



Carlos Stozek Neto

**Estudos de Viabilidade Financeira para Inclusão de
Soluções Sustentáveis em Habitação Multifamiliar no
Rio de Janeiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental.

Orientador: Prof. Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra

Rio de Janeiro
Novembro de 2017



Carlos Stozek Neto

**Estudos de Viabilidade Financeira para
Inclusão de Soluções Sustentáveis em
Habitação Multifamiliar no Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra
Orientador
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - PUC-Rio

Prof. Alfredo Jefferson de Oliveira
Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Wagner Barboza Rufino
Universidade Veiga de Almeida

Prof. Márcio da Silveira Carvalho
Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2017.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

Carlos Stozek Neto

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), em 2009. Possui MBA em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil pela Fundação Getulio Vargas, em 2011. Desde 2009, atua profissionalmente no gerenciamento de obras e desenvolvimento de projetos de arquitetura, contando com experiência em novos negócios e na análise financeira de empreendimentos imobiliários.

Ficha Catalográfica

Stozek Neto, Carlos

Estudos de Viabilidade Financeira para Inclusão de Soluções Sustentáveis em Habitação Multifamiliar no Rio de Janeiro / Carlos Stozek Neto; orientador: Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra – 2017.

192 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2017.

Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Engenharia urbana e ambiental – Teses. 3. Sustentabilidade. 4. Incorporação Imobiliária. 5. Viabilidade Financeira. 6. Habitação Multifamiliar no Rio de Janeiro. I. Bezerra, Marcelo de Mattos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. III. Título.

CDD: 624

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Marcelo de Mattos Bezerra pelo incentivo, aprendizado e amizade desde os tempos de graduação.

À minha família, em especial à minha esposa Branca e minha filha Melissa pelo companheirismo e contribuição; ao nosso pequeno bebê que está sendo ansiosamente aguardado; aos meus pais Carlos e Maria Teresa e meu irmão Cristian pelo amor e apoio de sempre; aos meus sogros Pedro e Hélène pela acolhida no período de conclusão deste trabalho.

Aos distintos professores do curso, colegas de sala e demais colaboradores da PUC-Rio que contribuíram para a qualidade do ensino.

Aos professores que participaram da Comissão Examinadora.

Aos meus colegas de trabalho, líderes e liderados, com quem tive o prazer de conviver durante minha trajetória laboral e que de uma forma ou de outra colaboraram com minha formação profissional, acadêmica e pessoal.

Resumo

Stozek Neto, Carlos; Bezerra, Marcelo de Mattos (Orientador). **Estudos de Viabilidade Financeira para Inclusão de Soluções Sustentáveis em Habitação Multifamiliar no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2017. 192p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A aplicação de soluções e sistemas prediais sustentáveis em edificações, em especial em habitação, tem sido promovida pela adoção recente de leis pertinentes e pela maior consciência sobre o tema da sustentabilidade. Isto tem levado à iniciativas pontuais que visam redução de custos e de consumo de recursos como energia e água. Porém, é pouco comum verificar no mercado habitacional do Rio de Janeiro o surgimento de novos lançamentos imobiliários que já contemplem soluções sustentáveis em seus projetos, mostrando falta de atenção por parte dos incorporadores imobiliários e clientes compradores com relação à adoção de práticas sustentáveis e de gestão de recursos durante o desenvolvimento e operação da edificação. Este trabalho analisa parâmetros de incorporação e custos de operação de um empreendimento residencial hipotético, com oito pavimentos tipo, na cidade do Rio de Janeiro, no qual é avaliada a inclusão de quatro sistemas: geração de energia solar fotovoltaica, reuso de águas cinzas, captação de água de chuvas e uso de hidrômetros individualizados. A análise financeira é realizada através da montagem de seis cenários de avaliação, o primeiro considerando a edificação sem nenhuma solução sustentável, os quatro seguintes com cada uma das soluções aplicadas separadamente, e a última considerando todas as soluções implementadas simultaneamente. Os resultados financeiros são comparados para avaliar dados do interesse do agente incorporador, como custos de incorporação, necessidades de correção nos preços de venda e disposição a pagar do consumidor, e dados de interesse do cliente comprador, como economias geradas durante a operação e *payback* do investimento.

Palavras-chave

Sustentabilidade; incorporação imobiliária; viabilidade financeira; habitação multifamiliar no Rio de Janeiro.

Extended Abstract

Stozek Neto, Carlos; Bezerra, Marcelo de Mattos (Advisor). **Financial viability studies for the inclusion of sustainable solutions in multifamily housing in Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2017. 192p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The increase in the global population and the ever-increasing development of cities have given rise to various challenges to be overcome in environmental, social, cultural and economic terms. This situation makes it important to encourage the use of new technological solutions to build more sustainable cities and the real estate market has an important role in this process, because the incorporation of sustainable practices into buildings is decided upon during the design of real estate developments.

With respect to the Brazilian market, the managers of developers currently bear the responsibility of being the decision-makers on the use of sustainable building systems and on the reduction of energy consumption over the lifespan of buildings. On the other hand, within the real estate market in the city of Rio de Janeiro, it is unusual to find multi-family housing developments that already feature such solutions integrated from the beginning into their designs, thereby demonstrating that real estate developers and buying customers overlook resource management during construction. Notably, financial considerations govern market relations and it is supposed that the implementation of sustainable solutions is still an unknown variable in terms of financial results, since the probable increase in the cost of initial construction still does not lead to visible, immediate gains for real estate developers. In addition, consumers do not have clarity on the gains tied to acquiring sustainable buildings. Information is lacking on the benefits in ecological terms and mainly, in financial terms, relating to the reduction in operating costs from the use of energy and natural resources during the lifespan of the building.

Here we adopt the principle that financial variables are the main driver for making decisions, both on the part of real estate developers and of buying customers, and the adoption of sustainable practices and systems in buildings can be better evaluated by way of studies confirming their profitability and financial returns for both interested parties. In this way, this paper has the objective of demonstrating the financial results from using four sustainable

building systems in a hypothetical residential development located in the city of Rio de Janeiro, by evaluating details of interest to developers, such as development costs, the need for adjustment to sale prices and consumers' willingness to pay, as well as details of interest to the buying customer, such as generated savings and *payback* of the investment. A secondary objective consists of the presentation of parameters and strategies used in undertaking a financial feasibility study, according to the practices used by the main developers in the real estate market of the city of Rio de Janeiro.

As such, this paper focuses on four so-called sustainable building systems, chosen due to the fact that they were the four most valued items in research undertaken in 2014 by a Brazilian research entity, the Sensus Institute. These systems are:

- a. Electrical power generation by way of a photovoltaic solar system;
- b. Recycling and re-use of greywater.
- c. Rainwater catchment
- d. Individual water metering

In order to study the economic impact from the use of each of the sustainable technologies in the development, scenarios were created for evaluation from two perspectives: that of developers and that of buying customers.

The method of the dynamic feasibility study was selected for the development process, without forecasting inflation, considering that possible adjustments for inflation are offset both upon the disbursement of expenses and upon receiving revenue. In this way, the cash flows of each scenario were forecast, resulting in the financial indicators to be compared.

With respect to financial feasibility focusing on buying customers, the assessment method of discounted *payback* was chosen, applying a discount rate to convert the cash flow amounts to the present value.

To piece together the hypothetical development, a piece of land situated at Rua Araguaia, Freguesia neighbourhood, located in the West Zone of the City of Rio de Janeiro, was chosen. The development follows the specifications of a R8-N standard design, as stipulated by the Brazilian standard, NBR 12721 (ABNT [Brazilian Association of Technical Standards, 2006]). This standard establishes criteria for evaluating unit cost of building in Brazil; the R8-N type was chosen due to being that normally used in real estate developments throughout Brazil. The design consists of a multi-family building with a garage, pilotis and eight typical floors, with normal finishing standards, featuring four units per floor, as

well as a common recreational area for the condominium. With respect to the apartments, each unit measures 92.5 m², containing three bedrooms, one being en suite, a living room, a dining room, a main bathroom, a kitchen, a utility area with a bathroom and veranda. The sum of the built-up areas adds up to a gross floor area of 6,254.73 m². The standard also includes the fact of each building environment involving higher or lower costs for respective construction, based on the respective finishing features and complexity of construction. As such, the gross floor areas are weighted based on coefficients of equivalence, and result in an equivalent built-up area 4,241.22 m². The target consumer for this development is families with an income of more than 20 minimum monthly salaries, and this paper stipulates 162 residents and employees spread throughout the 32 housing units.

Energy and water consumption in the building was estimated, in order to determine the costs from these items for operating the development. With reference to energy consumption, the items used inside the building, such as lighting and electrical equipment, were identified. Based on the period of operation and the capacities of this equipment, the study calculated monthly consumption of around 523.33kWh per apartment. With respect to water consumption, daily consumption of 200 Litres per capital was stipulated, resulting in monthly consumption per apartment of 1,012.5 Litres. Sewage production is also an important detail for evaluating the possibility of reusing these effluents for non-potable purposes. As such, based on the qualitative distribution of water consumption, it is possible to determine the building's production of greywater, originating from effluents from showers, lavatories, washing machines, tanks and floor drain in wet areas. The study demonstrated a monthly production estimate of 458.7 Litres of greywater per apartment. Following the presentation of the buildings consumption data, the four studied sustainable systems were described.

The photovoltaic power generation system is defined as an on-grid system, the installed capacity of which is 30 kWp, limited as a result of the area available on the building's roof. It produces approximately 3,690 kWh for the development, at a setup cost of BRL 143,875.00 and generates a monthly net saving of 94.89 per apartment along the twenty-year lifespan.

The greywater reuse system was adopted based on current legislation in the city of Rio de Janeiro, although in Brazil there are still no specific technical standards on treatment and sizing. Its size was determined based on the required volume of non-potable water for watering gardens, washing cars and cleaning

floors, giving rise to the need to treat 5,427 Litres daily. The cost of setting up the system was calculated based on the additional materials and labour for its construction, resulting in BRL 88,245.97. It was determined that the consumption reduction leads to a saving in the monthly bill of BRL 17.73 per apartment, at an operating cost of BRL 10.74 monthly per apartment, leading to a net monthly saving of BRL 6.99 per apartment.

The rainwater catchment system has the capacity to reduce the development's monthly consumption of potable water by 22 m³, partially covering the demand for use in watering gardens and washing cars. The total cost of implementing the system was calculated as BRL 16,309.13. It was discovered that based on the local volume of rains, in the months of August, September and October it would not be possible to cover demand for 22m³ in full, there being the need to supplement the demand with potable water from the local water supply company. As such, the monthly net saving per apartment was calculated as BRL 2.22, the monthly operating cost being BRL 5.85 per apartment, resulting in a negative monthly result of BRL 3.63 per apartment. These results demonstrated that, for this development, initially this technology would not be beneficial.

The use of individual water meters is a recent requirement (since the year 2011) for building new residential developments in Rio de Janeiro. It was calculated that the cost for implementing the system would be BRL 72.19 per apartment and it was considered that individual metering would lead to a 30% reduction in the consumption of potable water (based on monitoring from similar studies), resulting in a saving of BRL 31.92 per apartment. The monthly operating cost was calculated as BRL 15.00 relating to remote monitoring undertaken by an outsourced company. The result would be a monthly saving of BRL 16.92 per apartment.

