



**Pedro Benedito Casagrande**  
Graduated in Geology, Federal University of Minas Gerais. Master in Geography and PhD Candidate in Geology at UFMG. Researcher from Geoprocessing Laboratory, School of Architecture (UFMG). Has experience in Geosciences and Urban Planning, working with land use planning, geological mapping, spatial analysis, GIS, Cartographic, Urban and Landscape Environment, Urban Geology and Geodesign.



**Ana Clara Mourão Moura**  
Graduated in Architecture and Urban Planning from Federal University of Minas Gerais, Specialization in Territorial and Urban Planning from PUC-MG & University of Bologna, Master in Geography from UFMG and PhD in Geography from Federal University of Rio de Janeiro. Professor at UFMG, Urban Planning, and coordinates the Geoprocessing Laboratory.

## Potentiality of Support Technologies for Opinion and Decision-Making as a Tool for Insertion of the Geologist in Territorial Planning

### *Potencialidade das Tecnologias de Apoio à Opinião e à Tomada de Decisão Como Ferramenta de Inserção do Geólogo no Planejamento Territorial*

The Geodesign technique for which it is intended is an alternative exercise plan for a region of the Quadrilátero Ferrífero, in Minas Gerais, Brazil, using a Geology base such as. The geological workshop was developed for the mining and construction of a territorial plan for a region. This workshop had participants that has the main work related to mining and landscape planning. Therefore the situation of the area of study that is completely insert in a context of conflicts between mining, environmental preservation and urban growing. This result is the Decision Model, which is consistent with a study area and has demonstrated that the method used is assertive to landscape and territory planning.

*A técnica de Geodesign para a qual se pretende é um plano alternativo para uma região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, utilizando a Geologia como base para tal. O Workshop geológico foi desenvolvido para a mineração e urbanização de um plano de ordenamento territorial para a região. Este workshop contou com participantes que têm como principais trabalhos relacionados a mineração e planejamento da paisagem. Portanto, a situação da área de estudo se insere em um contexto de conflitos entre mineração, preservação ambiental e crescimento urbano. Este resultado é o Modelo de Decisão, que é consistente em demonstrar que o método utilizado é assertivo ao planejamento da paisagem e territorial.*

Keywords:

Geodesign, Geoprocessing, Urban Planning, Collaborative Work

Palavras-chave:

Geodesign, Geoprocessamento, Planejamento Urbano, Trabalho Colaborativo

## 1. INTRODUCTION

The present work had as objective to approach the framework of geodesign, developed by Steinitz (2012), from geological space constraints, in order to deepen the understanding of geological substrate relations in regional planning. In this way, the most well-accepted definition of design was made by the economist Herbert Simon (2013), who states that “every project that elaborates courses of action had as objective to replace existing situations by situations envisaged “. Therefore, it is possible to understand that in order to change a current situation, one has to imagine a better situation in the future.

Rivero (2015, p. 42) says that: “[...] Geodesign borrows from a number of different domains: architecture, engineering, landscape architecture, urban planning, traditional sciences etc. and takes a holistic and complementary view on the design process incorporating the different stakeholders (Dangemond, 2010).”

Indeed, this new approach to design and decision-making in urban and regional planning is rooted in geographic sciences (Campagna et al., 2017) and aims to facilitate life in geographic space (Miller, 2012).

With this, it can be observed that there is not only one way for the elaboration of the work, being possible to arrive at diverse results in diverse forms. As well this depends on how the representatives of the society where select, and the best results depends of the collaborative proposes than individual propose.

However, the geographic context is always taken into account when designing a Geodesign project. It should be emphasized that this term has in its composition the junction of the two most relevant aspects for the elaboration of planning proposals, which, each in its science, are explained. They are, Geo and Design, which, together, form the Geodesign (Fonseca, 2015).

The term Geo refers to the geographical context, taking into account the characteristics of the site, the geomorphological processes that occur on the surface, hydrological, ecological and geological. It is a term directly linked to the definition of geographical space (Fonseca, 2015). It happens that, in Geography, there is not yet a definition accepted by all as a

geographic space, being, then, in this work, adopted de Santos (2005), which defined it as that which: “[...]reproduces the social totality to the extent that these transformations are determined by social, economic and political needs. Thus space reproduces itself within the totality as it evolves as a function of the mode of production and its successive moments. But space also influences the evolution of other structures and therefore becomes a fundamental component of social totality and its movements.”

The term Design, on the other hand, derives from the context of applied social sciences, is directly related to its interpretation of the “Project” (Fonseca, 2015).

Thus, it is possible to observe that, through the definitions, Geodesign is an innovative initiative to address issues related to territorial planning, both environmental and urban, both local and regional, and therefore should be used in multidisciplinary issues. These issues should involve all employees of society, such as: Public Power, project specialists, professionals related to geography and information technology, as well as local people (Fonzino & Lanfranchi, 2017).

### 1.1. THEORETICAL FRAMEWORK: GEODESIGN FRAMEWORK BY CARL STEINITZ

Carl Steinitz (2012) defined the Geodesign from the proposition of a framework. The literal Portuguese translation of framework would be “methodological framework”, but methodology is a set / association of techniques, whereas framework is defined as a conjuncture of techniques, likely to vary, to act before the problematic to be faced. Therefore, the term “Geodesign Framework” is used instead of “Geodesign Methodology” (Figure 1).

Steinitz (2012) defined Geodesign as a tool based on a set of issues and methods needed to solve large, complicated and significant design problems at various geographical scales ranging from a neighborhood to a city, landscape or river basin.

Geodesign can also be explained as an integrated process, affirmed by the evaluation of environmental sustainability, aiming to solve complex problems related to environmental and territorial issues and directly

related to social and economic issues. (Dangermond, 2010). The practice of this technique / method requires the collaboration of several professions, among them the project environment, geography, information technology and local people (Steinitz, 2012).

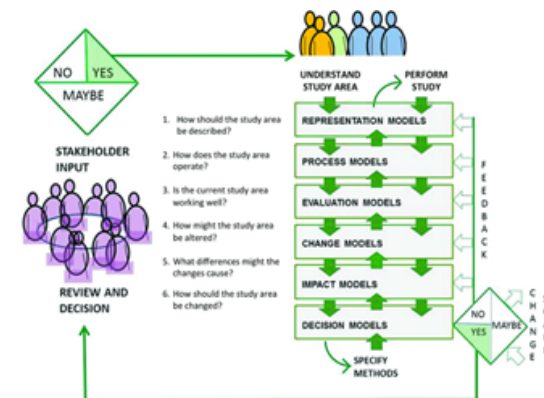


Figure 1 - Steinitz's Geodesign Framework (Steinitz, 2012).

Once the technical team is formed, it starts the stage of the initial questions, present in the first iteration (Steinitz (2012) and composed of six questions:

1. How should the study area be described?
2. How does the study area operate?
3. Is the current study area working well?
4. How might the study area be altered?
5. What differences might the changes cause?
6. How should the study area be changed?

This is what can be seen from Figure 2.

After this initial stage, we begin the preparation, implementation and conduction of the six models proposed by Carl Steinitz (2012): Representation Model, Process Model, Evaluation Model, Model of Change, Impact Model and Decision Model.

The Representation Model is composed of the identification of the main characteristics of the study area, translated into mapped variables and

the initial database elaboration. As an example, the limit of the area, mineral resources, water resources, urban areas, among others, can be mentioned. In short, this model produces initial data.

The Process Model depends on the data produced in the representation model and composes the territorial distribution of phenomena and occurrences. It demonstrates the territorial process of the principal component variables. It favors understanding how local dynamics work and what processes occur in the work area, transforming data into information.

The Evaluation Model aims to observe and judge how the study area is functioning, carrying out evaluations of suitability and vulnerability. It can be composed of the combination of process models, classified as positive or negative according to a research reason. This model transforms information into knowledge.

The Model of Change observes what can be changed in the study area, considering from issues of legislation and public policies to the actual physical morphology of the place. This model is based on the observation of the current and future conditions of the work area, simulating proposals for change in different aspects of the area. Once again, data are produced, but at this stage they relate to proposals for intervention, be they projects or policies.

The Impact Model analyzes the future consequences of the proposals made in the Model of Change phase. It observes how such changes can impact the study area, verifying whether the results can resolve previous conflicts or whether new conflicts will be created, regardless of whether they are anthropic or natural conflicts. This model transforms data into information, as part of the data presented in the change stage and calculates the impacts to be generated, producing information about the consequences of projects and policies.

And finally, the Decision Model, in which decisions are made based on the personal, cultural and institutional knowledge of those who choose them. The final product is the result of dynamics that take place in the workshop and in its later stages, since the proposal is built collectively. There is a strong appeal of visualization to understand each consequence of the choices

made, so that each participant has the possibility to construct an opinion, not just to assert their will. Collective decisions consider the consequences of the choices made and plans and proposals are drawn up, understood as designs, which fulfill the function of transforming information into collectively constructed knowledge, in order to find the best proposition.

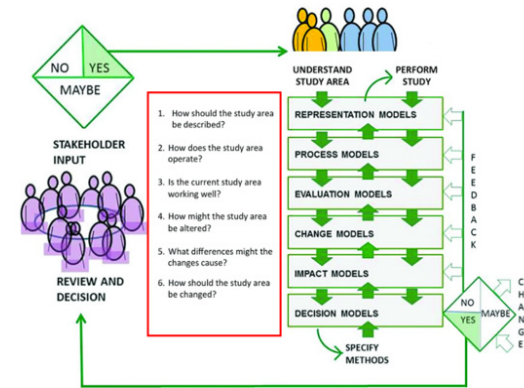


Figure 2 - Geodesign Framework: 6 models (Adapted from Steinitz, 2012).

The set of 6 models is used three times, in routes called "iterations" (Figure 3). Each iteration fulfills one objective: to understand and establish the reasons for the study (Why?), To understand how to better carry out the study and to review the methodology (How?) And to arrive at final decisions about the study (Where? What?).

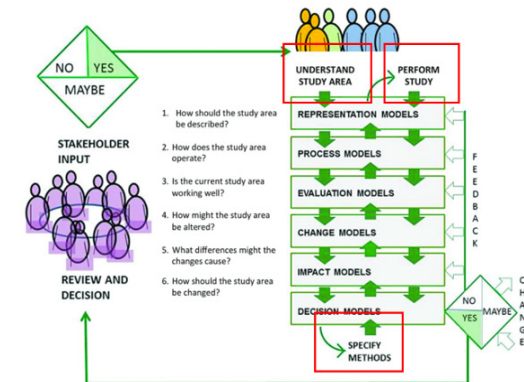


Figure 3 - The three iterations of Geodesign (Adapted from Steinitz, 2012).

