (dos viviendas unifamiliares y una edificación de viviendas colectiva), incluyendo un monitoreo en las faenas y el contacto con diversos agentes, tales como arquitectos, ingenieros civiles, constructores, trabajadores, agentes inmobiliarios, empleados municipales, proveedores y otros individuos involucrados en estos proyectos. Se tomó en cuenta a todas las personas involucradas directamente con la faena de construcción, y alrededor de un 50% de personas que trabajan fuera de la obra (agentes inmobiliarios, proveedores, y otros).

Los proyectos se encuentran en la región del Valle del Río Caí; éstos son administrados y ejecutados por micro empresas y pequeñas empresas. La región contaba con cerca de 160.000 habitantes (en el año 2007), con 20 ciudades que cuben un área de 1.854 km², y un PBI de US\$ 6.500 (en el año 2006).

Los proyectos identificados para los casos de estudios son típicos de la región, y fueron seleccionados en base a sus características, por la información disponible proporcionada por las empresas constructoras, por el fácil acceso a la información de los proyectos y a las faenas de construcción. Las características básicas de cada proyecto son las siguientes:

- 1) Unidad residencial colectiva, de desarrollo vertical – analizada en la fase de diseño– cuenta con un área de 3.200 m², compuesta de veinticuatro departamentos y treinta y seis estacionamientos.

4. Application of the proposed methodology

The assessment of sustainability in some buildings on the Caí River Valley was performed by analysis on three residential projects (two single-family homes and a multifamily residential building), monitoring of construction sites and contact with several agents, including architects, civil engineers, builders, workers, realtors, municipal officials, suppliers, and other people involved with these projects. We take in account all persons involved directly in building site and around to 50% of people working outside (realtors, suppliers, and others).

The projects are located in the region of the Caí River Valley and they are administered and enforced by micro and small building companies. The region has around 160,000 inhabitants (on 2007), it has 20 cities covering 1,854 km², and it has a GDP of US\$ 6,500 (on 2006).

The projects identified for the case studies are typical in the region, and they were selected as base on their characteristics, availability of information from building companies, easy access to project information and construction sites. The basic features of each of the projects are as follows:

- 1) *Vertical, multi-family residential development – analyzed in the design phase, it has a built area of 3,200 m², composed of twenty-four apartments, and thirty-six parking spaces;*



- 2) Unidad residencial de vivienda unifamiliar – analizada durante la fase de implementación-, con un área construida de 117,95 m².
- 3) Unidad residencial de vivienda unifamiliar – analizada durante la fase de implementación- con un área construida de 204,53 m².

El acceso a las faenas de construcción y la información relativa a los nuevos desarrollos y negocios fueron protegidos durante toda la investigación. Al analizar comparativamente las empresas estudiadas, se observan las similitudes y diferencias en sus características principales.

Después de establecer un detallado contacto con estos proyectos, evaluamos los puntajes obtenidos para cada indicador. Para las tres últimas preguntas, entrevistamos a 25 personas involucradas en los proyectos. Se observó que los usuarios no presentaron dificultades en comprender los indicadores, sin importar su nivel educacional. Los resultados son presentados en la Tabla 3.

- 2) *Single-family residential development – analyzed during the implementation phase, with built area of 117.95 m²;*
- 3) *Single-family residential development – analyzed during implementation phase, with built area of 204.53 m².*

Access to construction sites and the information concerning new developments and business was secured during the entire investigation. Analyzing comparatively the enterprises studied, we note the similarities and differences in their main features.

After detailed contact with the developments, we evaluated the score for each indicator. For the last three questions, we interviewed 25 people involved with the developments. We observed that these agents had no difficulty understanding the indicators, and no matter their education levels. The results are presented in Table 3.