After presenting the solutions, financial analyses were undertaken on the real estate development, by grouping the estimated revenue and expenses of the design over time to demonstrate the financial flows of the development and its results for investors. The analysis in itself was undertaken by setting up the development's cash flow in an electronic spreadsheet, listing the items generating expenses and revenue, with the respective amounts. The items were inserted over the period of existence of the development, at pre-established milestones. The spreadsheet calculated and displayed the financial indicators and resulting time periods, which serve as the grounds for making decisions on business undertakings, including the option of whether or not to invest in sustainable aspects in the development.

The parameters used for the studies were established based on market research and the author's professional experience. It was determined that the results of the conventional study (without the use of any sustainable solution) must achieve a minimum Internal Rate of Return and Margin of 20%; the other sustainable scenarios must have their sale prices adjusted to match the indicators achieved in the conventional study. For the other parameters, the following details were stipulated:

- a) The units were sold by way of a bank mortgage loan to the purchasers, such that at the end of construction the developer transferred the customer portfolio to a bank, thereby bringing forward a large part of the revenue. Such an operation is common on the Brazilian real estate market.
- b) The construction was carried out with the company's own funds, without the need to take out an external loan to finance the work.
- c) The completion of the development lasted a total of 41 months, the land being bought in the 1st month, the construction started in the 15th month, the end of construction in the 38th month (it taking 24 months), delivery of the properties to the buyers in the 29th month and the end of the proceeds from the transfer in the 41st months.
- d) The cost of the land was pre-established as BRL 5,000,000.00, with extra costs relating to the purchase, such as land transfer tax, brokerage and due diligence costs, totalling BRL 412,000.00.
- e) The construction area was 4,135.22 m² and the area for sale was 2,960.00 m².
- f) The basic unit cost of construction was BRL 1,383.48 per square metre, as per the amount disclosed by the Civil Construction Industry Trade Union for the State of Rio de Janeiro for the month of April 2017. This resulted in a construction cost for the building and gatehouse of BRL 5,720,990.55. Added to this amount, there was another BRL 1,071,487.35 relating to extra construction costs, such as for the foundations, lifts, construction of the external recreational areas and other equipment. As such, the total cost of the construction was BRL 6,792,477.71.
- g) The rate of disbursement of the total cost of construction during the 24 months of construction corresponded to 25% expenditure in the first eight months, 35% in the following 8 months and 40% in the final 8 months.

- h) The administrative expenses of the development were equivalent to 5% of the overall construction cost.
- i) The design-related expenses were equivalent to 5% of the overall construction cost.
- j) The expenses due to construction management were equivalent to 5% of the overall construction cost.
- k) The expenses due to promotion and publicity were equivalent to 5% of the Total Potential Sales Value.
- l) The expenses due to the payment of taxes were equivalent to 4% of the Total Potential Sales Value.
- m) The expenses due to sales commission were equivalent to 4.5% of the Total Potential Sales Value.
- n) The sale price was stipulated at BRL 6,800.00 per m² of private area, thereby forecasting an Overall Sales Volume of BRL 20,128,000.00.
- o) For this residential product, as a hypothesis, the proportion of 30 % was used for the rate of sales as to units sold upon launching the development, 50% during construction and the remaining 20% during the month of delivery of the completed units.
- p) The form of payment of the residential units was set out in three sales tables, with one for the time of launch, one for mid-construction and one for the time of delivery of the keys, as per Table 5.11.

Having defined these parameters, financial feasibility studies were carried out for the following criteria:

- a. development without the use of any sustainable solution, in the so-called conventional scenario.
- b. development that makes use of solar power, by way of a system of solar panels.
- c. development that possesses a greywater re-use system.
- d. development that possesses a rainwater catchment system.
- e. development that makes use of individual water meters.
- f. development that makes use of all the mentioned systems.

For the conventional scenario, the financial studies for the real estate development demonstrated an Internal Rate of Return of 20.05%. The Margin was calculated based on the Profit (BRL 4,487,543.46) on Revenue (BRL 20,128,000.00), resulting in a percentage of 22.30% for the development. The ratio of Revenue (BRL 20,128,000.00) to Expenses (BRL 15,640,456.54)

provided a Coverage ratio of 1.29. *Payback* would be achieved in the 40th month, with the maximum cash flow exposure occurring in the 38th month, in the amount of BRL 9,887,073.31. The NPV amounts were calculated for the discount rates of 12%, 16% and 18% and corresponded respectively to BRL 1,346,898.07, BRL 620,168.89 and BRL 300,712.50.

For the second scenario, corresponding to the development making use of solar power, an extra amount of BRL 143,874.00 was added relating to the system implementation cost. To achieve the IRR and Margin ratios of the conventional scenarios, it was determined that the sale price would have to be increased by BRL 86.00 per square meter, going from BRL 6,800.00 to BRL 6,886.00. This would correspond to a 1.26% increase in the sale price. As such, the result of Internal Rate of Return of this new scenario would reach 20.16%, although the same 22.30% Margin would be maintained. The Profit was BRL 4,545,214.69 and Revenue rose to BRL 20,382,560.00. The ratio of Revenue (BRL 20,382,560.00) to Expenses (BRL 15,837,345.31) provided a Coverage ratio of 1.29, the same figure achieved for the conventional scenario. *Payback* would be achieved in the 40th month, with the maximum cash flow exposure also occurring in the 38th month, in the amount of BRL 9,962,490.11.

For the third scenario, featuring a greywater re-use system, the amount of BRL 88,245.97 was added. The need to increase the sale price by BRL 53.00 per square metre was determined, in order to match the Margin ratio in the conventional scenario. As such, as a result, IRR would be equal to 20.12% and the Margin equal to 20.30%. Profit was calculated as BRL 4,523,575.71, Revenue as BRL 20,284,880.00 and Expenses as 15,761,304.29. The Coverage ratio was 1.29, and maximum cash flow exposure would occur in the 38th month, in the amount of BRL 9,962,490.11. *Payback* of the development would be achieved in the 40th month.

The four scenario involving the implementation of the rainwater catchment system featured an increase of BRL 16,309.13 in the total cost of construction for installing the system and gave rise to the need to increase the sales price per square metre by BRL 9.00, in order for the Margin under this scenario to match that of the conventional scenario. In this way, IRR was calculated as 20.07% and the Margin as 22.30%. The calculated Profit was BRL 4,494,739.33, with Revenue of BRL 20,157,600.00 and Expenses of 15,662,860.67. The Coverage ratio was calculated as 1.29, with *Payback* being achieved in the 40th month. It was determined that maximum cash flow exposure would occur in the 38th month, in the amount of BRL 9,900,911.26.

The fifth scenario involving the use of individual water meters features an increase of BRL 2,310.00 in the cost of construction. In order for the Margin ratio in this scenario to match the conventional scenario, there was the need to increase the sale price per square metre by BRL 2.00, going from BRL 6,800.00 in the conventional scenario to BRL 6,802.00 in the scenario with the use of individual water meters. As such, the sale price and revenue would increase by 0.03%, with Revenue totalling BRL 20,133,920.00. Expenses were calculated as BRL 15,643,828.49 and the resulting Profit was 4,490,091.51, featuring the IRR equal to 20.06% and a Margin equal to 22.30%. The Coverage Ratio was calculated as 1.29 and Payback would occur in the 40th month of the development, with maximum cash flow exposure of BRL 9,888,747.89 occurring in the 38th month.

The sixth and last scenario was set up with the inclusion of all sustainable systems in the development. The total cost of all solutions gave rise to an additional increase of BRL 250,739.10 to the overall construction cost. To match the Margin ratio of 22.30% found in the conventional scenario, this new scenario would require a BRL 150.00 increase in the sale price per square meter, going from BRL 6,800.00 in the conventional scenario to BRL 6,950.00. In this way, the Total Potential Sales Value would be BRL 20,572,000.00, giving rise to a 2.21% increase compared to the conventional scenario. This design would result in an Internal Rate of Return of 20.25%. The Margin was calculated based on the Profit (BRL 4,588,372.41) on Revenue (BRL 20,572,000.00), resulting in a percentage of 22.30% for the development. The ratio of Revenue (BRL 20,572,000.00) to Expenses (BRL 15,983,627.59) provided a Coverage ratio calculated as 1.29. Payback would be achieved in the 40th month, with maximum cash flow exposure being equal to BRL 10,101,649.75, occurring in the 38th month.

With the real estate development being viewed as a market product and its sale featuring a producer and a consumer, it is considered that the results of the studies must be evaluated based on two aspects: a) from the perspective of the real estate developer, the producer; b) from the perspective of the buying customer, the consumer.

With respect to the details of interest to the developer, the feasibility studies demonstrated that in all scenarios there is the need to increase the sale price of the properties to match the Margin ratio (22.30%). The use of photovoltaic power ended up being the most costly system to be implemented, giving rise to the need for the developer to invest BRL 123,159.23 more, however it produced the best Result (Profit) out of the four systems separately. In this way, the use of

individual water meters resulted in the need for the lowest increase in investment, of BRL 1,674.58, however the increase in the Result was the least significant.

In the scenario with the use of all sustainable solutions, there was the need to increase the sale price per square metre by BRL 150.00. The same 22.30% was maintained relating to Margin and the Internal Rate of Return experienced a slight increase, of 0.20%. The investment requirement rose by BRL 214,576.44, this increase being equivalent to 2.17% with respect to the investment in the conventional scenario. With respect to Expenses, it was perceived that the investment increase was not the same as the extra cost of BRL 250,739.10 relating to all systems. This was due to the fact that the Development, Construction Management, Designs and Decoration/Landscaping costs are linked to the overall construction cost. In this way, the costs of Promotion and Publicity, Taxes and Sales Commissions increase based on the sales price of units.

The comparison of Revenue in the conventional scenario versus the scenario with the use of all solutions demonstrates the need to increase the sale price per square meter by BRL 150.00, raising the Total Potential Sales Value from BRL 20,128,000.00 to BRL 20,572,000.00. This results in an increase of BRL 444,000.00 (equal to 2.21%). As a consequence, this leads to a rise of BRL 13,875.00 in the final price of the residential unit. Taking into consideration the research on Consumers' Willingness to Pay, the increase in the sale price is above the average increase in the property price accepted by the public with an income above 20 minimum monthly salaries. However, the acceptance of these increases by customers may be achieved if justified by the presentation of building performance data.

With respect to the data of interest to customers, it is important to demonstrate to buyers the financial gains resulting from the saving caused by the reduction in power and water consumption during the development's operations, also given discounted Payback periods for the investments made in the purchase of a sustainable property, when compared with a so-called conventional property (see Table 6.3 of the complete paper).

The use of individual water meters ended up being the system with the quickest *payback* of all, of 13 months (1.1 years), also with the lowest investment per unit. Photovoltaic technology featured *payback* at the end of 8.2 years, giving rise to a positive balance of BRL 22,500.90 at the end of 60 years of operations. On the other hand, the rainwater catchment system began operations with negative results (due to the operating costs being higher than the achieved

consumption saving) and despite the negative operating result inverting after the 13th year, the system did not manage to produce a profit at the end of the 60 years of analysis, making its use unviable. As to greywater re-use, there was also low profitability and *payback* was only achieved at the end of 29.6 years. This period is considered long and results from the high cost of implementing the system and the low demand for non-potable water. As such, its inclusion is not very appealing in this specific case.