According to Steinitz (2012) the first iteration aims to answer "why" the area should be studied. Even going through the 6 models, the function is to finish the first round of work with extensive knowledge about the area, its main characteristics, its potentials and vulnerabilities, how people understand the existing issues, what they think could be proposed and the construction understanding. Therefore, the collection of data and the observation of the Geodesign team is very important, since here begins the perception of the variables of the place and its relevance.

The product is a first proposed alternative futures for the area, but the participants are still building a better structured knowledge of the case study. This way, you should not stop at the first iteration "WHY?" (Figure 4).

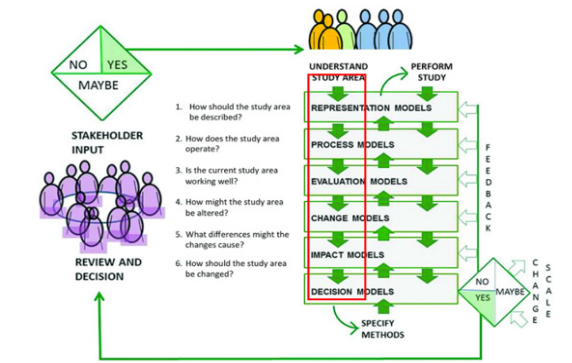


Figure 4 - The first iteration: WHY? (Adapted from Steinitz, 2012).

Once the first iteration is completed, it is up to the whole process to decide what changes need to be made. The objective of this second iteration is to define and clearly choose the methods that will be studied, working in reverse order to the first iteration. This part of the Geodesign process begins to be guided by the decision and not by the data.

The revision that happens in the second iteration can make modifications both in the decision-making stage of systems, in the choice of main components variables, in the form of revision of mapping of the processes on the territory, in the choices of other forms of change of this and in the new form to judge the impacts that will be caused. In summary, a second



iteration fulfills the role of revising and adjusting the methodology of the first iteration, answering "how" (Figure 5) the study can be performed in the best way.

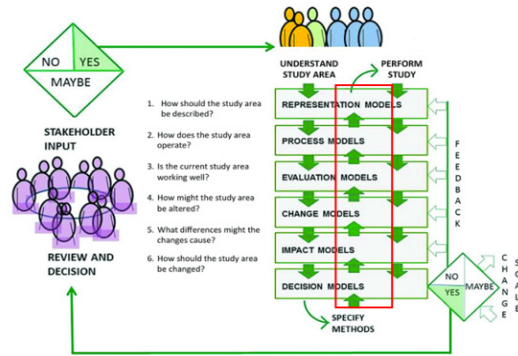


Figure 5 - The second iteration: HOW? (Adapted from Steinitz, 2012).

The third and final iteration adopts the methodological revisions and adjustments made in the second iteration and promotes a new collaborative workshop, in which the final product will be a design or possible designs, composed of projects and policies that say about alternative futures for a territory.

The product of the third iteration responds to "what", "where" and "when" (Figure 6) changes should occur and how alternate futures will be (Source: Adapted from Steinitz (2012). The purpose of this last interaction is to realize a final product when one or more decisions will be made.

At each stage, all go through all the models and get the opinion of the representatives of society, so that the partial and final conclusions will be evaluated in three answers: Yes, No or Maybe. Those three situations are decided by the participants what they, as a group, think about the final project. "Yes" means that they approve the project, "No" means that it is needed to redo all the project and "Maybe" means that just one or other System needs to be redo (Figure 7). In this way, a plan is built collectively, by co-creation.

If the proposal is evaluated as "yes", the final result is ready, that is, it was satisfactory. If evaluated as "no", the final result was unsatisfactory and the study

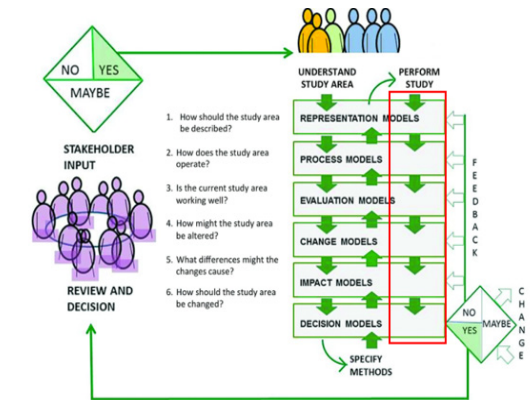


Figure 6 - The third iteration: WHAT, WHEN AND WHERE? (Adapted from Steinitz, 2012).

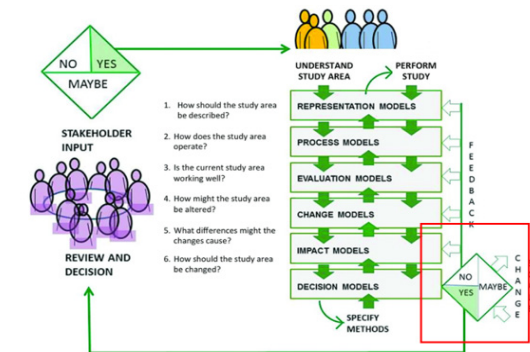


Figure 7 - Methodological representation if the final product was answered: YES, NO, MAYBE. (Adapted from Steinitz, 2012).

must undergo a new iteration. And, if evaluated as "maybe", the result was satisfactory, however, with caveats. If the result is a "maybe", a new cycle of iterations can be performed, in which the errors of the first cycle, which can be the work scale, the considered time, among others, are solved. When the answer is a "no", more studies should be done in the area, in order to verify the use of the variables most appropriate to the situation, besides observing the scale and other variables. When the final answer is a yes, one can consider that the objectives of the

study have been achieved and the responses to the social actors must be taken, revisions being made at any moment, and the plan is put into practice.

According to Campagna (2013), the methodological structure of Geodesign can be used in any scale, any environment and any iteration time. The structure induces the participants and organizers to ask questions and seek answers to the work, aiming to obtain the best possible situation for the area of study as final product, thus being a way of creating and planning a territorial management tool.

The process of Geodesign favors that the various professionals and participants involved act in a way of integrating knowledge and thoughts to arrive at a realistic final product and that can support the creation of an alternative future for the area of study.

## 2. PROCESS AND METHODOLOGY

The methodology of the work was developed in favor of the Geodesign Workshop, and the case study is a fundamental piece for the accomplishment of this article. After an understanding of Geodesign by the author and his participation in several workshops, the proposal for the "Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero".

The period of investigation began on how Geology could influence urban planning and, from this, the stage of information assembly was instituted for the case study. This initial investigation was based on geological issues related to the management of the territory. What was possible to perceive is that Geology is in the day to day of the society and interacts with it, although few are aware of it.

The objective of this point was to test the capacity of an innovative approach in the treatment of the (complex) context of regional planning, with Geology and its related territorial variables as the main approach. The reasons for this study were to open up a new possibility for regional planning issues, as well as a new market opening for the geologist.

Therefore, we sought to obtain the cartographic

database for the elaboration of the systems to be used in the Geodesign workshop. We opted for the use of publicly available and accessible data for download.

With the possession of the data to be used, it began its treatment, in geoprocessing platforms with the use of Geographic Information System (GIS) tools. This stage constituted the moment of obtaining the Representation and Process Models.

The data, treated by GIS tools, underwent multicriteria and combinatorial analyzes, in order to obtain the Evaluation Model. Multicriteria Analysis consists of raster-type structure operations in a GIS environment, which in turn produce new information. In Moura's words (2007, 2,900), the process is explained as follows:

Os dados, tratados por ferramentas SIG, passaram por análises de multicritérios e combinatória, a fim de se obter o Modelo de Avaliação. A Análise de Multicritérios consiste em operações de estrutura do tipo raster, em ambiente SIG, as quais produzem, por sua vez, novas informações. Nas palavras de Moura (2007, p. 2.900), o processo é assim explicado:

[...] is based on the basic logic of the construction of a GIS: selection of the main variables that characterize a phenomenon, already realizing a methodological cut of simplification of the spatial complexity; representation of reality according to different variables, organized in layers of information; discretization of analysis plans in spatial resolutions appropriate to both the data sources and the objectives to be achieved; promotion of the combination of the layers of variables, integrated in the form of a system, that translates the complexity of reality; finally, the possibility of validation and calibration of the system, through the identification and correction of the relations constructed between the mapped variables.

It is understood that the Multicriteria Analysis procedure is widely used in the creation of new information. This analysis is done by assigning weights or notes, indicated by a specialist in the phenomenon under study, as well as a specialist in the variable in question. (Malczewski, 1999; 2006). Another way of understanding Multicriteria Analysis is related to the methodological interpretation of the crossing of variables in spatial analysis, known

in the application of a Decision Tree, or simply as a Combinatorial Analysis process. (Moura, 2014).

It should also be understood that this decision tree is a script justified by the understanding of how the variables relate. Kubler (1973) suggests that the work has three basic points: place, age, and sequence. Thus, in the words of Santos (2006, pp. 103-104):

The total value of things changes, each time, dragging the change in the value of each thing. Such a distribution of values is not random. It reveals the determinations by which the total reality changes to fit the preexisting or created forms. The model of object systems / systems of actions is only understood as a spatio-temporal model.

In order to prepare the evaluation models that are the basis of the workshop, a Delphi study was carried out, with the support of specialists who are familiar with the methodology of Geodesign and have participated in other studies, in order to understand how the systems interact and take opinions about which systems are conflicting and / or aggregating with each other.

It was also essential to select the participants who would participate in the workshop, chosen for their professional and / or academic experiences, always taking into account knowledge related to Geology and the mining question. The participating group was formed mostly by geologists, followed by geographers, engineers and a biologist, totaling twelve participants. Of the group, seven were academic and eight were professionals in the market.

Participants received a collection of material so they could prepare for the activity. This collection featured a Power Point presentation containing the "Geodesign Basics" and the "Representation and Process Models", separated by systems. Along with this material, there was a questionnaire with two (identical) questions for each system, which were:

- From the observation of the data sent, write a sentence about what drew your attention to the main characteristics of the area, noting potentialities or restrictions presented by this topic in studies of geological interest;
- In addition to the sentence, write down 3 ideas for projects on this topic.

From the responses of the guests, the Word Clouds procedure was performed, to search the main keywords of each system and, during the participants to prepare proposals. (Figure 8). It was also a way to measure in an unstructured way whether the participants were fully understanding the information contained in the maps and to encourage them to have ideas on how to solve the major development and protection demands for the area.



Figure 8 - Word Cloud Example.