Table 3. Evaluation of the projects analyzed
Tabla 3. Evaluación de los proyectos analizados

Dimension/ Dimensión	Building/ Edificación			Average/ promedio
	1	2	3	
(A) Sustainable sites/(A) Sitios sustentables	83%	89%	67%	80%
(B) Water efficiency/ (B) Eficiencia del agua	60%	40%	53%	51%
(C) Energy and atmosphere resources/(C) Recursos energéticos y atmosféricos	78%	56%	56%	63%
(D) Material and resources/(D) Materiales y recursos	57%	43%	43%	48%
(E) Indoor environmental quality/(E) Calidad ambiental de interiores	93%	87%	87%	89%
(F) Environmental loads/ (F) Cargas medioambientales	44%	56%	44%	48%
(G) Design and building/ (G) Diseño y construcción	74%	77%	72%	74%
Average/ Promedio	70%	64%	60%	65%

El nivel más alto fue alcanzado por la dimensión (E) y los menores por las dimensiones (B), (D) y (F). Podemos concluir que la calidad de los ambientes interiores es buena, mientras que la eficiencia de materiales y recursos (D), eficiencia del agua (B) y cargas medioambientales (F) no alcanzan un nivel similar. Estas dimensiones generan desechos de construcción. Estos aspectos representan una oportunidad para mejorar las construcciones, ayudando a los diseñadores a tomar decisiones. En la evaluación general, estas edificaciones alcanzaron un nivel promedio (alrededor de 2/3 del máximo propuesto por el método), con un equilibrio entre ellas.

El diagrama presenta do a continuación (Figura 1) nos ayuda a examinar los resultados, en forma cualitativa. Por ejemplo parece que los edificios estudiados son similares, aunque emplean diferentes profesionales, clientes y proyectistas. Podemos observar mayores diferencias en las dimensiones (A) y (C), con un balance entre (E) y (G), en los tres proyectos. En la Figura 1 podemos observar un potencial progreso, representado por el área en blanco del diagrama. Esta figura es simple entender, la cual es útil para profesionales y no profesionales.

The highest level was reached in dimension (E) and the smaller are on dimensions (B), (D) and (F). We may conclude that the quality of the internal environment is good, while the efficiency on materials and resources (D), water efficiency (B) and environmental loads (F) do not reached a similar level. These dimensions generate construction waste. These issues represent opportunities to improve buildings, helping the decision-making of designers. In the overall evaluation, these buildings have reached an average level (about 2/3 of the maximum of the proposed method), with a balance between them.

The chart below (Figure 1) helps to examine the results qualitatively. It appears that the buildings studied are similar, although involving different professionals, clients and projects, for example. We can see major differences in the dimensions (A) and (C) and balance among (E) and (G), among the 3 projects. In Figure 1 we can see the potential for progress, represented by the blank area on the chart. It's easy to understand this figure, which is useful to professional and non-professional.



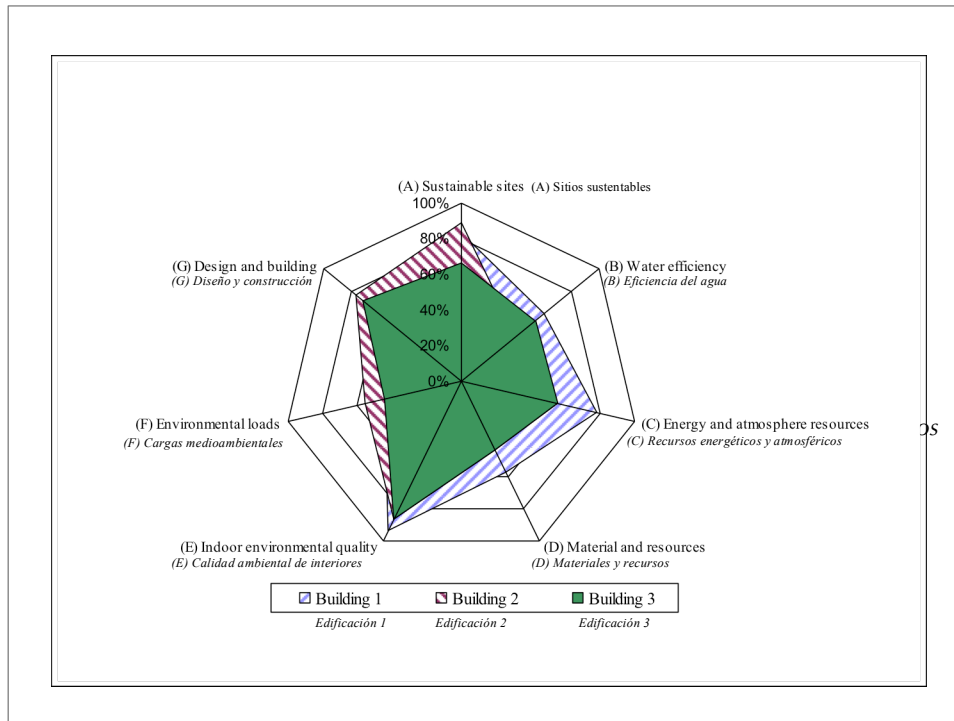


Figure 1. Evaluation according to dimensions of sustainability and buildings
Figura 1. Evaluación de acuerdo a las dimensiones de sustentabilidad y a las edificaciones