With respect to the scenario of making use of all sustainable solutions, the implementation of sustainable systems has *payback* set at 11.2 years. The fact stands out that after 20 years of operations, the created saving gives rise to a positive result for the present value of BRL 10,295.34 per apartment, excluding the investment in equipment replacement. Undertaking this analysis at the end of a period of 60 years, profit rises to BRL 54,751.95, including the costs of two replacements of the photovoltaic system (due to the estimated lifespan of 20 years) and five replacements of the individual water meters (due to the equipment's useful lifespan of 10 years). It is stipulated that the greywater re-use and water catchment systems have a useful lifespan of 60 years, without the need to replace the equipment before this period ends.

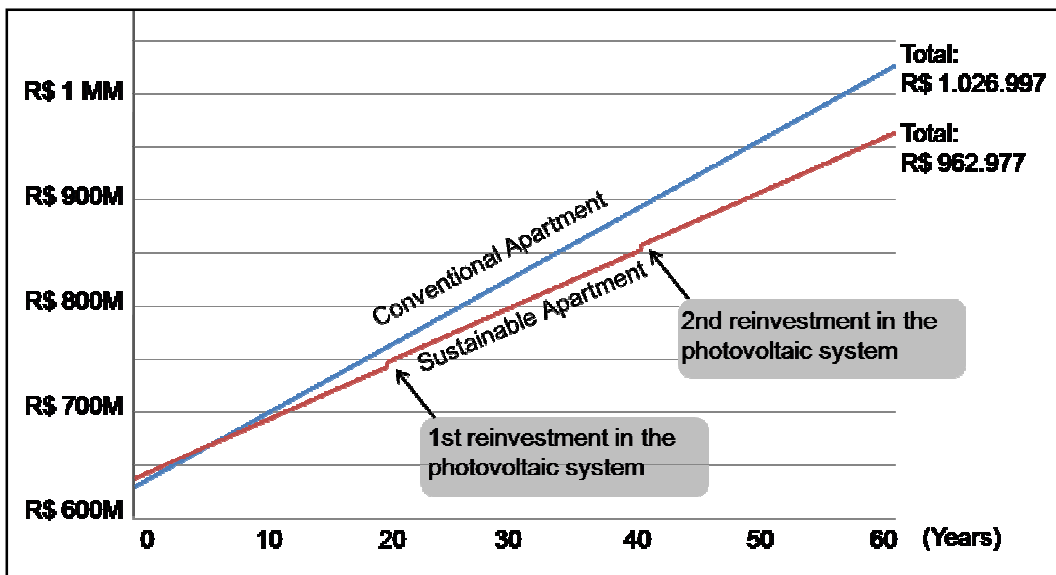
These results make the use of two of the four solutions for this development interesting. Removing the greywater re-use and water catchment systems from the comparison, the results become even more interesting in the medium-to-long term for the buyer, since *payback* is achieved at the end of six years and eight months. The summary of the main results can be seen in Table T.1.

Table T.1: Summary of the main results

Stakeholder Group	Index	Single use solutions					Mixed solutions	
		Conventional Scenario	Solar Power Scenario	Greywater Re-use Scenario	Rainwater Catchment Scenario	Individual Water Meters Scenario	All Solutions Scenario	Scenario Using Only Solar Energy & Individualized Hydrometers
Real Estate Developers Data	IRR	20,05%	20,16%	20,12%	20,07%	20,06%	20,25%	-
	Margin	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%	-
	PSV	R\$ 20.128.000	R\$ 20.382.560	R\$ 20.284.880	R\$ 20.157.600	R\$ 20.133.920	R\$ 20.572.000	-
Costumers Data	Discounted Payback	-	8,2	29,6	No Payback	1,1	11,2	6,67
	Discounted Result After 20 Years	-	R\$ 9.180	-R\$ 2.066	-R\$ 5.060	R\$ 5.345	R\$ 10.295	R\$ 14.618
	Discounted Result After 60 Years	-	R\$ 22.501	R\$ 9.239	-R\$ 3.789	R\$ 25.550	R\$ 54.752	R\$ 48.143
Financial Attractivity for Both Groups		-	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes

Based on the data obtained from the analysis of the overall building costs, it is possible to compare the overall cost of the conventional building versus the

sustainable construction over the development's 60-year lifespan (disregarding the present value). Taking as a basis a sustainable development making use of the solutions of photovoltaic solar power generation and use of individual meters versus the conventional development, it is noted that, although there would be a higher initial cost in acquiring the sustainable property by 1.28%, there would a reduction in the accumulated overall cost over time, of 6.14% at the end of the cycle of 60 years, even considering the need for re-investment in the acquisition of water meters every ten years and the need for re-investment in the photovoltaic system every 20 years. The final result over 60 years is BRL 63,010.14 in net savings per apartment, making this scenario attractive for the purchaser of a sustainable property (see Graph G.1). It is also observed that this data can also be used positively to evaluate the property in the event of resale or even leasing.



Graphic G.1: Comparison between the overall costs accumulated over 60 years per apartment

Among the final considerations of this paper, we observe that the subject of sustainability is being studied by academics, but is still infrequently applied by developers in the Brazilian real estate market. However, we note the existence of general awareness about the impacts caused by the generation and consumption of energy, both in environmental and economic terms, which could arouse the interest of conscious consumers. In addition, it is clear that the presentation of performance and consumption savings data is extremely useful for investors, owners and lessees of properties and is a driver for consumers to purchase and use more efficient properties. As such, there is significant space for growth in

sustainable residential real estate and respective financial viability will depend on exploration of the savings generating during operations compared with the increase in the sale price. As such, this paper intends to contribute to the decision-making process on investments in sustainability among developers in the city of Rio de Janeiro, as well as to bring the discussion about optimizing properties to prominence among consumers.

Keywords

Sustainability; real estate; financial viability; multifamily housing in Rio de Janeiro.

Sumário

1 Introdução	30
1.1 Objetivo	32
1.2 Metodologia	33
1.3 Delimitações do trabalho	35
1.4 Estruturação do trabalho	36
2 Sustentabilidade no mercado imobiliário do Rio de Janeiro	38
3 Empreendimento imobiliário analisado	43
3.1 Localização e parâmetros urbanos	43
3.2 Caracterização da edificação	44
3.2.1 Quantidade de habitantes estimada	48
3.3 Consumidor alvo para o empreendimento	48
3.4 Estimativa de consumo de energia elétrica	50
3.5 Estimativa de consumo de água	56
3.6 Estimativa de geração de esgoto	60
3.7 Caracterização das instalações hidrossanitárias	61
4 Soluções sustentáveis analisadas	64
4.1 Energia solar fotovoltaica	64
4.1.1 Descrição da solução	65
4.1.2 Custos de implementação	68
4.1.3 Custos de operação	69
4.1.4 Economia resultante	69
4.2 Reuso de águas cinzas	70
4.2.1 Descrição da solução	71
4.2.1.1 Sistema de coleta	73
4.2.1.2 Sistema de tratamento	73
4.2.1.3 Sistema de distribuição	74
4.2.2 Custos de implementação	75
4.2.3 Custos de operação	78
4.2.4 Economia resultante	79
4.3 Captação de água de chuvas	80
4.3.1 Descrição da solução	81
4.3.1.1 Sistema de coleta de água de chuvas	82
4.3.1.2 Sistema de retardo	83

4.3.1.3 Sistema de acumulação	84
4.3.1.4 Sistema de recalque	86
4.3.1.5 Sistema de distribuição	86
4.3.2 Custos de implementação	87
4.3.3 Custos de operação	90
4.3.4 Economia resultante	91
4.4 Uso de hidrômetros individualizados	93
4.4.1 Descrição da solução	94
4.4.2 Custos de implementação	95
4.4.3 Custos de operação	96
4.4.4 Economia resultante	96
5 Análise financeira do empreendimento	98
5.1 Parâmetros utilizados	98
5.1.1 Resultados operacionais	99
5.1.2 Estratégia de financiamento	99
5.1.3 Cronograma	100
5.1.4 Custo do terreno e despesas extras de terreno	100
5.1.5 Projeto e quadros de áreas	102
5.1.6 Custo de construção	102
5.1.6.1 Custo Unitário Básico – CUB-RJ	103
5.1.6.2 Despesas extras de construção	104
5.1.6.3 Custo global da obra	105
5.1.7 Velocidade de desembolso da construção	106
5.1.8 Despesas administrativas de incorporação	107
5.1.9 Despesas com projetos	108
5.1.10 Despesas com gerenciamento de obra	108
5.1.11 Preço de venda	108
5.1.12 Velocidade de vendas	109
5.1.13 Tabelas de vendas	110
5.1.14 Despesas com promoção e publicidade	111
5.1.15 Despesas com tributação	111
5.1.16 Despesas com comissão de vendas	111
5.2 Estudos de viabilidade financeira de incorporação	111
5.2.1 Cenário convencional	112
5.2.1.1 Despesas totais	113
5.2.1.2 Receitas totais	115

5.2.1.3 Resultado	116
5.2.2 Cenário com uso de energia solar fotovoltaica	117
5.2.2.1 Despesas totais	118
5.2.2.2 Receitas totais	120
5.2.2.3 Resultado	121
5.2.3 Cenário com reuso de águas cinzas	122
5.2.3.1 Despesas totais	122
5.2.3.2 Receitas totais	124
5.2.3.3 Resultado	125
5.2.4 Cenário com captação de água de chuvas	126
5.2.4.1 Despesas totais	126
5.2.4.2 Receitas totais	128
5.2.4.3 Resultado	129
5.2.5 Cenário com uso de hidrômetros individualizados	130
5.2.5.1 Despesas totais	130
5.2.5.2 Receitas totais	132
5.2.5.3 Resultado	133
5.2.6 Cenário com uso de todas as soluções	134
5.2.6.1 Despesas totais	134
5.2.6.2 Receitas totais	137
5.2.6.3 Resultado	138
5.3 Estudos de viabilidade financeira para o comprador	139
5.3.1 Cenário com uso de energia solar fotovoltaica	140
5.3.2 Cenário com reuso de águas cinzas	143
5.3.3 Cenário com captação de água de chuvas	145
5.3.4 Cenário com uso de hidrômetros individualizados	147
5.3.5 Cenário com uso de todas as soluções	149
6 Avaliação dos dados obtidos	151
6.1 Sob perspectiva do incorporador imobiliário	151
6.2 Sob perspectiva do cliente comprador	153
7 Conclusão	159
7.1 Considerações finais	161
8 Referências bibliográficas	165
APÊNDICE A	172

APÊNDICE B	173
APÊNDICE C	174
APÊNDICE D	175
APÊNDICE E	176
APÊNDICE F	177
APÊNDICE I	180
APÊNDICE J	181
APÊNDICE K	182
APÊNDICE L	183
APÊNDICE M	184
APÊNDICE N	185
APÊNDICE O	186
APÊNDICE P	187
APÊNDICE Q	188
APÊNDICE R	189
APÊNDICE S	190
APÊNDICE T	191
APÊNDICE U	192

Lista de Figuras

Figura 3.1: Localização em escala macro e meso	43
Figura 3.2: Localização em escala micro	44
Figura 3.3: Volumetria Geral do Empreendimento	46
Figura 3.4: Planta baixa esquemática	48
Figura 3.5: Gráfico de distribuição salarial no bairro da Freguesia	49
Figura 3.6: Distribuição do consumo de água por setores da edificação	57
Figura 3.7: Esquema do sistema predial de abastecimento de água potável	62
Figura 4.1: Esquema do Sistema Fotovoltaico	67
Figura 4.2: Esquema do Sistema de Reuso de Águas Cinzas	72
Figura 4.3: Esquema do Sistema de Captação de Água de Chuvas	82
Figura 4.4: Esquema de reservatório de descarte anterior ao reservatório de retardo	84
Figura 4.5: Esquema de distribuição de água considerando uso de hidrômetros individualizados	95