After all this preparation, it was possible to start the workshop activity itself, which is done in a face-to-face meeting. At the meeting, the Models of Change, Impact and Decision are drawn up by the participants. This is due to the preparation of proposals by the guests and the direct change in the Evaluation Models.

The face-to-face meeting, held in September 2017, was divided into stages. The first one was to separate the participants into six groups, each responsible for a system of their specialty. They were then grouped into three groups, with pre-defined social roles, namely (Figure 09):

- Environmentalists;
- Social;
- Economic.

With this arrangement, the teams of participants were instructed to prepare their projects for the study area. Subsequently, they were arranged in a single group in order to obtain the Decision Model. Once this was obtained, everyone present was asked to respond

to a questionnaire linked to the activity. Again the answers were used for the elaboration of Word Clouds.

And finally, with the closure of the activity, all the approved diagrams were launched for public voting, in an online forum, so that a wider community could participate in the approved Decision Model.

It should be noted that all scientific work that is based on methodological contributions of geoprocessing has a peculiarity that differentiates it from other works: the methodological roadmap is already the result, and is already the main contribution. Thus, it is necessary to present the methodological contribution, by means of the description of the development of the aforementioned stages as stages of work development.



Figure 9 - Groups developing the first project.

### 3. THE WORKSHOP

During the preparation of the Geodesic Geological Boundary Workshop as a Basis for the Urban Planning of the Iron Quadrangle, several activities were carried out that were not related to data processing, but to the objective of preparing the participants for the activity. It was initiated by the selection of the participants, to compose a group formed by professionals that acted, directly or indirectly, in the field of geological knowledge. The final composition united five geologists, four geographers, a civil engineer, an environmental engineer and a biologist. Of the group, six were post-graduate students at the Federal University of Minas Gerais and the other six were professionals

in private companies or a federal public company.

During this process of preparation of participants, the following collection of information material was sent to each of them:

- What is Geodesign and its principles;
- Presentation of the maps that make up the Models of Representation and Process;
- The maps were organized into systems, presenting the collection of information that was combined to compose each one, as well as the resulting map of the system (from representation models to process models and evaluation models). Before each collection per system, the participant should interpret the information and fill out an online form describing, in a nutshell, what he understood as the main features of those aspects of the Quadrilátero Ferrífero. In addition to the description, it should also register ideas, such as proposals for development, protection or maintenance of activities, with a view to alternative futures;
- A link to the application for registration on the GeodesignHub platform, which would be used on the day of the face-to-face meeting;
- A link with a video explaining how GeodesignHub© works, in a basic way, to facilitate the understandings on the day of the workshop, or even to solve any curiosities;
- A Delphi questionnaire assessing the impact of decisions on each system and explaining it briefly, by proposing, for example, the creation of a permanent protection area from the "plant cover vulnerability" system, which could cause a impact of conflict of interest in relation to the system of "mining attractiveness". As judgments of this nature may have different responses by virtue of opinions or sectors of action, it was decided to apply the Delphi method, which is based on consensus maximization (Vichas, 1982; Moura, 2007). Participants of the workshop and components of the Geoprocessing Laboratory who were well versed in the cross-table logic of Geodesign and the reality under study were invited. From the 15 answers, the first table with the average opinions about the cross-impact between systems was obtained and this table was shown to the participants so that

they could review or maintain their opinions. With this new evaluation opportunity, we reached the second and final cross-table, which registers the cross-impact between systems, and the values were inserted in GeodesignHub©.

Therefore, the participants had the opportunity to familiarize themselves with the activities to be developed and to prepare for the workshop. Since the time of the face-to-face meeting is usually short and the dynamics are very intense, this mental preparation is fundamental, as it avoids the delay in understanding motivations and activities.

It is necessary to detail each of the preparation stages, since the methodological contribution is the main result of the present work. Initially, the presentation explaining what Geodesign is and its principles was contemplated with a collection of slides (Figures 10 and 11).

Following, participants had access to the Representation and Process Models of each system to be worked on in the workshop (Figure 12).

When the participant performed the analysis and interpretation of the maps of a system, it was necessary to respond to a questionnaire, carried out in the online platform "Google Forms", at the virtual address: <https://goo.gl/forms/YrhZw4FHuq3wNKas1>. In the questionnaire, there were the following questions (Figure 13):



Figure 10 - Slides of the material sent to the participants - Characterization of the area.





Figure 11 - Slides of the material sent to the participants – Principals of Geodesign.



Figure 12 - Slides of the material sent to the participants – Representation Models.

### Atratividade Mineral

Atratividade Mineral

Agora escreva uma frase sobre o que chamou a sua atenção quanto às características principais da área, observando potencialidades ou restrições apresentadas por este Tema (Atratividade Mineral) em estudos de interesse geológico.

Long answer text

Além da frase, anote 3 ideias para projetos sobre este tema.

Figure 13 - Questionnaire sent to participants - example of Mineral Attractiveness.

<http://disegnarecon.univaq.it>

When the form was completed by the participants, the online platform "Jason Davies" was used to generate Word Clouds (or "clouds of words"), hosted at the virtual address: <https://www.jasondavies.com/wordcloud/>. This platform allows the selection of the most used words in the questionnaire, in order to highlight the main questions related to the system, which can be positive or negative. Example: Figure 14.

These words were used to assist participants during the workshop in drawing up diagrams for each of their respective systems. They also fulfilled the role of free and unstructured evaluation by the coordination on the quality of the information that was being made available to the participants, because the ability to understand the essence of what was mapped is related to the correct choice of themes, data and ways of working on this data.



Figure 14 - Answer of question "2" for the system of Mineral Attractiveness.

Subsequently, a request was sent for the participant to create a user (login) on the GeodesignHub platform, at the following link: <https://www.geodesignhub.com/accounts/signup/> (Figure 15). In order for users to already have some contact with the Hub, the link was sent: <https://www.youtube.com/watch?v=byvd1IE8vRg> (Figure 16) in order to elucidate the participants on how the platform works, containing an explanatory video of how to draw on the platform and how to save the drawing.

And, finally, a questionnaire for the participants to think about the definition of the cross-table, by the Delphi method. The collection of opinions was done in the online platform "Google Forms", under the virtual

address: <https://goo.gl/forms/zdMGzhvBf2Cyg87J2>. The questionnaire (Figure 17) had the goal to get the opinion from the participants about the consequences of proposing projects or policies about one thematic in a place that is of interest to another thematic: area there conflicts or the activities can work well in the same place? Results in Figure 18.



Figure 15 - GeodesignHub platform login, Application developed by H. Ballal.

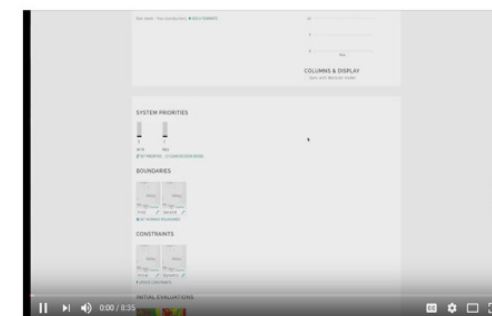
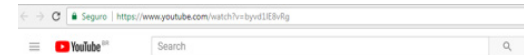


Figure 16 - Web page with video tutorial for the GeodesignHub platform - Application developed by H. Ballal.

## Delphi QF Geologia

Geologia como base de planejamento de futuros alternativos para o QF

Indique de o impacto de propor áreas de PROTEÇÃO AMBIENTAL sobre outros interesses no QF



Figure 17 - Delphi made for the cross-table elaboration.

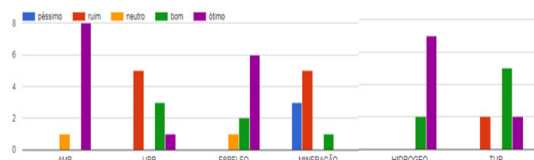


Figure 18 - Graphic presenting Delphi result values. URB – Vulnerability to urban use in a Geological and Geomorphologic context; ECO – Vulnerability of vegetal cover and conservation unit; NOVO – New ideas; ESPELEO – Speleological Vulnerability; HYDRO – Hydrogeological vulnerability associated with porosity; TUR – Tourist attraction in function of geology; MIN – Mining Attractiveness.

This Delphi generated the values to be inserted into the GeodesignHub platform. The synthesis of opinions was graphically composed, visually highlighting the mean and the dispersions of opinions in relation to each intersection of impact between systems, according to Figure 18, for each of the systems. And then these data were entered into the GeodesignHub platform in the cross-table (Figure 19).

Therefore, the participants had previous participation in the meeting, in which there was the opportunity of prior knowledge of the material to be used and direct collaboration for the activity that would occur.

The “Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do

### CROSS SYSTEM IMPACT MODEL

This section specifies the impact of change in one system on other the systems, select the system change and choose a impact color:

Most positive best | Positive good | Neutral | Negative bad | Most negative worst



Figure 19 - Cross-table generated on the GeodesignHub Platform, developed by H. Ballal.

Quadrilátero Ferrífero” started at 9:00 am on September 15, 2017, with the presentation of the material sent to the participants by the author of the present paper, explaining the Geodesign Framework and its principles, as well as the Representation and Process Models.

The material was already known to the guests, but there was the possibility that someone did not have time to prepare, or even did not fully understand the activities and their goals, so it was important to start with the leveling, not to leave any guest in discomfort.

After that, the word clouds were explained, generated from participants’ responses to the online forms. And finally, the most important explanation for starting a workshop: the Evaluation Models that make up each system and the caption of each one (Figure 20), since it is from these bases that the participants carry out the project proposals and policies.

Muito Apropriado	Apropriado	Pouco Apropriado	Não adequado	Existente

Figure 20 - Legend used for Evaluation Templates. Translation: Feasable, Suitable, Capable, Not Appropriate, Existing.

There was also the presentation and explanation of the Evaluation Models, based on how they were generated and in relation to the legend, according to Figure 21.

After this presentation, aid materials were distributed

to the activity. Participants had access to the Models of Representation, Process and Evaluation in digital and printed format, to an MXD extension file, in ArcGIS software, with all the data used to generate the models. Thus, during the activities, they could consult these data whenever they thought necessary.

Then, a brief course was conducted, taught by the Professor, with a view to leveling the use of the GeodesignHub platform and, in this way, he activity of proposal co-creation could begin (Figure 22).

Participants were divided into six groups, according to their professional and / or academic areas, so that the first projects and policies were created. Its elaboration can be understood as an expressive collection of data about ideas created by specialists to be implanted in the Quadrilátero Ferrífero (Figure 23).

Before this set of first ideas, the guests were relocated in three groups, according to specific themes of interest, with four participants in each group.