5. Comentarios

Propusimos un método para analizar las condiciones de sustentabilidad para micro empresas y pequeñas empresas constructoras que operan en ciudades pequeñas. Algunos indicadores fueron organizados, de acuerdo a la estructura temática. El método propuesto es adecuado dentro de un contexto y también es flexible, permitiendo así una fácil inclusión, exclusión, unión o subdivisión de los indicadores.

Los próximos pasos a seguir son difundir el método entre las entidades involucradas y proponer un mecanismo para el uso en proyectos concesionados en pequeñas ciudades de la región, en un comienzo como una guía. En el futuro, el método podría formar parte de la ley de impuestos sobre derecho de la propiedad, tal vez incluyendo incentivos, a modo de rebajas impositivas, en forma proporcional a nivel de sustentabilidad alcanzado por el proyecto.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las agencias de investigación brasileñas CAPES y CNPq.

7. Referencias/References

- Kuhn E.A. (2006)**, Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada (Assessment of environmental sustainability of Alvorada social housing project), Master Thesis, Civil Engineering Graduate Program, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (Available in: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10591>)
- Oliveira D.P. (2005)**, Contribuições para a avaliação ambiental de subsistemas de cobertura em habitações de interesse social (Contributions to environmental assessment of roof sub-systems on social housing), Master Thesis, Civil Engineering Graduate Program, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (Available in: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6127>)

5. Comments

We proposed a method for assessing the sustainability conditions for micro and small building companies working in smaller cities. Some indicators were organized according to a thematic structure. The proposed method was suitable to the context, and is also flexible, allowing for easy inclusion, exclusion, union or subdivision of indicators.

The next steps on the research are dissemination to people involved, and proposing a mechanism for use in project licensing on small cities of the region, initially as a guide. In the future it may work as part of a property tax law perhaps indicating incentives in the form of discounts on taxes in proportion to the level of sustainability achieved by the project.

6. Acknowledgements

Authors wish to thanks to Brazilian research agencies CAPES and CNPq



- Sedrez M. M. (2004)**, Sustentabilidade do ambiente construído: contribuições para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social (Sustainability of building environment: contributions to assessment of social housing projects), Master Thesis, Civil Engineering Graduate Program, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (Available in: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6133>).
- Silva VG, Sattler MA, Ilha MSO, John VM, Lamberts R, Silva MG, Agopyan V. (2002)**, Sustainable Building in Brazil: long way to go, but government and industry aware, *Sustainable Building*, 2 36-38.
- Silva VG. (2007)**, Indicadores de sustentabilidade de edifícios: Estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil (Indicators of building sustainability: State-of-art and challenges to Brazilian development), *Ambiente Construído*, 7, 47-66. (Available in: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewArticle/3728>).
- United Nations (UN) (1992)**, Report of the United Nations Conference on Environment and Development (RIO '92-The Earth Summit – Rio de Janeiro, Brazil), Rio Declaration on Environment and Development (Annex I), New York: UN. (Available in: <http://legal.icsf.net/icsflegal/uploads/pdf/instruments/rio0201.pdf>).
- United Nations (UN) (2002)**, Report of the United Nations Conference on Sustainable Development (WSSD – Johannesburg, South Africa), Johannesburg Declaration on Sustainable Development, New York: UN. (Available in: <http://www.un-documents.net/jburgdec.htm>).
- United States Green Building Council (USGBC) (2001)**, LEED for Existing Buildings: The LEED Green Building Rating System for Improving Building Performance through Upgrades and Operations. Version 2.0, USGBC, Washington, D.C. (Available in: http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED_2009_RS_EBOM_07.01.2013_current.pdf).
- United States Green Building Council (USGBC) (2005)**, LEED for Homes Rating System, USGBC, Washington, D.C. (Available in: http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED_for_Homes_Rating_System_updated_April_2013.pdf).