Lista de Gráficos

Gráfico 2.1: O quanto o consumidor está disposto a pagar por itens de inovação (R\$)	42
Gráfico 4.1: Comparativo entre as médias mensais de chuva dos últimos cinco anos para as estações de Tanque e Cidade de Deus	85
Gráfico 4.2: Média mensal de chuva conjunta nas estações de Tanque e Cidade de Deus para os últimos cinco anos	85
Gráfico 5.1: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento Convencional	114
Gráfico 5.2: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento Convencional	115
Gráfico 5.3: Resultado do Empreendimento Convencional	116
Gráfico 5.4: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica	119
Gráfico 5.5: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica	120
Gráfico 5.6: Resultado do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica	121
Gráfico 5.7: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Reuso de Águas Cinzas	123
Gráfico 5.8: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Reuso de Águas Cinzas	124
Gráfico 5.9: Resultado do Empreendimento com Sistema de Reuso de Águas Cinzas	125
Gráfico 5.10: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas	127
Gráfico 5.11: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas	128
Gráfico 5.12: Resultado do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas	129
Gráfico 5.13: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados	131
Gráfico 5.14: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados	132

Gráfico 5.15: Resultado do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados	133
Gráfico 5.16: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com uso de todas as Soluções	136
Gráfico 5.17: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com uso de todas as Soluções	137
Gráfico 5.18: Resultado do Empreendimento com uso de todas as Soluções	138
Gráfico 6.1: Comparativo entre os custos globais acumulados ao longo de 60 anos por apartamento	157

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Item de inovação tecnológica mais importante, por faixa de renda (%)	41
Tabela 3.1: Quadro de Áreas Construídas Reais e Equivalentes	46
Tabela 3.2: Quadro de Áreas Privativas Internas	47
Tabela 3.3: Cargas de iluminação por apartamento	51
Tabela 3.4: Cargas de iluminação em áreas comuns do empreendimento	52
Tabela 3.5: Cargas de iluminação em áreas externas do empreendimento	52
Tabela 3.6: Consumo de iluminação no empreendimento	53
Tabela 3.7: Consumo de equipamentos elétricos por apartamento	53
Tabela 3.8: Consumo de equipamentos elétricos em áreas de uso comum do empreendimento	55
Tabela 3.9: Consumo de equipamentos elétricos no empreendimento	55
Tabela 3.10: Consumo de energia total no empreendimento	55
Tabela 3.11: Perfil de consumo diário per capita por aparelho/atividade	59
Tabela 3.12: Perfil de consumo mensal por apartamento, por aparelho/atividade	60
Tabela 3.13: Perfil de geração de águas negras, por aparelho/atividade	61
Tabela 3.14: Perfil de geração de águas cinzas, por aparelho/atividade	61
Tabela 3.15: Lista de Equipamentos Hidrossanitários	63
Tabela 4.1: Área necessária para o sistema Fotovoltáico	66
Tabela 4.2: Energia gerada pelo sistema Fotovoltáico	68
Tabela 4.3: Custo total do sistema Fotovoltaico	68
Tabela 4.4: Economia mensal de energia gerada pelo sistema Fotovoltáico	70
Tabela 4.5: Resultado Líquido mensal por Apartamento do sistema Fotovoltáico	70
Tabela 4.6: Custo de material para sistema de coleta de águas cinzas	76

Tabela 4.7: Custo de mão de obra para sistema de coleta de águas cinzas	76
Tabela 4.8: Custo de material para sistema de distribuição e recalque de águas cinzas	76
Tabela 4.9: Custo de mão de obra para sistema de distribuição e recalque de águas cinzas	77
Tabela 4.10: Custo de aquisição de reservatórios de águas cinzas	77
Tabela 4.11: Custo de mão de obra para instalação de reservatórios de águas cinzas	77
Tabela 4.12: Custo total do sistema de Reuso de Águas Cinzas	78
Tabela 4.13: Custo Total do Sistema de Reuso de Águas Cinzas	79
Tabela 4.14: Resultado Líquido mensal por Apartamento do Sistema de Reuso de Águas Cinzas	80
Tabela 4.15: Custo de material para sistema de coleta de água de chuvas	87
Tabela 4.16: Custo de mão de obra para sistema de coleta de água de chuvas	87
Tabela 4.17: Custo de material para sistema de reservatório de água de chuvas	88
Tabela 4.18: Custo de mão de obra para sistema de reservatório de água de chuvas	88
Tabela 4.19: Custo de material para sistema de recalque de água de chuvas	88
Tabela 4.20: Custo de mão de obra para sistema de recalque de água de chuvas	89
Tabela 4.21: Custo de material para sistema de distribuição de água de chuvas	89
Tabela 4.22: Custo de mão de obra para sistema de distribuição de água de chuvas	89
Tabela 4.23: Custo total do sistema de Captação de Água de Chuva	90
Tabela 4.24: Custo Total do Sistema de Captação de Água de Chuva	91
Tabela 4.25: Método de Simulação para estimativa do volume de água de chuva captado	92
Tabela 4.26: Economia bruta em Reais gerado pelo sistema de captação de água de chuva	93

Tabela 4.27: Resultado Líquido mensal por Apartamento do Sistema Captação de Água de Chuvas	93
Tabela 4.28: Consumo e contas de água potável em edificações multifamiliares antes e após implantação de medidores individualizados	97
Tabela 5.1: Quadro de área privativa	102
Tabela 5.2: Custo Unitário Básico de Construção para o Rio de Janeiro, mês base de Abril de 2017	104
Tabela 5.3: Custos de Construção da Edificação R8-N	104
Tabela 5.4: Custos de Construção referente à obras e serviços complementares	105
Tabela 5.5: Custos de Construção referente à Despesas Extras de Construção	105
Tabela 5.6: Custos Global de Construção	106
Tabela 5.7: Curva de Obra	107
Tabela 5.8: Pesquisa de Mercado para Imóveis na Freguesia e adjacências no mês de Abril – 2017	109
Tabela 5.9: Preço de Vendas e VGV projetado	109
Tabela 5.10: Velocidade de Vendas do Empreendimento	110
Tabela 5.11: Tabela de Vendas do Empreendimento	110
Tabela 5.12: Indicadores de Resultados do Cenário Convencional	117
Tabela 5.13: Indicadores de Resultado do Cenário com uso de Energia Solar Fotovoltaica	122
Tabela 5.14: Indicadores de Resultado do Cenário com Reuso de Águas Cinzas	126
Tabela 5.15: Indicadores de Resultado do Cenário com Captação de Água de Chuvas	130
Tabela 5.16: Indicadores de Resultado do Cenário com uso de Hidrômetros Individualizados	134
Tabela 5.17: Custo total de todos os sistemas sustentáveis	135
Tabela 5.18: Indicadores de Resultados do Cenário com uso de todas as Soluções	139
Tabela 5.19: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema fotovoltaico por apartamento	142
Tabela 5.20: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema de reuso de águas cinzas por apartamento	144

Tabela 5.21: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema de água de chuvas por apartamento	146
Tabela 5.22: Fluxo de caixa projetado para o investimento no uso de hidrômetros individualizados por apartamento	148
Tabela 5.23: Fluxo de caixa projetado para o investimento no uso de todas as soluções por apartamento	150
Tabela 6.1: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Incorporador	152
Tabela 6.2: Percentual de Incremento nos Valores em comparação ao Cenário Convencional	153
Tabela 6.3: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Cliente Comprador	154
Tabela 6.4: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema fotovoltaico e de hidrômetros individualizados por apartamento	156
Tabela 6.5: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Cliente Comprador: somente sistema solar fotovoltaico e hidrômetros individualizados	157

Lista de Abreviaturas e Siglas

SIGLA UTILIZADA	NOME COMPLETO
ADEMI-RJ	Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Rio de Janeiro
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BDI	Budget Difference Income
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEDAE	Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro
CRESESB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
CUB-RJ	Custo Unitário Básico do Estado do Rio de Janeiro
GBC	Green Building Council
IAT	Índice de Aproveitamento do Terreno
ITBI	Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
PVC	Policloreto de Polivinila
SINDUSCON-RJ	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VGv	Valor Geral de Vendas ou Volume Geral de Vendas
VPL	Valor Presente Líquido

1 Introdução

O aumento da população mundial e o desenvolvimento cada vez maior das cidades implicam em diversos desafios a serem superados nos níveis ambiental, social, cultural e econômico. Esta realidade torna relevante o estímulo à utilização de novas soluções tecnológicas para a construção de cidades mais sustentáveis. O setor da construção civil possui um papel fundamental para este desenvolvimento, pois além de englobar uma importante cadeia produtiva, o ciclo de vida dos seus produtos impacta diretamente em fatores ambientais, financeiros e sociais. O Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação na Construção – CIB aponta a construção civil como a atividade humana que mais consome recursos naturais e utiliza energia intensiva (BRASIL, 201-?). No aspecto econômico e social brasileiros, dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC indicam que a construção civil correspondeu a 4,87 % do Produto Interno Bruto nacional no ano de 2016 (CBIC, 2017), e embora tenha havido retração em relação à anos anteriores, no ano de 2015 ainda configurou como setor com grande geração de empregos no país. De acordo com Walter Cover¹, em meados de 2016 a estrutura da construção civil empregava aproximadamente 13 milhões de pessoas, considerando empregos formais, informais e indiretos (BRASIL, 2016). Complementarmente, um estudo sobre o perfil da cadeia produtiva na construção civil apresentou dado com 778 mil empregos formais em 2015 (ABRAMAT & FGV, 2016).

O setor imobiliário possui destaque dentro da construção civil por estar diretamente ligado à estruturação da paisagem urbana. As atividades deste setor levam de forma direta à produção de novas edificações e à renovação de edificações existentes, cujos ciclos de construção, operação e descarte constituem uma parcela considerável no consumo de insumos naturais e emissões diversas no meio ambiente.

Por sua vez, o mercado imobiliário engloba as atividades de formatação, administração e comercialização dos empreendimentos que produzirão essas edificações. Os gestores das empresas que constituem este mercado possuem um importante papel neste processo, pois é no momento da formatação do negócio que será caracterizado o produto imobiliário. Atualmente no cenário brasileiro, cabe à estes gestores serem os agentes decisórios sobre a adoção de

¹ Presidente da Associação Brasileira da Indústria de Materiais da Construção – ABRAMAT.

preceitos sustentáveis e redução de impactos durante o ciclo de vida da edificação.

Porém, é pouco comum verificar no mercado habitacional do Rio de Janeiro o surgimento de novos lançamentos imobiliários que já contemplem soluções sustentáveis desde sua concepção, mostrando falta de conhecimento por parte dos incorporadores imobiliários e clientes compradores com relação à gestão de recursos durante a operação da edificação. A quantidade de novos empreendimentos residenciais multifamiliares que fazem uso de tecnologias de eficiência energética e gestão de recursos ainda é relativamente baixo dentro do mercado carioca.