The groups were divided into three main axes: social, environmental and economic. The objective of this stage was to carry out the first design for the study area, beginning at 10 o'clock in the morning, lasting one and a half hours. Next, an oral defense was held by each of the groups in relation to their project for the area, explaining the motivations, choices and main values pursued in the projects and policies chosen or designed (Figure 24).

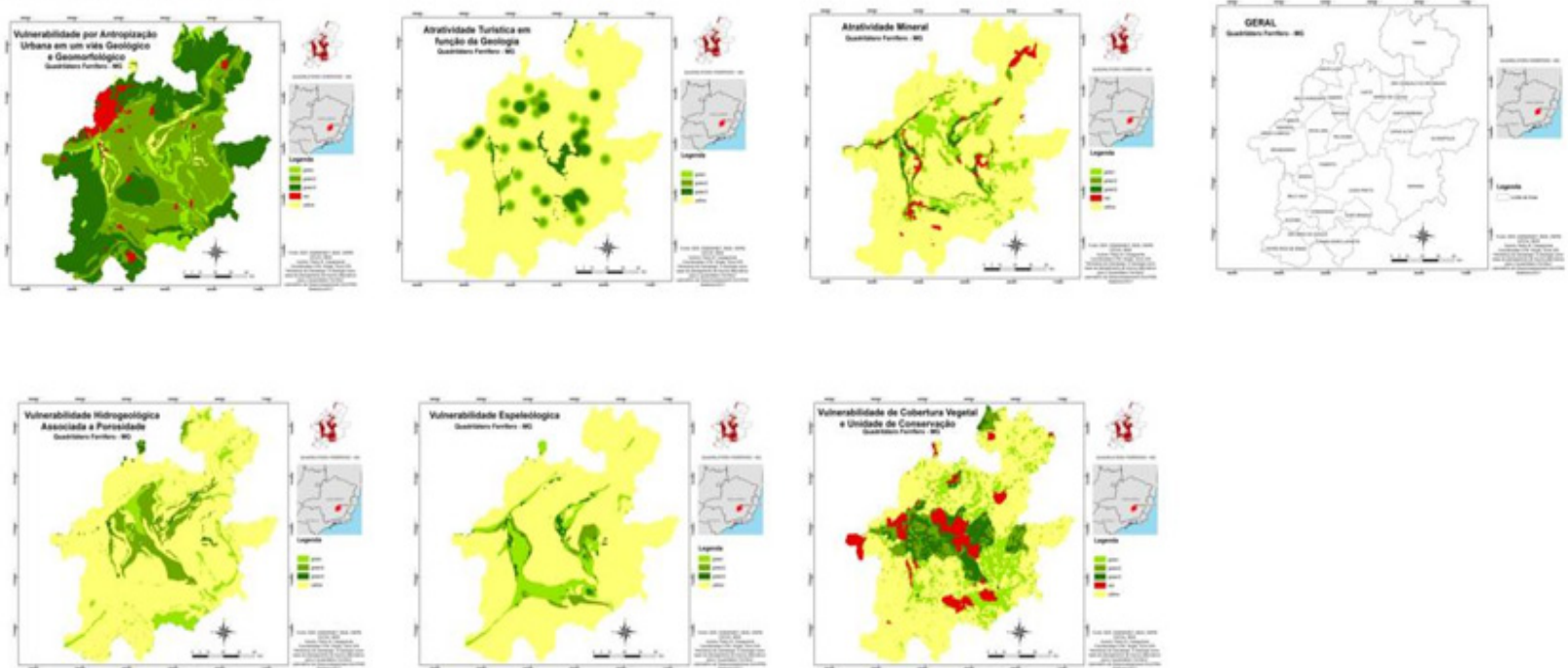
This moment of activity was limited to weightings and dialogues between the group that presented their ideas and the other groups that heard the presentation, since there were natural conflicts of interest between the proposals, considering that each group represented different sectors of society.

Soon after the presentation of each of them, an analysis was made by the author of this work, in which it was verified that the proposals already had expressive similarity, according to Figure 25.

After this analysis, the three groups were asked to carry out a second project for the area, this time taking into consideration what was used by the other groups, if they thought important. And, again, the material generated was quite similar, according to Figure 25.



## EVALUATION MODELS



Freasable	Suitable	Capable	Not Appropriate	Existing
-----------	----------	---------	-----------------	----------

Figure 21 - Evaluation Models used in the activity.

At the end of this comparison of proposals, carried out by the author of this work, a sociogram was carried out between the groups. The sociogram, according to Steinitz (2012) is a matrix of verification of how much a group thinks in a similar way or accepts the ideas proposed by the other groups. It is an opportunity for groups to identify with which other group they have greater or lesser affinity (Sociogram).

	S	E	A
A	+	0	
E	+		-
S		+	+

Sociogram: The signal “+”, “-” and “0” means, respectively, “good acceptance”, “no acceptance” and “neutral acceptance”.



Figure 22 - Leveling on the use of the GeodesignHub platform, application developed by H. Ballal.



Figure 23 - Examples of project diagrams elaborated on the platform (GeodesignHub developed by H. Ballal).



Figure 24 - Presentation of each group of your first project.

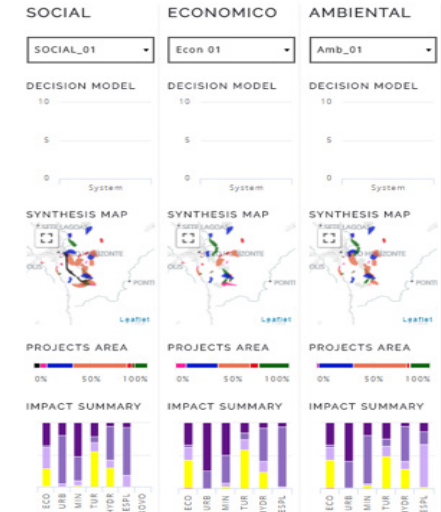


Figure 25 - First project of each of the groups and analysis of impact of each system.

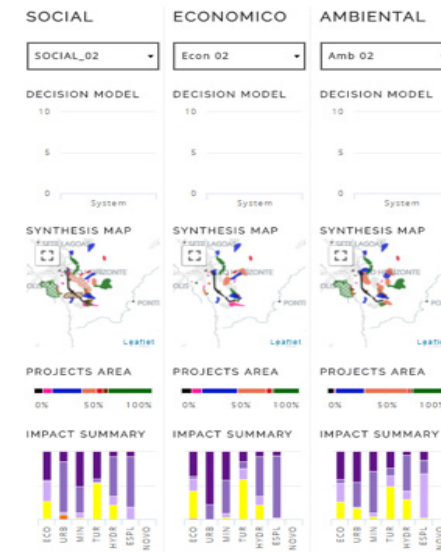


Figure 26 - Second project of each of the groups and analysis of the impact of each system.

In the afternoon, at fourteen o'clock, the final project began, when all the participants were gathered in a single group, with the objective of elaborating the Final Proposal of Geology as the basis of Planning of alternative futures for the Quadrilátero Ferrífero. If the sociogram had indicated many conflicts between the participants, it would be necessary to compose 2 groups, for then to make the final composition in a group. In this case, according to the sociogram, it would be the combination of a group of "social + environmental" and an "economy" group. However, both the sociogram analysis (where the conflicts were found to be not very strong) and the progressive tendency towards the similarity of proposals by the groups indicated that a final group of discussions could be worked on directly.

This stage of work in a final group was initially performed using one of the features of the GeodesignHub platform that allows to observe the frequency of approval of each diagram chosen in the previous step (Figure 26).

The diagrams that had been selected by the three groups were already considered relevant and, in turn, were approved to compose the Final Proposal (Final Design). Diagrams with a frequency of two were analyzed one by one, and the group that had not chosen explained the reasons for that decision, while the two groups they had chosen tried to persuade the first to accept the proposal. Some diagrams were changed from frequency two to three, and others were discarded, from the negotiation between the participants. Then, the same process was performed for diagrams with a frequency equal to one, in which the only proposer had to defend his idea and convince the two other groups who had not indicated the diagram. As a result, the final product was obtained for the "Geodesic Geodesic Workshop as a Basis for the Urban Planning of the Iron Quadrangle", according to Figure 27.

It should also be understood that this decision tree is a script justified by the understanding of how the variables relate. Kubler (1973) suggests that the work has three basic points: place, age, and sequence. Thus, in the words of Santos (2006, pp. 103-104): The total value of things changes, each time, dragging the

change in the value of each thing. Such a distribution of values is not random. It reveals the determinations by which the total reality changes to fit the preexisting or created forms. The model of object systems / systems of actions is only understood as a spatio-temporal model.

In order to prepare the evaluation models that are the basis of the workshop, a Delphi study was carried out, with the support of specialists who are familiar with the methodology of Geodesign and have participated in other studies, in order to understand how the systems interact and take opinions about which systems are conflicting and / or aggregating with each other.

#### 4. CONCLUSION

During the activity, participants were able to make their decisions by choosing diagrams based on the verification of the impacts of each one on the different systems, as well as the impact of the set of proposals (the "design" composed of the set of chosen diagrams) in relation to the set of systems. In order to carry out these analyzes of decision support, the functioning of the Models of Change, Impact and Decision was explained. The interpretation of the Model of Change was explained during the course on the use of the GeodesignHub platform, when the participants had the opportunity to learn to design projects and policies, understood as ideas of proposed changes for the territory under study.

The Impact Model was explained shortly after the groups presented their first designs, because the set of selected diagrams was analyzed according to colors ranging from purple to orange, the first being positive, neutral yellow and negative oranges. They understood how to calculate the impacts, but it is necessary to point out that the results of the proposals made since the first project were very positive, mostly purple and yellow diagrams.

The Decision Model was explained during the elaboration of the last proposal, collectively, since this would be the Final Project (Figure 28) and the Decision Model generated in the activity.

	ECO	URB	MIN	TUR	HYDR	ESPL	NOVO
1	3	1	2	3	3	3	3
2	3	3	1	1	3	2	3
3	2	3	2	2	1	1	
4	1	2		3	1	1	
5	2	2	1	1	3	2	
6		3	3	1	3	3	
7	3	2		2	3		
8	3		1	1	2		
9	1		2	1			
10	1	2	2				
11	2			1			
12	3			3			
13	1			2			
14				1			
15				1			
16		2					

Figure 27 - Frequency with which each diagram was chosen by groups.