Dados do Green Building Council Brasil – GBC Brasil (2017), reconhecida entidade certificadora de construções sustentáveis no Brasil, indicam que apenas um empreendimento residencial no Rio de Janeiro foi certificado pela entidade desde o ano de 2007, quando do início das atividades da mesma no Brasil, até julho de 2017.

O processo AQUA-HQE também é uma certificação internacional para construções sustentáveis presente no Brasil, advinda da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*. Desde seu lançamento no Brasil em 2008, apenas quinze empreendimentos residenciais e uma empresa incorporadora atuante no mercado carioca obtiveram a referida certificação (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2017).

Para este trabalho, assume-se que o fator econômico rege as relações de mercado, e pode-se pressupor que a inclusão de sistemas sustentáveis ainda é uma variável desconhecida em termos de resultados financeiros. O provável incremento no custo de construção inicial ainda não gera ganhos visíveis e imediatos para o desenvolvedor imobiliário, parte em função da sensibilidade do mercado consumidor perante a necessidade de aumento nos preços de venda. Tampouco há por parte dos consumidores um esclarecimento sobre os ganhos atrelados à aquisição de unidades em edifícios sustentáveis. Faltam informações sobre benefícios em termos ecológicos e principalmente, em termos econômicos, referentes à redução de custos operacionais com gastos em energia e recursos naturais ao longo do ciclo de vida da edificação.

Com relação aos custos operacionais, não é prática comum que as incorporadoras do mercado nacional realizem a gestão do empreendimento ao longo de toda sua vida útil, não havendo assim preocupação com a gestão financeira e de custos após a entrega das unidades prontas. Por consequência, aparentemente não há interesse em construir edificações com desempenho

ótimo de consumo, devido ao já mencionado incremento nos custos de construção que as edificações sustentáveis costumam ter em comparação à construções convencionais. Faltam assim análises sobre a rentabilidade total dos empreendimentos ao longo dos respectivos ciclos de vida.

No aspecto internacional, Ching & Shapiro (2014) expõem que tem sido cada vez mais difundida a noção de que os custos devem ser calculados com base no ciclo de vida do edifício, levando em conta a redução de custos operacionais de uma edificação sustentável ao longo de seu período útil de funcionamento. Na Europa, a Directiva 2010/31 (UNIÃO EUROPÉIA, 2010), criada pelo Conselho da União Européia, prevê que todos os países membros estabeleçam regras e requisitos mínimos de desempenho em edificações, a fim de se determinar níveis ótimos de rentabilidade para ciclo de vida econômico das edificações. O documento também exige a divulgação de dados referentes ao desempenho energético dos edifícios e frações autônomas nos anúncios e peças publicitárias de compra e venda², demonstrando a relevância que os indicadores de custo operacional e desempenho têm perante os órgãos governamentais e o mercado consumidor.

Voltando ao contexto brasileiro, parte-se do princípio de que a variável financeira é a principal motivação para a tomada de decisões, tanto por parte do incorporador imobiliário, quanto pelo cliente comprador, e o desenvolvimento de novos negócios imobiliários que adotem tecnologias sustentáveis pode ser mais bem avaliado através de estudos que comprovem sua rentabilidade e retorno financeiro para ambas as partes interessadas.

1.1 Objetivo

O objetivo primário é apresentar os resultados financeiros da inclusão de quatro sistemas prediais sustentáveis em empreendimento residencial hipotético localizado na cidade do Rio de Janeiro, avaliando dados do interesse do incorporador imobiliário, como custos de inclusão das soluções, correção nos preços de venda em função dos incrementos no custo de obra e disposição a

² Citam-se os exemplos da Alemanha, onde os principais portais eletrônicos de oferta de imóveis possuem informações em primeiro plano sobre certificados energéticos dos imóveis anunciados (ver www.athome.de), e de Luxemburgo, onde também é comum verificar em anúncios de imóveis a classificação de desempenho energético como item básico de informação (ver www.athome.lu).

pagar do consumidor, e dados de interesse do cliente comprador, como economias de consumo e *payback* do investimento.

Como objetivo secundário tem-se a apresentação de parâmetros e estratégias utilizadas na realização de estudos para novos negócios imobiliários, conforme práticas realizadas pelas principais empresas incorporadoras do mercado imobiliário da cidade do Rio de Janeiro, além da avaliação dos elementos técnicos e financeiros que acompanham a implementação dos sistemas sustentáveis estudados.

1.2 Metodologia

O presente trabalho pode ser caracterizado como teórico, pelo fato de se desenvolver sobre revisões de literatura e pressupostos de mercado, sem coleta direta de dados empíricos. Os resultados alcançados são desdobramento da montagem de cenários hipotéticos, embasados por normas e estimativas aproximadas à realidade praticada pelo mercado imobiliário no Rio de Janeiro. A metodologia utilizada consiste no cumprimento das seguintes etapas de trabalho:

- a. Pesquisa bibliográfica e de informações práticas.
- b. Montagem do objeto de estudo.
- c. Montagem de cenários comparativos.
- d. Análise crítica dos dados obtidos.

A pesquisa bibliográfica foi realizada de forma prévia e também concomitante à elaboração do conteúdo deste trabalho, com foco em referências relativas à cidade do Rio de Janeiro. Quando da falta de referências e estudos específicos para o Rio de Janeiro, foram citados estudos em nível nacional. São utilizadas referências internacionais para fins comparativos junto ao cenário local. As informações práticas baseiam-se junto à experiência profissional do autor na construção civil, no que tange à análise financeira de empreendimentos imobiliários e execução de obras.

A montagem do objeto de estudo consiste na elaboração de empreendimento residencial multifamiliar hipotético, em terreno existente na cidade do Rio de Janeiro, além da escolha e caracterização de quatro sistemas prediais utilizados para redução do consumo de energia e água, definidos como sistemas sustentáveis. O empreendimento em questão está baseado nos parâmetros construtivos permitidos por lei para o local de implantação escolhido, e os sistemas sustentáveis são caracterizados em função de referencial teórico.

A fim de se estudar o impacto econômico da utilização de cada uma das tecnologias sustentáveis no empreendimento, são realizados cenários comparativos para avaliação sobre duas perspectivas: a dos agentes incorporadores e a dos clientes compradores.

A avaliação voltada para os agentes incorporadores consiste no estabelecimento de indicadores comparativos onde se incluem os custos de implementação de cada sistema. Opta-se por realizar estudos de viabilidade dinâmicos para o processo de incorporação, sem projeção de inflação, considerando-se que possíveis correções monetárias são compensadas tanto no desembolso de despesas quanto na arrecadação de receitas. Desta forma, são projetados os fluxos de caixa de cada cenário, dos quais resultam os índices financeiros a serem comparados. Os parâmetros para estes estudos são pré-estabelecidos em função de pesquisas complementares junto ao mercado imobiliário e/ou estimativas reconhecidamente utilizadas pelas principais empresas incorporadoras do Rio de Janeiro. As análises financeiras estão sendo feitas através de planilha automatizada elaborada previamente pelo autor, com base nos procedimentos utilizados pelas principais empresas do ramo de incorporação. Nela são atribuídas informações como custos de obra, áreas de construção e venda, custos unitários de construção e venda dos imóveis, cronogramas e demais parâmetros relativos ao processo de incorporação imobiliária. A análise dos dados obtidos busca identificar a viabilidade em relação à inclusão das soluções sustentáveis observadas, sob o ponto de vista do incorporador imobiliário e do cliente comprador de imóveis.

Com relação à viabilidade financeira focada nos clientes compradores, opta-se pela metodologia de verificação do *payback* descontado, aplicando-se uma taxa de desconto para trazer os valores do fluxo de caixa à valor presente. Simultaneamente, aplica-se uma taxa referente à correção monetária nos custos de operação, bem como uma taxa referente à correção tarifária que modifica anualmente os valores de economia do consumo.

Ressalta-se que todos os levantamentos de preços para as composições de custo e os índices monetários possuem mês-base em Abril de 2017. Os resultados dos estudos são demonstrados através de tabelas comparativas e gráficos, que embasam o posicionamento crítico deste trabalho em relação à adoção dos sistemas avaliados.

1.3

Delimitações do trabalho

É importante destacar que a ideia de construção sustentável exige uma complexidade que vai além da utilização de dispositivos de aproveitamento energético e de água potável nas edificações. O conceito deve abordar a criação de um ambiente construído que não gere impactos negativos ao ambiente natural e que possa suprir as necessidades de seus usuários e da sociedade como um todo. Esta noção deve ser aplicada à totalidade do ciclo de vida do produto a ser construído, incluindo etapas como concepção, produção, operação e descarte. Desta forma, o desenvolvimento da construção deve levar em consideração aspectos variados, como o programa arquitetônico, dinâmica com o entorno, escolha de materiais e soluções construtivas, gerenciamento de insumos e resíduos durante a construção, operação e manutenção, descarte e/ou reciclagem.

Assim, a inserção de soluções que visam a redução de consumo energético e de água é apenas uma variável no quadro geral de fatores que caracterizam uma construção sustentável. Não obstante, estes dispositivos apresentam importância pelo fato de melhorarem o desempenho da edificação em si e por trazerem benefícios tangíveis do ponto de vista econômico e de consumo de recursos.

Dentro deste enquadramento, há uma gama de soluções que valem ser destacadas, como o uso de fachadas inteligentes que permitam uma boa ventilação e controlem a incidência solar, o uso de aquecimento solar para reservatórios de água e piscinas, a implantação de telhados verdes, a utilização de sensores de presença em lâmpadas, a inclusão de dispositivos de controle de vazão de águas, o uso de energia solar para geração de energia, a captação de águas de chuvas e reciclagem de águas cinzas. Estes e outros itens podem ser utilizados em pequena ou grande escala, sendo passíveis de serem aplicados em edificações de diversos tipos e usos.

Tendo em vista a existência de distintas soluções, este trabalho opta por delimitar o estudo em função do uso de quatro tecnologias tecnicamente aplicáveis em edificações residenciais multifamiliares, sendo elas: geração de energia solar fotovoltaica, reuso de águas cinzas, captação de água de chuvas e medição individualizada de água. A escolha se dá pelo fato de serem passíveis de mensuração em termos financeiros e por permitirem a montagem de estudos comparativos quanto à sua utilização ou não dentro de uma edificação. Além

disto, o mercado de construção já possui o domínio de aplicação destas técnicas, não apresentando demasiada complexidade de instalação e operação. Da mesma forma, estes dispositivos abordam a redução de gastos energéticos e de água, características reconhecidas e valorizadas pelo mercado consumidor de imóveis (aspecto este a ser visto no Capítulo 2).

Outra delimitação a ser considerada neste trabalho é o foco no aspecto financeiro das soluções utilizadas, não sendo objetivo principal a caracterização técnica das mesmas. Assim, as especificações dos sistemas são apresentadas com base em normas e referências bibliográficas, bem como na legislação vigente aplicável ao uso das soluções.

1.4 Estruturação do trabalho

A presente dissertação é composta por 7 (sete) capítulos, mais referências bibliográficas e apêndices. O primeiro e presente capítulo configura a introdução do trabalho, abordando a importância da construção civil e do setor imobiliário para a estruturação das cidades, além dos impactos que estas atividades causam no meio ambiente. Neste aspecto, as empresas incorporadoras possuem destaque como agentes decisórios para a inclusão de soluções sustentáveis em habitação, porém é assinalada a pouca importância dada à gestão de recursos durante a vida útil da edificação. São ainda apresentados os objetivos, a metodologia e estrutura deste trabalho.