#### ACKNOWLEDGMENTS

We thank CNPq - National Council for Scientific and Technological support for the laboratory's research, through the project "Geodesign and Parametric Modeling of Territorial Occupation: Geoprocessing for proposition of a Landscape Master Plan for the Quadrilátero Ferrífero region - MG ", Project 401066/2016-9, Universal Call 1/2016. This work was developed with the support of master scholarships - CAPES/DS.

The authors thank Ballal for the use of the GeodesignHub platform and for the guidelines received.

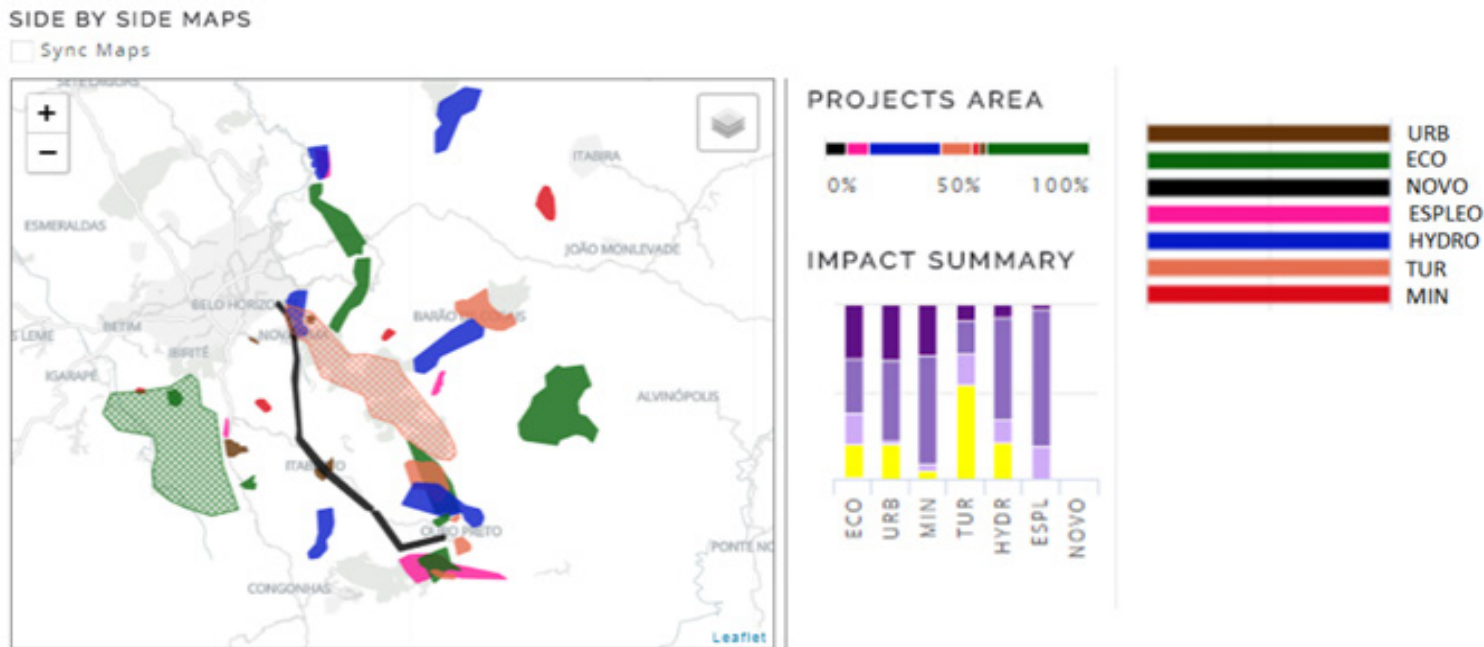


Figure 28 - Activity decision model, presented in GeodesignHub, platform developed by H. Ballal. Variables: URB – Vulnerability to urban use in a Geological and Geomorphologic context; ECO – Vulnerability of vegetal cover and conservation unit; NOVO – New ideas; ESPLEO – Speleological Vulnerability; HYDRO – Hydrogeological vulnerability associated with porosity; TUR – Tourist attraction in function of geology; MIN – Mining Attractiveness.

REFERENCES

Ballal, H. *Geodesign Hub*. [201-]. Disponível em: <www.geodesignhub.com>. Retrieved February 22, 2018.

Campagna, M., Steinitz, C., Di Cesare, E., Cocco, C., Ballal, H. & Canfield, T. (2017). Collaboration in planning: the Geodesign approach. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 35, 55–72.

Campagna, M. (2013). Geodesign, sistemi di supporto al piano e metapianificazione. *Disegnarecon*, 6(11), 133–140.

Dangermond, J. *GeoDesign and GIS*

– Designing our Futures. (2010). In: Buhmann, E., Pietsch, M. & Kretzler, E. (Ed.). *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2010* at Anhalt University of Applied Sciences. Wichmann, Berlin/Offenbach, 502-514.

Fonseca, B. M. (2015). *Conceitos e Práticas de Geodesign Aplicados ao Ordenamento Territorial do Município de São Gonçalo do Rio Abaixo*. PhD Dissertation. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Available in: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-A2VFSM/tese\_braulio\_magalh\_es\_fonseca\_2015.pdf?sequence=1>. Retrieved February 22, 2017.

Fonzino, F. & Lanfranchi, E. (2017). *The Application of the Geodesign Approach to an Italian Post-Earthquake Context*. Master Dissertation, Aalborg University, 9 jun. 2017. Available in: <http://projekter.aau.dk/projekter/files/259780532/AAU\_Master\_Thesis\_Geodesign\_Norcia.pdf>. Retrieved Feb. 22, 2018.

Kubler, G. (1973). *Formes du temps: remarques sur l'histoire des choses*. Paris, Champ Libre.

Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. New York, John Wiley & Sons.

Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a

survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 703-726.

Miller, W. R. (2012). *Introducing Geodesign: the concept*. Redlands, Esri Press. Available in: <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/introducing-geodesign.pdf>. Retrieved February 22, 2018.

Moura, A. C. M. (2014). *Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano*. Rio de Janeiro, Interciência.

Moura, A. C. M. (2007). Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. *XIII Simpósio*

*Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais...*, Florianópolis, INPE, 2899-2906.

Rivero, R., Smith, A., Ballal, H. & Steinitz, C. (2015). Promoting collaborative Geodesign in a multidisciplinary and multiscale environment: Coastal Georgia 2050, USA. In.: Buhmann, E., Ervin, S. M., Pietsch, M. (Ed.). *Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015*. Berlin: Herbert Wichmann Verlag, 42-58.

Santos, M. (2006). *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. São Paulo, USP.

Santos, M. (2005). *A urbanização*

*brasileira*. São Paulo, Hucitec.

Simon, H. A. (2013). *Administrative Behavior: a study of decision-making processes in administrative organizations*. 4. ed. New York, The Free Press.

Steinitz, C. (2012). *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Redlands, ESRI Press.

Vichas, R. P. (1982). *Complete Handbook of Profitable Marketing Research Techniques*. New Jersey, Englewood Cliffs and Prentice-Hall.

Word Clouds. Website. Available in: <https://www.jasondavies.com/wordcloud/>. Retrieved February 22, 2018.



## ***Potencialidade das Tecnologias de Apoio à Opinião e à Tomada de Decisão Como Ferramenta de Inserção do Geólogo no Planejamento Territorial***

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo abordar o framework de geodesign, desenvolvido por Steinitz (2012), a partir de condicionantes espaciais de cunho geológico, a fim de aprofundar a compreender as relações do substrato geológico no planejamento regional. Desta maneira temos que a definição de design (termo inglês traduzido para o português como “projeto”) mais bem aceita foi realizada pelo economista Herbert Simon (2013), que afirma que “todo projeto que elabora cursos de ação teve como objetivo substituir situações existentes por situações vislumbradas”. Por isso, é possível compreender que, para mudar uma situação atual, tem que se imaginar uma melhor situação no futuro.

Para Rivero (2015, p. 42): “[...] o Geodesign toma emprestado de vários domínios diferentes: arquitetura, engenharia, planejamento urbano, ciências

geográficas e outros. Oferecendo, assim, uma visão holística e complementar sobre o processo de design que incorpora as diferentes partes.” (tradução livre)

Certamente, essa nova abordagem para o projeto e para a tomada de decisão no planejamento urbano e regional está enraizada nas ciências geográficas (Campagna et al., 2017) e tem como objetivo facilitar a vida no espaço geográfico (Miller, 2012).

Com isso, pode-se observar que não existe apenas um caminho para a elaboração do trabalho, sendo possível chegar a diversos resultados por diversas formas. E a presença de participantes de um grupo heterogêneo para que se possa obter uma decisão coletiva afim de chegar a um produto final. Entretanto, o contexto geográfico sempre é levado em consideração para a elaboração de um projeto de Geodesign. Ressalte-se que esse termo tem em sua composição a junção dos dois aspectos mais relevantes para a elaboração de propostas de planejamento, os quais, cada um

em sua ciência, se explicam. São eles, Geo e Design, que, juntos, formam o Geodesign. (Fonseca, 2015).

O termo Geo faz referência ao contexto geográfico, levando em conta as características do local, os processos geomorfológicos que ocorrem na superfície, os hidrológicos, ecológicos e geológicos. É um termo ligado diretamente à definição de espaço geográfico. (Fonseca, 2015). Ocorre que, na Geografia, ainda não há uma definição aceita por todos como espaço geográfico, sendo, então, neste trabalho, adotada a de Santos (2005), que o definiu como aquele que:

[...] reproduz a totalidade social na medida em que essas transformações são determinadas por necessidades sociais, econômicas e políticas. Assim, o espaço reproduz-se, ele mesmo, no interior da totalidade, quando evolui em função do modo de produção e de seus momentos sucessivos. Mas o espaço influencia também a evolução de outras estruturas e, por isso, torna-se um componente

fundamental da totalidade social e de seus movimentos.

O termo Design, por outro lado, proveniente do contexto das ciências sociais aplicadas, está diretamente relacionado à sua interpretação da tradução do inglês para “Projeto” (Fonseca, 2015).

Com isso, é possível observar que, pelas definições, Geodesign é uma iniciativa inovadora para abordar problemáticas ligadas ao planejamento territorial, tanto ambiental como urbano, tanto local como regional, e por isso deve ser utilizada em questões multidisciplinares. Essas questões devem envolver todos os colaboradores da sociedade, tais como: Poder Público, especialistas de projeto, profissionais ligados as ciências geográficas e à tecnologia da informação, além de das pessoas do local. (Fonzino & Lanfranchi, 2017)

### 1.1. REFERENCIAL TEÓRICO: FRAMEWORK GEODESIGN POR CARL STEINITZ

Carl Steinitz (2012) definiu o Geodesign a partir da proposição de um framework. A tradução literal em português de framework seria “arcabouço metodológico”, mas metodologia é um conjunto/ associação de técnicas, ao passo que framework se define como uma conjuntura de técnicas, passível de variar, de agir perante a problemática a ser enfrentada. Logo, utiliza-se o termo “Framework do Geodesign” e não “Metodologia de Geodesign”. (Figura 1)

Figura 1 - O framework do Geodesign proposto por Steinitz (2012).