O segundo capítulo caracteriza o panorama atual do mercado imobiliário em relação ao tema da sustentabilidade, apresentando alguns referenciais teóricos, legais e mercadológicos presentes no Rio de Janeiro.

O terceiro capítulo apresenta o empreendimento imobiliário hipotético a ser analisado, justificando sua escolha pela adoção de normas presentes na NBR 12721 (ABNT, 2006) e detalhando as características que determinam os custos de construção, bem como as estimativas de consumo que influenciam nos custos de operação do condomínio.

O quarto capítulo apresenta as quatro tecnologias sustentáveis analisadas, em termos de dimensionamento, custos de implementação, custos de operação e economia em reais proporcionada. Os resultados para o período de operação têm como objetivo informar o prazo de retorno dos investimentos nos sistemas.

O quinto capítulo trata da montagem dos estudos financeiros, apresentando inicialmente os parâmetros utilizados para a análise financeira de

incorporação imobiliária. Os seis cenários são desenvolvidos considerando as seguintes situações:

- g. Empreendimento sem o uso de nenhuma solução sustentável, dito cenário convencional.
- h. Empreendimento que faz uso de energia solar, através de sistema de painéis fotovoltaicos.
- i. Empreendimento com sistema de reuso de águas cinzas.
- j. Empreendimento com sistema de captação de água de chuva.
- k. Empreendimento que faz uso de hidrômetros individualizados.
- l. Empreendimento que faz uso de todos os sistemas mencionados.

A análise financeira em si dos cenários é realizada em duas etapas: a primeira mediante a quantificação do capital envolvido no processo de incorporação, e a segunda através da montagem do fluxo de caixa do investimento por parte dos clientes.

O sexto capítulo trata da avaliação dos resultados obtidos pelos estudos financeiros, abordando a análise dos dados sob a perspectiva do incorporador e do consumidor. São apresentados comparativos entre os principais indicadores de resultados para os diferentes cenários em ambos os grupos.

No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, justificando-se a importância do estudo econômico relacionado à implementação de soluções sustentáveis tanto para os incorporadores quanto para os consumidores.

2

Sustentabilidade no mercado imobiliário do Rio de Janeiro

A sustentabilidade na construção civil é um tema bastante abordado pelo meio acadêmico e por diversas organizações normativas. Porém, vale ressaltar que o termo é amplo, sendo muitas vezes aplicado de forma inapropriada pelo mercado imobiliário. Conforme apontado por Dôce (2015), é possível observar o mau uso dos conceitos de sustentabilidade nas peças publicitárias de diversos empreendimentos imobiliários lançados no Rio de Janeiro nos últimos anos, verificando-se que itens apontados como sustentáveis não trazem melhoria efetiva na qualidade ambiental dos locais onde são construídos. Conforme apresentado no Capítulo 1.3, é notório que o conceito de *empreendimento sustentável* não se limita à utilização de sistemas técnicos e instalações prediais, mas inclui fatores de concepção de projeto, como implantação arquitetônica, uso correto do solo, dinâmica com o espaço natural e gestão de recursos.

Quanto às edificações em si, torna-se de suma importância aplicar conceitos como controle solar, inércia térmica, iluminação natural e hermeticidade da edificação, itens estudados por Corbella & Yannas (2003). Além destes itens, incluem-se o uso de materiais que causem impacto reduzido no meio ambiente, a aplicação de estratégias de eficiência na gestão de materiais e resíduos durante a construção, operação e descarte da edificação, e a aplicação de soluções que evitem o desperdício de recursos naturais.

Conforme visto na Introdução, as principais entidades certificadoras internacionais e nacionais para edificações sustentáveis já possuem atuação no Brasil há quase uma década. Um fator positivo é a criação de instrumentos nacionais para a avaliação do desempenho energético e de consumo de imóveis, como o Procel Edifica, o Selo AQUA-HQE (derivada da certificação francesa *Démarche HQE*) e o Selo Casa Azul. Sobre este aspecto, destaca-se para a cidade do Rio de Janeiro a criação da qualificação Qualiverde, lançada em 2012 sobre forma de decreto pela prefeitura municipal para incentivar a adoção de soluções sustentáveis em edificações novas e existentes. Porém, apesar de constar como ferramenta de estímulo a adoção de soluções sustentáveis, até agosto de 2016 nenhum projeto residencial multifamiliar havia sido licenciado com a qualificação, fato este passível de ser explicado pela ausência da formalização de benefícios fiscais e edifícios atrelados ao programa (BIAGINI, 2016, apud. BEZERRA & OLIVEIRA, 2016a). Assim, este fato, complementado pela baixa adesão aos demais programas de certificação

apresentados na Introdução deste trabalho, demonstra que a quantidade de certificações concedidas em habitação no Rio de Janeiro ainda é relativamente baixa se observadas no universo imobiliário da cidade, que já em 2010 era composto por 2,1 milhões de domicílios e 6,32 milhões de habitantes³ (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2012).

Sobre o aspecto legal, o mercado imobiliário do Rio de Janeiro observa de forma recente a adoção de leis e normas que estimulam o uso de práticas sustentáveis em edificações. Pode ser citada a Lei Complementar nº 112 de 17 de março de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011), que torna obrigatória a medição individualizada para consumo hídrico em novas edificações multifamiliares na cidade do Rio de Janeiro. Com relação ao uso de energia elétrica renovável, no ano de 2012 foi publicada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2012), a Resolução Normativa nº 482, que regulamenta a micro e mini geração distribuída de energia elétrica no Brasil a partir de fontes renováveis. Esta normatização é fundamental para estimular o uso de energias renováveis pelo pequeno consumidor, em especial a geração de energia elétrica através da energia solar fotovoltaica em residências e empreendimentos imobiliários novos em todo o país. Já em relação à captação de água de chuvas, o Decreto Municipal nº 23.940 de 30 de janeiro de 2004 determinou a implementação de sistemas deste tipo em edificações residenciais com área de telhado maior ou igual à 500 m² (RIO DE JANEIRO, 2004). No âmbito estadual, a Lei Estadual nº 7463 (RIO DE JANEIRO, 2016) tornou obrigatória a inclusão de reservatórios de águas cinzas e pluviais (sendo que as águas cinzas devem ser obrigatoriamente recicladas e reutilizadas), em novas edificações públicas ou privadas com área impermeável maior ou igual a 500 m² ou mais de 30 unidades.

Este arcabouço legal demonstra que o poder público vem dando uma importância recente em prol da inclusão de soluções sustentáveis no setor de construção, impelindo o mercado imobiliário a investir na produção de edificações sustentáveis e eficientes em termos operacionais. Porém, ainda pode ser considerado pequeno o número de empreendimentos multifamiliares no Rio de Janeiro que já fazem uso de sistemas prediais deste tipo.

A noção de rentabilidade sobre todo ciclo de vida das edificações também é um fator de extrema relevância para a adoção de práticas sustentáveis, porém este tema tem sido pouco explorado pelo mercado residencial. É mais comum

³ Números constantes em levantamento realizado pelo Censo 2010 para a cidade do Rio de Janeiro.

realizar a análise de custos de ciclo de vida de projetos como plantas industriais, empreendimentos hoteleiros e demais construções do tipo *built-to-suit*, termo em inglês utilizado no mercado imobiliário para denominar edificações construídas para servir determinado operador e/ou proprietário. Porém, falta um enfoque na rentabilidade total de empreendimentos imobiliários residenciais, pelo fato das empresas imobiliárias não serem as operadoras dos mesmos, atuando apenas no processo de concepção, construção e comercialização inicial.

De acordo com Weise et al (2008), não existe no mercado brasileiro uma base de dados sistematizada sobre custos futuros para edificações, devido a falta de transparência na determinação dos custos de operação. Soma-se o fato de que os levantamentos de custos de construção são mais facilmente alcançados com exatidão, sendo prioritariamente foco dos estudos de viabilidade. Goodman (2004) também aponta o controle limitado que os gestores têm sobre alguns custos operacionais, além do fato de que estes custos são muitas vezes mensurados anualmente, em contraste com dados mensais e até mesmo diários disponíveis para outras variáveis financeiras referentes ao desenvolvimento de um empreendimento imobiliário. Assim, a questão do desempenho em edificações ainda é pouco explorada comercialmente pelas empresas do mercado carioca, tanto sobre o aspecto ambiental quanto sobre o aspecto da economia que geram para seus usuários.

Outro entrave para o uso comercial de dados de consumo e performance das edificações diz respeito ao processo interno das empresas nacionais durante o processo de incorporação. Em geral, no momento do início da comercialização das unidades (marco denominado de *lançamento*), as empresas ainda não possuem projetos detalhados do empreendimento, tendo apenas projetos básicos de aprovação junto aos órgãos públicos. Muitas vezes estes projetos são desenvolvidos até mesmo durante a execução da obra. Este fato impossibilita a apresentação de informações definitivas sobre o comportamento energético e de consumo da edificação. Desta forma, a falta de projetos detalhados antes do lançamento imobiliário faz com que as empresas não explorem os dados de previsão de custos para o período de operação.

Com relação ao mercado consumidor de imóveis residenciais, é interessante avaliar a disposição que os clientes possuem para adquirir, à um custo maior, unidades residenciais que façam uso de soluções sustentáveis. O Instituto Sensus (2014), por solicitação da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, realizou no ano de 2013 pesquisa nacional para avaliar a percepção do consumidor com relação à inovações tecnológicas nos imóveis

residenciais. A pesquisa apresentou informações em função das diferentes faixas salariais dos entrevistados, e apontou que os consumidores estão dispostos a agregar inovações tecnológicas sustentáveis em seus imóveis, desde que isto não implique em gastos que o consumidor julgue excessivos.

Com relação aos itens referentes à otimização de recursos e sustentabilidade, a pesquisa destaca a racionalização de energia, a racionalização de água e a geração de energia solar. Os dados para consumidores com faixa de renda acima de 20 salários mínimos, a qual é o foco deste trabalho (ver Capítulo 3.3), aponta que racionalização de energia é o item mais valorizado pelos entrevistados (19,1%), tendo a geração de energia solar como o segundo item (15%), e a racionalização de água em quinta posição (5,9%), de acordo com a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Item de inovação tecnológica mais importante, por faixa de renda (%)

Inovações	Até 05 SM	De 05 a 10 SM	De 10 a 20SM	Acima de 20SM	Total
Racionalização de Energia	21,8	20,6	18,5	19,1	21,4
Alarme Elétrico	12,7	12,7	12,7	10,5	12,7
Racionalização de Água	12,7	11,2	8,2	5,9	12,1
Teto Solar p/ ger. Energia	6,8	15,2	13,9	15	8,5
Monitoramento Câmera	7,3	7,6	11,8	5,9	7,5
Conforto Térmico	5,9	7	4,8	7,7	6
Acessibilidade	5	2,4	3	4,1	4,5
Isolamento Acústico	4,1	3,6	3,6	3,6	4
Ventilação - Desenho Arq.	3,2	2,1	4,2	5	3,1
Pintura Antialérgica	2,7	1,8	1,8	2,7	2,6
Flex. Parede (Drywall)	0,5	1,8	1,2	2,7	0,7
Automação Luzes e Cortinas	ND	1,5	1,2	0,9	0,3
Flex. Parede (Alvenaria)	ND	0,3	0,9	0,5	0,1

Fonte: Adaptado pelo autor de INSTITUTO SENSUS, 2014.