Steinitz (2012) definiu Geodesign como: “[...] uma ferramenta baseada e formada por um conjunto de questões e métodos necessários para resolver grandes, complicados e significativos problemas de design, em diversas escalas geográficas, variando de um bairro para uma cidade, uma paisagem ou bacia hidrográfica.”

O Geodesign pode ser também explicado como um processo integrado, afirmado pela avaliação da sustentabilidade ambiental, visando resolver complexos problemas relacionados às questões ambientais e territoriais e diretamente ligados às questões sociais e econômicas. (Dangermond, 2010). A prática desta técnica/método requer a colaboração de diversas profissões, entre elas as de projeto do

ambiente, de ciências geográficas, tecnologia de informação e das pessoas do lugar. (Steinitz, 2012).

Uma vez que a equipe técnica está formada, inicia-se a etapa dos questionamentos iniciais, presentes na primeira iteração e compostos por seis perguntas (Figura 2):

1. Como a área de estudo deve ser descrita?
2. Como a área de estudo opera?
3. A área de estudo está funcionando bem?
4. Quais as alternativas para se alterar a área de estudo?
5. Quais diferenças as mudanças podem causar?
6. Como a área de estudo deve ser alterada?

Figure 2 - Geodesign Framework: os 6 modelos (Adaptado de Steinitz, 2012).

Após essa etapa inicial, tem-se o início do preparo, implantação e condução dos seis modelos propostos por Carl Steinitz (2012): Modelo de Representação, Modelo de Processo, Modelo de Avaliação, Modelo de Mudança, Modelo de Impacto e Modelo de Decisão.

O Modelo de Representação é composto pela identificação das características principais da área de estudo, traduzidas nas variáveis mapeadas e na elaboração do banco de dados iniciais. Como exemplo, podem ser citados o limite da área, recursos minerais, recursos hídricos, áreas urbanas, entre outros. Em síntese, esse modelo produz dados iniciais.

O Modelo de Processo depende dos dados produzidos no modelo de representação e compõe a distribuição territorial dos fenômenos e ocorrências. Ele demonstra o processo territorial das variáveis componentes principais. Favorece entender como a dinâmica local atua e quais são os processos que ocorrem na área de trabalho, transformando dados em informação.

O Modelo de Avaliação tem como objetivo observar e julgar como está funcionando a área de estudo, realizando avaliações de adequabilidade e vulnerabilidade. Pode ser composto pela combinação de modelos de processos, classificado de positivo ou

negativo de acordo com um motivo de investigação. Esse modelo transforma informação em conhecimento.

O Modelo de Mudança observa o que pode ser alterado na área de estudo, considerando desde questões de legislação e políticas públicas até a própria morfologia física do local. Esse modelo tem como base em sua construção a observação das condições atuais e futuras da área de trabalho, simulando propostas de mudança em diferentes aspectos da área. Mais uma vez, são produzidos dados, mas nessa etapa eles são relativos a propostas de intervenção, sejam elas projetos ou políticas.

O Modelo de Impacto analisa as consequências futuras das propostas realizadas na fase de Modelo de Mudança. Observa como tais mudanças podem impactar a área de estudo, verificando se os resultados podem resolver os conflitos anteriores ou se criariam novos conflitos, independentemente de serem conflitos antrópicos ou naturais. Esse modelo transforma dados em informação, pois parte dos dados apresentados na etapa de mudança e calcula os impactos a serem gerados, produzindo informação sobre as consequências dos projetos e das políticas.

E, por último, o Modelo de Decisão, no qual as decisões são tomadas baseadas no conhecimento pessoal, cultural e institucional de quem por elas opta. O produto final é resultante de dinâmicas que acontecem no workshop e em suas etapas posteriores, pois a proposta é construída coletivamente. Há forte apelo da visualização para se entender cada consequência das escolhas realizadas, de modo que cada participante tem a possibilidade de construir uma opinião, e não apenas fazer valer a sua vontade. As decisões coletivas consideram as consequências das escolhas realizadas e são elaborados planos e propostas, entendidos como designs, que cumprem a função de transformar informação em conhecimento construído coletivamente, com a finalidade de se encontrar a melhor proposição.

O conjunto dos 6 modelos é utilizado três vezes, em rotas denominadas “iterações”. Cada iteração cumpre um objetivo: entender e fixar os motivos pelos quais se está realizando o estudo (Por quê?), entender como realizar melhor o estudo e rever

a metodologia (Como?) e chegar a decisões finais sobre o estudo (Onde? Quando? O quê?) (Figura 3).

Figura 3 - As três iterações no Geodesign (Adaptado de Steinitz, 2012).

A primeira iteração visa responder “por que” a área deve ser estudada. Mesmo percorrendo os 6 modelos, a função é terminar a primeira rodada de trabalho com amplo conhecimento sobre a área, suas características principais, seus potenciais e vulnerabilidades, como as pessoas entendem as questões existentes, o que elas pensam que poderia ser proposto e a construção de uma compreensão comum. Logo, a coleta de dados e a observação da equipe de Geodesign é muito importante, já que aqui se inicia a percepção das variáveis do local e sua relevância.

O produto é uma primeira proposta de futuros alternativos para a área, mas os participantes ainda estão construindo um conhecimento mais bem estruturado sobre o estudo de caso. Dessa forma, não se deve parar na primeira iteração (Figura 4).

Figura 4 - Primeira iteração: Por que? (Adaptado de Steinitz, 2012).

Terminada a primeira iteração, cabe avaliar todo o processo e decidir quais mudanças precisam ser feitas. O objetivo dessa segunda iteração é definir e escolher claramente os métodos que serão estudados, trabalhando em ordem inversa à primeira iteração. Essa parte do processo do Geodesign começa a ser guiada pela decisão e não pelos dados.

A revisão que acontece na segunda iteração pode realizar modificações tanto na etapa de decisão de sistemas, de escolha de variáveis componentes principais, como na forma de revisão de mapeamento dos processos sobre o território, nas escolhas de outras formas de mudança desse e na nova forma de julgar os impactos que serão causados. Em síntese, uma segunda iteração cumpre o papel de rever e ajustar a metodologia da primeira iteração, respondendo “como” o estudo pode ser realizado da melhor forma (Figura 5).

Figura 5 - Segunda iteração: Como? (Adaptado de Steinitz, 2012)

A terceira e última iteração adota as revisões e ajustes metodológicos realizados na segunda iteração e promove novo workshop colaborativo, no qual o produto final será um design ou possíveis

designs, compostos por projetos e políticas que dizem sobre futuros alternativos para um território.

O produto da terceira iteração responde a “o que”, “onde” e “quando” devem acontecer as mudanças e como serão os futuros alternativos. O objetivo dessa última interação é realizar um produto final, quando uma ou mais decisões serão tomadas. (Figura 6)

Figura 6 - Terceira iteração: O que? Quando? Onde? (Adaptado de Steinitz, 2012)

Em cada etapa, deve-se passar por todos os modelos e obter a opinião dos representantes da sociedade, de modo que as conclusões parciais e finais serão avaliadas em três respostas: Sim, Não, Talvez. Dessa forma, se constrói um plano coletivamente, por cocriação. (Figura 7)

Figura 7 - O produto pode ser “Sim”, “Não” ou “Talvez” (Adaptado de Steinitz, 2012)

Se a proposta é avaliada como “sim”, o resultado final já está pronto, ou seja, foi satisfatório. Se avaliada como “não”, o resultado final foi insatisfatório e o estudo precisa passar por nova iteração. E, se avaliada como “talvez”, o resultado foi satisfatório, porém, com ressalvas. No caso de o resultado ser um “talvez”, pode-se realizar um novo ciclo de iterações, em que se solucionem os erros do primeiro ciclo, que podem ser a escala de trabalho, o tempo considerado, entre outros. Quando a resposta é um “não”, deve-se realizar mais estudos na área, a fim de verificar o uso das variáveis mais adequadas à situação, além de observar a escala e outras variáveis. Quando a resposta final é um “sim”, pode-se considerar que os objetivos do estudo foram alcançados e devem-se levar as respostas aos atores sociais, cabendo a qualquer momento revisões, e o plano é colocado em prática.

De acordo com Campagna (2013), a estrutura metodológica do Geodesign pode ser utilizada em qualquer escala, qualquer ambiente e qualquer tempo de iteração. A estrutura induz os participantes e organizadores a formularem perguntas e buscarem respostas para o trabalho, objetivando-se obter a melhor situação possível para a área de estudo como produto final, sendo, assim, uma maneira de criar e planejar um instrumento de gestão territorial.

O processo do Geodesign favorece que os diversos profissionais e os participantes envolvidos atuem

em modo de integração de conhecimentos e pensamentos para que se chegue a um produto final realístico e que se possa dar suporte à criação de um futuro alternativo para a área de estudo.

No próximo capítulo, serão indicadas as formas metodológicas utilizadas para alcançar os resultados buscados na presente artigo.

## 2. PROCESSOS E METODOLOGIA

A metodologia do trabalho foi desenvolvida em prol do Workshop de Geodesign, sendo o estudo de caso uma peça fundamental para a realização da presente dissertação. Após uma compreensão do Geodesign pelo autor e de sua participação em diversos workshops, foi idealizada a proposta de um “Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero”.

Iniciou-se o período de investigação sobre como a Geologia poderia influenciar o planejamento urbano e, a partir disso, se instituiu a etapa de montagem de informações para o estudo de caso. Essa investigação inicial teve como base as questões geológicas ligadas à gestão do território. O que foi possível perceber é que a Geologia está no dia a dia da sociedade e com ela interage, embora poucos tenham consciência disso.

O objetivo desse ponto foi testar a capacidade de uma abordagem inovadora no tratamento do contexto (complexo) do planejamento regional, tendo a Geologia e suas variáveis territoriais relacionadas como a principal abordagem. As razões de se realizar esse estudo foram abrir nova possibilidade para as questões de planejamento regional e, também, nova abertura mercadológica para o geólogo.

Em seguida, procurou-se obter a base de dados cartográficos para a elaboração dos sistemas a serem utilizados no workshop de Geodesign. Optou-se pelo uso de dados de origem pública e acessíveis para download.

Com a posse dos dados a serem utilizados, iniciou-se seu tratamento, em plataformas de geoprocessamento com a utilização de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Essa etapa constituiu o momento de obtenção dos Modelos de Representação e Processo.

Os dados, tratados por ferramentas SIG, passaram por análises de multicritérios e combinatória, a fim de se obter o Modelo de Avaliação. A Análise de Multicritérios consiste em operações de estrutura do tipo raster, em ambiente SIG, as quais produzem, por sua vez, novas informações. Nas palavras de Moura (2007, p. 2.900), o processo é assim explicado:

[...] se baseia justamente na lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas.

Entende-se que o procedimento de Análise de Multicritérios é largamente utilizado na criação de novas informações. Essa análise é feita por atribuição de pesos ou notas, indicadas por especialista no fenômeno em estudo, bem como especialista na variável em questão (Malczewski, 1999; 2006). Outra forma de se compreender a Análise de Multicritérios se relaciona à interpretação metodológica do cruzamento de variáveis em análises espaciais, conhecido na forma de aplicação de uma Árvore de Decisões, ou simplesmente como processo de Análise Combinatória (Moura, 2014).

Cabe também entender que essa árvore de decisões é um roteiro justificado pela compreensão de como as variáveis se relacionam. Kubler (1973) sugere que o trabalho tenha três pontos básicos: o lugar, a idade e a sequência. Dessa maneira, nas palavras de Santos (2006, p. 103-104):

O valor total das coisas se modifica, a cada momento, arrastando a alteração do valor de cada coisa. Tal distribuição de valores não é aleatória. Ela revela as determinações pelas quais a realidade total vai mudando para se encaixar

nas formas preexistentes ou criadas. O modelo sistemas de objetos / sistemas de ações somente se entende como um modelo espaço-temporal.

Para a preparação dos modelos de avaliação que são a base do workshop, antes da realização do evento foi realizado um estudo Delphi, com suporte de especialistas que conhecem a metodologia do Geodesign e já participaram de outros estudos, com o intuito de compreender como os sistemas interagem e tomar opiniões sobre quais sistemas são conflitantes e/ou agregadores entre si.

Foi também fundamental a adequada seleção dos participantes que iriam participar do workshop, escolhidos por suas experiências profissionais e/ou acadêmicas, sempre levando em consideração conhecimentos ligados à Geologia e à questão mineralária. O grupo participante foi formado, em sua maioria, por geólogos, seguido de geógrafos, engenheiros e um biólogo, totalizando doze participantes. Do conjunto, sete deles eram acadêmicos e oito, profissionais do mercado.

Os participantes receberam uma coletânea de material para que pudessem se preparar para a atividade. Essa coletânea contou com uma apresentação, em Power Point, contendo os “Princípios Básicos de Geodesign” e os “Modelos de Representação e Processo”, separados por sistemas. Juntamente a esse material, havia um questionário, com duas perguntas (idênticas) para cada sistema, que foram:

- A partir da observação dos dados enviados, escreva uma frase sobre o que chamou a sua atenção quanto às características principais da área, observando potencialidades ou restrições apresentadas por este tema em estudos de interesse geológico;
- Além da frase, anote 3 ideias para projetos sobre este tema.

A partir das respostas dos convidados, foi realizado o procedimento de Word Clouds para que se pesquisasse as principais palavras-chave de cada sistema e que, durante o evento, essas auxiliassem os participantes na elaboração de propostas. Foi também uma forma de mensurar de modo não estruturado se os participantes estavam entendendo bem as

informações contidas nos mapas e de incentivá-los a ter ideias sobre como resolver as principais demandas de desenvolvimento e proteção para a área (Figura 8).

Figura 8 - Exemplo de Word Cloud construído.

Após toda essa preparação, foi possível iniciar a atividade de workshop propriamente dita, que é feita em reunião presencial. No encontro, são elaborados os Modelos de Mudança, Impacto e Decisão pelos participantes. Isso ocorre devido à elaboração de propostas pelos convidados e à alteração, direta, nos Modelos de Avaliação.

O encontro presencial, realizado em setembro de 2017, foi dividido em etapas. A primeira delas constituía em separar os participantes em seis grupos, cada qual responsável por um sistema de sua especialidade. Em seguida, foram agrupados em três grupos, com papéis sociais pré-definidos, a saber (Figura 9):

- Ambiental;
- Social;
- Econômico.

Figura 9 - Participantes trabalhando nos grupos.

Com esse arranjo, os times de participantes foram orientados a elaborar seus projetos para a área de estudo. Posteriormente, foram arranjados em um único grupo a fim de obter o Modelo de Decisão. Uma vez obtido este, foi solicitado que todos os presentes respondessem a um questionário, ligado à atividade. Novamente as respostas foram utilizadas para a elaboração de Word Clouds.

E, por último, com o encerramento da atividade, todos os diagramas aprovados foram lançados para votação pública, em fórum online, a fim de que uma comunidade mais ampla pudesse participar do Modelo de Decisão aprovado.

Cabe destacar que todo trabalho científico que se baseia em contribuições metodológicas de geoprocessamento possui uma peculiaridade que o diferencia de outros trabalhos: o roteiro metodológico já é resultado, e já é a principal contribuição. Assim, cabe apresentar a contribuição metodológica, por meio da descrição do desenvolvimento das etapas supracitadas como etapas de desenvolvimento do trabalho.



### 3. WORKSHOP

Durante a preparação para o Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero, foram realizadas diversas atividades que não estavam ligadas ao processamento de dados, mas sim ao objetivo de preparar os participantes para a atividade. Iniciou-se pela seleção dos participantes, para compor um grupo formado por profissionais que atuassem, direta ou indiretamente, no campo de conhecimento geológico. A composição final uniu cinco geólogos, quatro geógrafos, um engenheiro civil, um engenheiro ambiental e um biólogo. Do grupo, seis eram alunos de pós-graduação na Universidade Federal de Minas Gerais e os outros seis eram profissionais em empresas privadas ou empresa pública federal.

Foi enviado para cada um deles a seguinte coleção de material informativo:

- Apresentação conceitual explicando o que é Geodesign e seus princípios;
- Apresentação dos mapas que compõem os Modelos de Representação e Processo;
- Os mapas foram organizados em sistemas, apresentando a coleção de informações que foram combinadas para comporem cada um deles, assim como o mapa resultante do sistema (de modelos de representação, a modelos de processos e modelos de avaliação). Diante de cada coleção por sistema, o participante deveria interpretar as informações e preencher um formulário online descrevendo, em poucas palavras, o que havia compreendido como características principais daqueles aspectos do Quadrilátero Ferrífero. Além da descrição, deveria também já registrar ideias, como propostas de desenvolvimento, proteção ou manutenção das atividades, visando a futuros alternativos;
- Um link com o pedido de cadastro na plataforma GeodesignHub, que seria utilizada no dia do encontro presencial;
- Um link com um vídeo explicando como funciona, de modo básico, o GeodesignHub, para facilitar as compreensões no dia do workshop, ou mesmo já

resolver eventuais curiosidades;

- Um questionário Delphi avaliando o impacto das decisões sobre cada sistema e explicando-o de modo breve, ao se propor, por exemplo, a criação de uma área de proteção permanente a partir do sistema “vulnerabilidade da cobertura vegetal”, que poderia causar um impacto de conflito de interesse em relação ao sistema de “atratividade minerária”. Como julgamentos dessa natureza podem ter respostas diferentes em virtude de opiniões ou setores de atuação, decidiu-se aplicar o método Delphi, que se baseia em maximização de consenso (Vichas, 1982; Moura, 2007). Foram convidados os participantes do workshop e componentes do Laboratório de Geoprocessamento que conheciam bem a lógica do cross-table do Geodesign e a realidade em estudo. A partir de 15 respostas, foi obtida a primeira tabela com a média das opiniões sobre o impacto cruzado entre sistemas e essa tabela foi mostrada aos participantes para que pudessem rever ou manter suas opiniões. Com essa nova oportunidade de avaliação, se chegou à segunda e definitiva cross-table, que registra o impacto cruzado entre sistemas, e os valores foram inseridos no GeodesignHub.

Portanto, os participantes tiveram a oportunidade de se familiarizar com as atividades a serem desenvolvidas e se prepararem para o workshop. Como o tempo do encontro presencial é geralmente curto e as dinâmicas são muito intensas, esse preparo mental é fundamental, pois evita a demora de compreensão de motivações e atividades.

Cabe detalhar cada uma das etapas de preparo, pois a contribuição metodológica é o principal resultado do presente trabalho. Inicialmente, a apresentação explicando o que é Geodesign e seus princípios foi contemplada com os seguintes slides (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Slides do material enviado aos participantes - Caracterização da área.

Figura 11 - Slides do material enviado aos participantes - Princípios sobre o Geodesign.

Na sequência, os participantes tiveram acesso aos Modelos de Representação e de Processo de cada sistema a ser trabalhado no workshop.

Tendo o participante realizado a análise e interpretação dos mapas de um sistema, era necessário que

respondesse a um questionário, realizado na plataforma online “Google Forms”, no endereço virtual: <https://goo.gl/forms/YrhZw4FHuq3wNKas1>. No questionário, havia as seguintes perguntas (Figuras 12 e 13).

Figura 12 - Slides do material enviado aos participantes - Os Modelos de Representação.

Figura 13 - Questionário enviado aos participantes.

Com o preenchimento desse formulário pelos participantes, utilizou-se a plataforma online “Jason Davies” para gerar Word Clouds (ou “nuvens de palavras”, na tradução livre em português), hospedadas no endereço virtual: <https://www.jasondavies.com/wordcloud/>. Essa plataforma permite que se selecionem as palavras mais utilizadas no questionário, de modo a destacar quais as principais questões relacionadas ao sistema, que podem ser positivas ou negativas (Figura 14).

Figura 14 - Respostas à pergunta “2” sobre o sistema Atratividade Mineral.

Essas palavras foram utilizadas para auxiliar os participantes, durante o workshop, na elaboração de diagramas para cada um dos seus respectivos sistemas. Elas cumpriram também o papel de avaliação livre e não-estruturada, por parte da coordenação, sobre a qualidade da informação que estava sendo disponibilizada aos participantes, pois a capacidade de compreensão da essência do que foi mapeado está relacionada à correta escolha de temas, dados e modos de trabalhar esses dados.