Também foi realizado questionamento sobre quanto a mais os consumidores estariam dispostos a pagar pelo imóvel com as inovações tecnológicas mencionadas (ver Gráfico 2.1). Os dados mostram que a maioria dos entrevistados tem disponibilidade para pagar até R\$ 1.000,00 a mais para adquirir um imóvel que contenha sistema de geração de energia solar, havendo disponibilidade de pagar em média até pouco acima de R\$ 4.000,00. Com relação à adoção de itens de racionalização e economia de água, a maioria dos entrevistados se mostra disponível a pagar até R\$ 5.000,00, resultando numa média de R\$ 2.500,00. O item de racionalização de energia possui os menores valores dentre os três itens, sendo que a maioria dos entrevistados tem

disponibilidade de pagar até R\$ 500,00 a mais, com uma média de disposição de pouco menos de R\$ 3.000,00 (INSTITUTO SENSUS, 2014).

Reconhece-se assim que a sustentabilidade em edificações está fortemente atrelada ao fator econômico, sendo esta uma variável fundamental tanto para o mercado consumidor quanto para o setor empresarial de incorporação. Os aumentos de preço não podem ser muito excessivos, e sem se demonstrar justificativas corretas para tais incrementos, os imóveis tornam-se pouco atrativos para os clientes. Já para os incorporadores, conforme apontado por Rogers & Gumuchdjan (2001), os gastos que não promovem diretamente um retorno financeiro de curto prazo expõe os mesmos a desembolsos de capital à longo prazo, tornando as empresas menos competitivas e mais vulneráveis aos riscos financeiros.

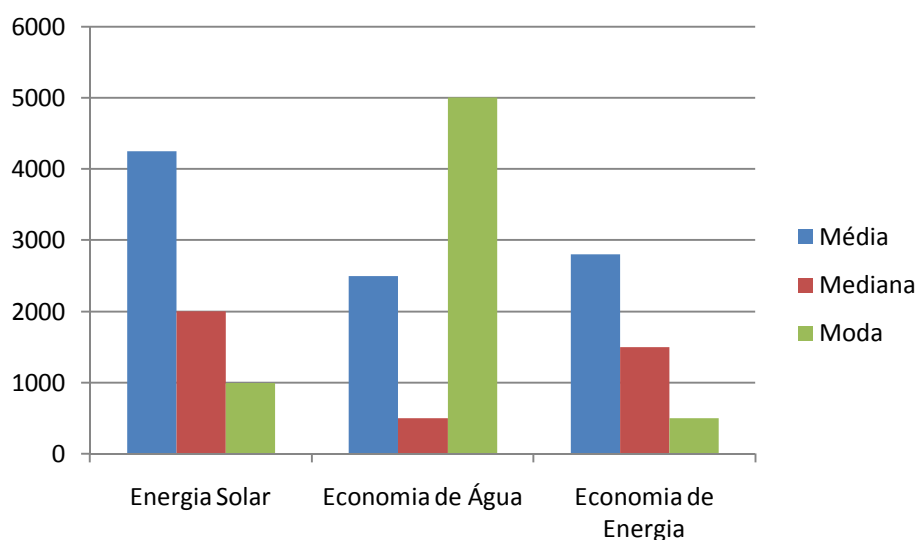


Gráfico 2.1: O quanto o consumidor está disposto a pagar por itens de inovação (R\$)
Fonte: Adaptado pelo autor de INSTITUTO SENSUS, 2014

Porém, o desenvolvimento e a inclusão de novas tecnologias seguem sendo fatores relevantes dentro do mercado. Por isso, faz-se interessante analisar a adoção de práticas sustentáveis sob o ponto de vista de sua rentabilidade, e não somente justificá-las pela sua obrigatoriedade legal. Desta forma, é de extrema importância que a abordagem financeira caminhe junto à abordagem ambiental para estimular uma agenda sustentável no mercado imobiliário do Rio de Janeiro.

3 Empreendimento imobiliário analisado

Este presente Capítulo trata da caracterização do empreendimento avaliado, apresentando dados sobre localização, elementos da edificação e ambientes, perfil de usuários e estimativas de consumo de energia e água.

O empreendimento consiste em um novo condomínio residencial multifamiliar, de caráter hipotético, seguindo as especificações de um projeto padrão R8-N estipuladas pela norma brasileira NBR 12721 (ABNT, 2006). Esta norma estabelece critérios para avaliação de custos unitários de construção no Brasil, e opta-se pela tipologia R8-N por ser usualmente objeto de incorporações imobiliárias em todo o território nacional.

3.1 Localização e parâmetros urbanos

Para a montagem do empreendimento, opta-se pela escolha de terreno situado na Rua Araguaia, bairro da Freguesia, localizado na Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro (ver Figuras 3.1. e 3.2).

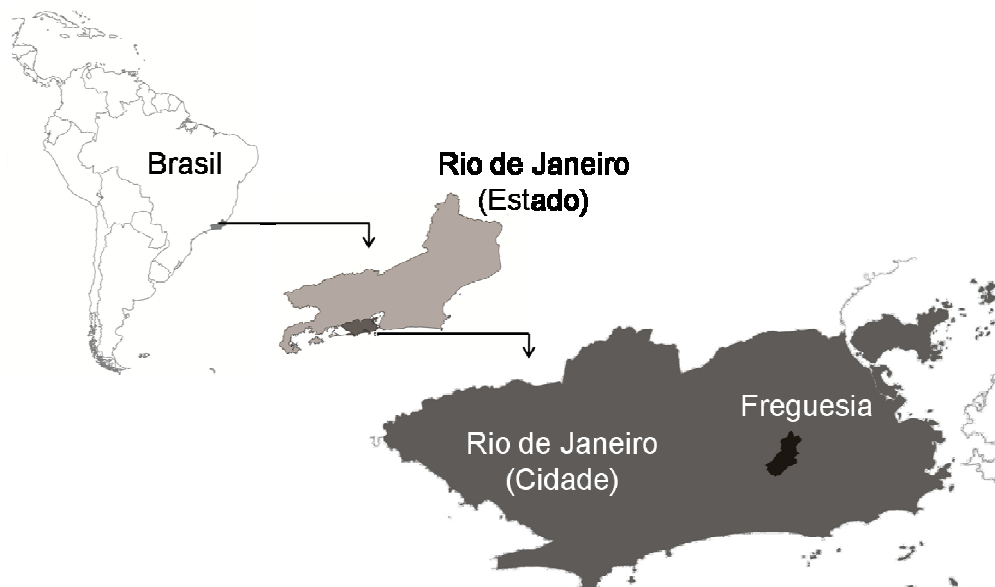


Figura 3.1: Localização em escala macro e meso
Fonte: Autor

A Rua Araguaia possui perfil residencial, e a escolha do terreno se dá pelo fato de conter parâmetros construtivos locais compatíveis com o projeto padrão R8-N, além de já possuir empreendimentos residenciais no padrão médio e médio-alto. O terreno possui como dimensões 20 metros de frente por 70 metros

de profundidade, perfazendo 1.400 m², com acesso e infraestrutura já concluídos. Os índices urbanos estipulam taxa de ocupação máxima de 50% da área do terreno, Índice de Aproveitamento de Terreno (IAT) equivalente à 3,00, Taxa de Permeabilidade do Solo de 30%, Afastamento Frontal de 5,00 (cinco) metros da divisa e gabarito máximo de 9 (nove) pavimentos.

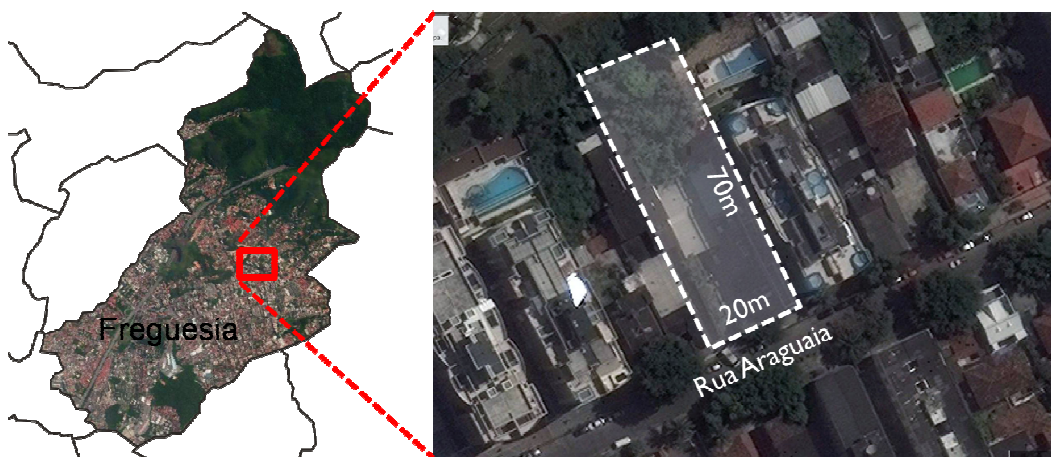


Figura 3.2: Localização em escala micro
Fonte: Adaptado pelo autor de Google Earth

3.2 Caracterização da edificação

Conforme visto, o empreendimento projetado segue os moldes definidos pela NBR 12721 (ABNT, 2006), referente a um projeto padrão R8-N. A norma se utiliza desta e de outras tipologias por serem representativas dentro do universo de construção de condomínios e conjuntos de empreendimentos no Brasil. O projeto R8-N escolhido consiste em edificação multifamiliar que conta com garagem, pilotis e oito pavimentos tipo, com padrão de acabamento normal, contando com quatro unidades por pavimento. Cada unidade possui três dormitórios, sendo uma suíte, sala estar/jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda. A área construída real⁴ estipulada é de 5.998,73 m² e a área construída equivalente⁵ é de 4.135,22 m².

A NBR 12721 define ainda os seguintes itens para este projeto:

- a. Pilotis com escada, elevadores, hall de entrada, salão de festas, salão de jogos, copa, dois banheiros, central de gás e guarita.

⁴ Consiste no somatório de áreas de superfície horizontal cobertas ou não, passíveis de ação de construção.

⁵ Consiste no somatório de áreas de superfície horizontal cobertas ou não, passíveis de ação de construção, porém dotadas de índices de equivalência em função de suas características de acabamento e complexidade construtiva.

- b. Garagem com 64 vagas de estacionamento coberto, elevadores, escada, cômodo de lixo, depósito e instalação sanitária.