Na sequência, foi enviado um pedido para que o participante criasse um usuário (login) na plataforma GeodesignHub, no seguinte link: <https://www.geodesignhub.com/accounts/signup/>. Para que os usuários já tivessem algum contato com o Hub, foi enviado o link: <https://www.youtube.com/watch?v=byvd1IE8vRg> com o propósito de elucidar os participantes sobre como a plataforma funciona, contendo um vídeo explicativo de como desenhar na plataforma e como salvar o desenho. (Figuras 15 e 16)

Figura 15 - Login na plataforma GeodesignHub - Aplicativo desenvolvido por H. Ballal.

Figura 16 - Página Web com vídeo tutorial sobre a plataforma GeodesignHub - Aplicativo desenvolvido por H. Ballal.

E, finalmente, um questionário para que os participantes opinassem na definição do cross-table,

pelo método Delphi. A coleta de opiniões foi realizada na plataforma online “Google Forms”, sob o endereço virtual: <https://goo.gl/forms/zdMGzhvBf2Cyq87J2>. O questionário teve os seguintes elementos (Figura 17).  
Figura 17 - Aplicação do questionário para a consulta pelo método Delphi.

Esse Delphi gerou os valores para serem inseridos na plataforma GeodesignHub. A síntese das opiniões foi composta de modo gráfico, destacando visualmente a média e as dispersões de opiniões em relação a cada cruzamento de impacto entre sistemas para cada um dos sistemas. E, em seguida, esses dados foram inseridos na plataforma GeodesignHub, no cross-table (Figuras 18 e 19).

Figura 18 - Gráfico com o resultado da consulta Delphi.

Figura 19 - Resultado do Delphi insido na “Cross-Table” de combinação de variáveis no GeodesignHub, aplicativo desenvolvido por H. Ballal.

Assim sendo, os participantes tiveram participação prévia ao encontro, na qual houve a oportunidade de conhecimento anterior do material a ser utilizado e colaboração direta para a atividade que iria ocorrer.

O “Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero” teve início às nove horas da manhã do dia 15 de setembro de 2017, com a apresentação do material enviado aos participantes pelo autor do presente trabalho, explicando o Framework Geodesign e seus princípios, além dos Modelos de Representação e Processo.

O material já era de conhecimento dos convidados, mas existia a possibilidade de alguém não ter tido tempo de fazer o preparo, ou mesmo não ter compreendido totalmente as atividades e seus objetivos, de modo que foi importante começar com o nivelamento, para não deixar qualquer convidado em situação de desconforto.

Em seguida, foram explicadas as nuvens de palavras, geradas a partir das respostas dos participantes nos formulários online. E, por último, a mais importante explicação para se começar bem um workshop: os Modelos de Avaliação que compõem cada sistema e a legenda de cada um deles), pois é a partir dessas bases que os participantes realizam as propostas de projetos e políticas.

Houve ainda a apresentação e explicação dos Modelos de Avaliação, a partir de como foram gerados e em relação à legenda.

Após essa apresentação, foram distribuídos materiais de auxílio para a atividade. Os participantes tiveram acesso aos Modelos de Representação, Processo e Avaliação em formato digital e impresso, a um arquivo extensão MXD, no software ArcGIS, com todos os dados utilizados para gerar os modelos. Assim, durante as atividades, eles podiam consultar esses dados sempre que julgassem necessário (Figuras 20 e 21).

Figura 20 - Legenda usada nos templates dos Modelos de Avaliação.

Figura 21 - Modelos de Avaliação.

Em seguida, foi realizado um breve curso, ministrado pela Professora, com vistas ao nivelamento para o uso da plataforma GeodesignHub e, dessa maneira, a atividade de cocriação de propostas pudesse ter seu início (Figura 22).

Figura 22 - Orientação sobre o uso da plataforma GeodesignHub, aplicativo desenvolvido por H. Ballal.

Os participantes foram divididos em seis grupos, de acordo com suas áreas de atuação profissional e/ou acadêmica, para que os primeiros projetos e políticas fossem criados. Sua elaboração pode ser entendida como uma expressiva coleção de dados sobre ideias criadas por especialistas para serem implantadas no Quadrilátero Ferrífero).

Figura 23 - Exemplos de diagramas com ideias de projetos e políticas para o Quadrilátero Ferrífero, apresentados na plataforma GeodesignHub.

Diante desse conjunto de primeiras ideias, os convidados foram realocados em três grupos, segundo temáticas específicas de interesse, com quatro participantes em cada grupo.

Os grupos foram separados em três principais eixos: social, ambiental e econômico. O objetivo dessa etapa foi realizar o primeiro “design” para a área de estudo, tendo início às dez horas da manhã, com duração de uma hora e meia. Logo em seguida, foi realizada uma defesa oral por cada um dos grupos em relação ao seu projeto para a área, explicando motivações, escolhas e valores principais perseguidos nos projetos e políticas escolhidos ou desenhados.

Esse momento da atividade foi limitado a ponderações e diálogos entre o grupo que apresentava suas ideias e os demais grupos que ouviam a apresentação, uma vez que havia naturais conflitos de interesses entre as propostas, considerando que cada grupo representava setores diferentes da sociedade (Figura 24).  
Figura 24 - Apresentação do primeiro projeto por cada grupo.

Logo após a apresentação de cada um deles, foi realizada uma análise pelo autor deste trabalho, na qual se constatou que as propostas já possuíam expressiva similaridade.

Prontamente após essa análise, foi solicitado aos três grupos que realizassem um segundo projeto para a área, dessa vez levando em consideração o que foi utilizado pelos outros grupos, caso julgassem importante. E, mais uma vez, o material gerado foi bastante similar (Figuras 25 e 26).  
Figura 25 - Primeiro projeto de cada grupo e análise dos impactos de cada.

Figura 26 - Segundo projeto de cada grupo e análise dos impactos de cada.

Ao final dessa comparação de propostas, realizada pelo autor deste trabalho, foi realizado um sociograma entre os grupos. O sociograma, segundo Steinitz (2012) é uma matriz de verificação sobre o quanto um grupo pensa de modo semelhante ou aceita as ideias propostas pelos outros grupos. Ele é uma oportunidade para os grupos identificarem com qual outro grupo se tem maior ou menor afinidade – Sociograma.

No período da tarde, às quatorze horas, iniciou-se o projeto final, quando todos os participantes foram reunidos em um único grupo, com o objetivo de elaborarem a Proposta Final da Geologia como base de Planejamento de futuros alternativos para o Quadrilátero Ferrífero. Caso o sociograma tivesse indicado muitos conflitos entre os participantes, seria necessário compor 2 grupos, para então se fazer a composição final em um grupo. Nesse caso, segundo o sociograma, seria a combinação de um grupo de “social + ambiental” e um grupo de “economia”. Contudo, tanto a análise do sociograma (na qual se verificou que os conflitos não eram muito fortes), como a tendência progressiva à semelhança de propostas pelos grupos, indicaram que se poderia trabalhar diretamente um grupo final de discussões.

No sociograma os sinais “+”, “-” e “0” significam, respectivamente, “boa aceitação”, “não aceitação” e “neutro para aceitação”:

	S	E	A
A	+	0	
E	+		-
S		+	+

Essa etapa de trabalho em um grupo final foi realizada, inicialmente, utilizando-se de um dos recursos da plataforma GeodesignHub que permite observar a frequência de aprovação de cada diagrama escolhido na etapa anterior (Figura 27).

Figura 27 - Frequência com que cada diagrama foi escolhido pelos grupos.

Os diagramas que haviam sido selecionados pelos três grupos já eram considerados relevantes e, por sua vez, foram aprovados para compor a Proposta Final (Design Final). Os diagramas com frequência igual a dois foram analisados um a um, e o grupo que não havia escolhido explicava os motivos daquela decisão, ao passo que os dois grupos que haviam escolhido tentavam convencer ao primeiro a aceitar a proposta. Alguns diagramas foram alterados da frequência dois para três, e outros foram descartados, a partir da negociação entre os participantes. Em seguida, foi realizado o mesmo processo para os diagramas com frequência igual a um, processo no qual o único proponente precisava defender sua ideia e convencer os dois outros grupos que não haviam indicado o diagrama. Como resultado, obteve-se o produto final para o “Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero”.

Cabe também entender que essa árvore de decisões é um roteiro justificado pela compreensão de como as variáveis se relacionam. Kubler (1973) sugere que o trabalho tenha três pontos básicos: o lugar, a idade e a sequência. Dessa maneira, nas palavras de Santos (2006, p. 103-104):

O valor total das coisas se modifica, a cada momento, arrastando a alteração do valor de cada coisa. Tal distribuição de valores não é aleatória. Ela revela as determinações pelas quais

a realidade total vai mudando para se encaixar nas formas preexistentes ou criadas. O modelo sistemas de objetos / sistemas de ações somente se entende como um modelo espaço-temporal.

Para a preparação dos modelos de avaliação que são a base do workshop, antes da realização do evento foi realizado um estudo Delphi, com suporte de especialistas que conhecem a metodologia do Geodesign e já participaram de outros estudos, com o intuito de compreender como os sistemas interagem e tomar opiniões sobre quais sistemas são conflitantes e/ou agregadores entre si.

#### 4. CONCLUSÃO

Durante a atividade, os participantes puderam fazer suas decisões pela escolha de diagramas a partir da verificação dos impactos de cada um deles sobre os diferentes sistemas, assim como do impacto do conjunto de propostas (o “design” composto pelo conjunto de diagramas escolhidos) em relação ao conjunto de sistemas. Para que realizassem essas análises de suporte à decisão, explicou-se o funcionamento dos Modelos de Mudança, de Impacto e de Decisão. A interpretação do Modelo de Mudança foi explicada durante o curso sobre o uso da plataforma GeodesignHub, quando os participantes tiveram a oportunidade de aprender a desenhar projetos e políticas, entendidos como ideias de mudanças propostas para o território em estudo.

O Modelo de Impacto foi explicado logo após os grupos exporem seus primeiros planos (“designs”), pois o conjunto de diagramas selecionados foi analisado segundo cores que vão do roxo ao laranja, sendo as primeiras positivas, a amarela neutra e as laranjas negativas. Eles entenderam como calcular os impactos, mas é necessário destacar que os resultados das propostas elaboradas, desde o primeiro projeto, foram bastante positivos, sendo majoritários diagramas em roxo e amarelo.

O Modelo de Decisão foi explicado durante a elaboração da última proposta, coletivamente, uma vez que esse seria o Projeto Final e o Modelo de Decisão gerado na atividade (Figura 28).

Figura 28 - Modelo de Decisão.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio às pesquisas do laboratório, através do projeto “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero - MG”, Processo 401066/2016-9, Chamada Universal 1/2016.

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio de bolsas de mestrado - CAPES / DS.

Os autores agradecem a Ballal pelo uso da plataforma GeodesignHub e pelas diretrizes recebidas.