A norma não define dimensões para áreas privativas e áreas de uso comum, bem como não especifica possíveis dimensões de terreno, áreas de ajardinamento, acessos e lazer. Contudo, tomando como base os parâmetros da NBR, as dimensões e legislação do terreno e as características mercadológicas da região, são estabelecidas para este trabalho as áreas dos ambientes que compõe o empreendimento. Opta-se por edificação afastada das divisas, com as seguintes composições de áreas reais:

- a. Para cálculo de área construída de garagem, adota-se uma proporção de 23,50 m² de área construída por vaga de automóvel, que inclui área da vaga em si, espaço para acessos e áreas de manobra. A partir desta informação, calcula-se que as 64 vagas necessitam de 1.504,00 m² a área construída real de garagem.
- b. Devido à taxa de permeabilidade permitida de 30%, a área resultante para construção no terreno é de 980,00 m². Adota-se neste estudo o uso de 950,00 m² como garagem em subsolo, inserindo os restantes 554,00 m² de garagem no pavimento térreo.
- c. Em função da taxa de ocupação de 50% do terreno, estipula-se embasamento no pavimento térreo com 694,00 m² de área construída (sendo o máximo permitido de 700,00 m²), constituído por pilotis com área de 100,00 m², depósito de lixo e instalação sanitária com área de 30,00 m² e o restante composto pelos 554,00 m² de garagem mencionados no item “b”.
- d. Para a guarita, admite-se área de 30,00 m² no pavimento térreo, que por lei não são computados na taxa de ocupação.
- e. Estipula-se a lâmina da edificação em 420,00 m² por pavimento tipo, perfazendo um total de 3.360,00 m² nos 8 pavimentos tipo.
- f. Consideram-se as áreas de laje dos telhados da cobertura e da garagem, contendo respectivamente 420,00 m² e 274,00 m².
- g. É previsto pavimento técnico para casa de máquinas e barrilete na cobertura, com área construída de 270,73 m², a fim de totalizar os 5.998,73 m² estipulados como área total construída pelo modelo de projeto padrão R8-N.

As áreas construídas reais apresentadas são ponderadas por índices de equivalência para se chegar à área construída equivalente estipulada pela NBR 12721, de 4.135,22 m².

Ainda em relação às áreas de construção, devem ser acrescentadas as áreas externas à edificação, não previstas pela NBR 12721. Considerando a área do terreno total de 1.400,00 m² e subtraindo a área de embasamento de 694,00 m² mais 30,00 m² de guarita, resulta uma área construída real de 676,00 m² para as áreas externas, como acessos, jardins e áreas de recreação e de piscina. A Tabela 3.1 compila as informações apresentadas e os coeficientes de equivalência adotados.

Tabela 3.1: Quadro de Áreas Construídas Reais e Equivalentes

Descrição	Pavtos.	Área Total Construída	Equivalência	Área Construída Real	Área Construída Equivalente
Subsolo Enterrado	1	950,00	0,30	950,00	285,00
Garagem Térreo	1	554,00	0,35	554,00	193,90
Dep. E Inst. Sanit Garagem	1	30,00	0,50	30,00	15,00
Pilotis	1	110,00	1,00	110,00	110,00
Telhado Garagem	1	274,00	0,15	274,00	41,10
Pavimentos Tipo	8	420,00	1,00	3360,00	3360,00
Pavimento Técnico	1	270,73	0,14	270,73	37,22
Guarita	1	30,00	1,00	30,00	30,00
SUBTOTAL				5.998,73	4.135,22
Áreas Externas	1	676,00	0,25	676,00	169,00
TOTAL				6.254,73	4.241,22

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos parâmetros definidos pela NBR 12721 para Projeto Padrão R8-N.

Com base nas características apresentadas, a Figura 3.3 apresenta uma maquete esquemática com a volumetria geral do empreendimento.

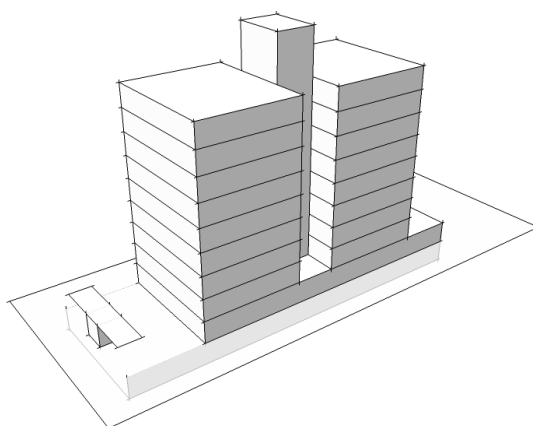


Figura 3.3: Volumetria Geral do Empreendimento
Fonte: Autor

Com relação ao quadro das áreas privativas das unidades residenciais, admite-se a seguinte composição:

- a. Consideram-se necessários 60,00 m² para as áreas comuns do pavimento tipo, referentes à hall de entrada, lixeira, escada de incêndio e caixas de elevadores. Em função da lâmina de 420,00 m², resultam 370,00 m² de área privativa.
- b. Os 370,00 m² de área privativa são divididos igualmente entre as quatro unidades por pavimento, resultando em unidades com 92,50 m² de área privativa.
- c. Seguindo a subdivisão constante na NBR 12721, constam três dormitórios, sendo uma suíte, sala de estar/jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda. Definem-se assim as áreas privativas internas conforme Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Quadro de Áreas Privativas Internas

Ambiente	Área (m ²)
Varanda	8
Sala	25
Quarto 1 (Suite)	13,5
Quarto 2	12
Quarto 3	12
B.o. Suite	4
B.o. Social	4
B.o. Área Serv.	2
Cozinha	8
Área Serviço	4
TOTAL	92,5

Fonte: Autor

Com base nas informações apresentadas, é elaborada uma planta baixa esquemática do pavimento tipo para este projeto padrão, demonstrada na Figura 3.4.

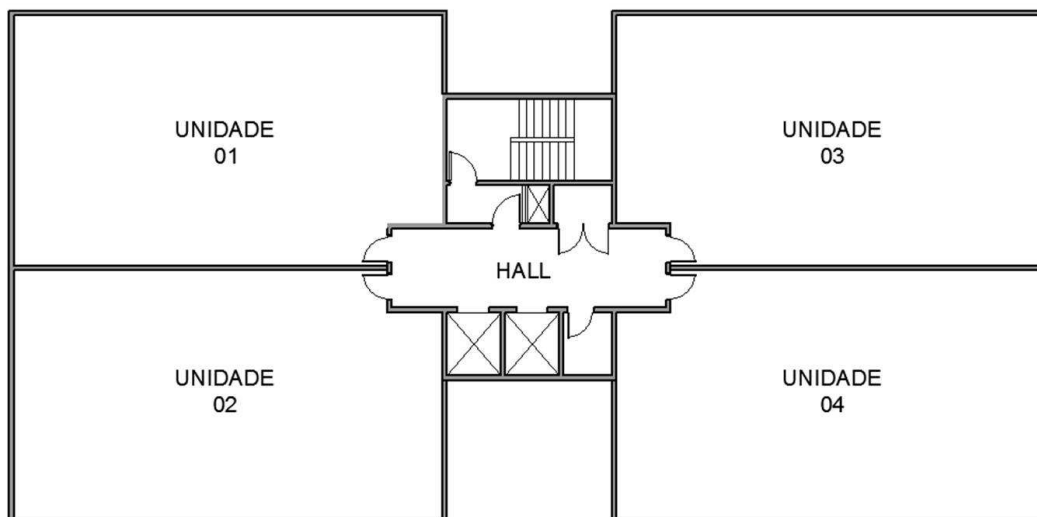


Figura 3.4: Planta baixa esquemática
Fonte: Autor

3.2.1 Quantidade de habitantes estimada

A quantidade de habitantes na edificação é um dado relevante para balizar estimativas de consumo de água e energia. Para este estudo, estimam-se 5 habitantes por unidade habitacional de três quartos, conforme NBR 5665 (ABNT, 1983, p. 2). Considerando 32 unidades habitacionais, tem-se na edificação um total de 160 habitantes fixos. Além destes, há de se considerar os funcionários regulares, estimados em um número de 2 por turno. Sendo assim, estima-se um total de 162 habitantes no empreendimento.

3.3 Consumidor alvo para o empreendimento

Para definir o consumidor alvo, é importante verificar aspectos como perfil de imóveis na região, perfil de renda local e preço de venda final do empreendimento. Conforme mencionado anteriormente, este produto imobiliário possui um padrão médio de acabamento no uso de materiais, contando com área privativa compatível com os padrões da região e boa localização. O bairro da Freguesia vem apresentando ofertas imobiliárias de médio e médio-alto padrão no biênio de 2016-17.

Com relação à renda familiar, o bairro carece de dados atualizados. Levando-se em consideração dados do Censo 2000 (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2002), o bairro possui:

- a. 36,21% da população com renda familiar de até 5 salários mínimos;
- b. 26,01% da população com renda entre 5 e 10 salários;
- c. 23,06% com renda entre 10 e 20 salários;
- d. 14,72% com renda acima de 20 salários mínimos.

Os dados são sintetizados na Figura 3.5.

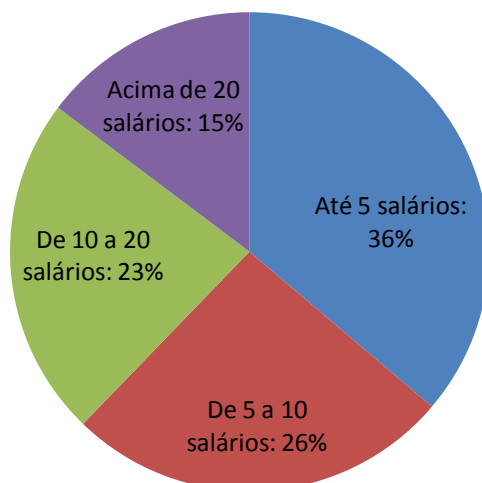


Figura 3.5: Gráfico de distribuição salarial no bairro da Freguesia
Fonte: Adaptado pelo autor de PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2002

Destaca-se que o salário mínimo para o Estado do Rio de Janeiro no ano de 2017 é de R\$ 937,00. Isto resulta numa distribuição salarial em faixas com os seguintes valores:

- a. R\$ 0,00 à R\$ 4.685,00 (até 5 salários mínimos);
- b. R\$ 4.685,01 à R\$ 9.370,00 (5 a 10 salários mínimos);
- c. R\$ 9.370,01 à R\$ 18.740,00 (10 a 20 salários mínimos);
- d. Acima de R\$ 18.740,00 (acima de 20 salários mínimos).

Destaca-se que a maioria das incorporadoras trabalha com a hipótese de que os consumidores fazem a aquisição de um imóvel novo se utilizando de financiamento bancário através do Sistema Financeiro da Habitação - SFH. De acordo com este sistema, o financiamento imobiliário para o mutuário (termo que designa o consumidor) no Brasil corresponde no máximo à 80% do valor total do imóvel (podendo este limite se elevar a 90% em casos específicos). Nesta operação, as regras de financiamento nacionais estipulam que a parcela mensal de amortização não pode ultrapassar 30% da renda bruta familiar (BRASIL, 2003).

Desta forma, faz parte da estratégia comercial considerar que o público alvo deve possuir renda suficiente para contrair um financiamento nestas condições. Estabelecendo-se a hipótese inicial de que o valor de venda do imóvel deve alcançar o patamar de R\$ 650.000,00, verifica-se através do portal eletrônico da Caixa Econômica Federal que seria necessário uma renda familiar de aproximadamente R\$ 20.000,00 para financiar 80% do valor do imóvel no prazo máximo permitido pela instituição bancária, que é de 420 meses⁶. Desta forma, pode se considerar que o público alvo é de consumidor com renda familiar bruta acima de 20 salários mínimos.

3.4

Estimativa de consumo de energia elétrica

A estimativa de consumo de energia é de extrema importância para determinar os custos de operação do empreendimento. Usualmente, esta medição é realizada em função da soma de quilowatts/hora (kWh) por mês consumido, sendo cada apartamento caracterizado como uma unidade consumidora separada, acrescentando-se ainda uma unidade consumidora referente às áreas de uso comum do prédio. A fim de estimar o consumo de cada unidade consumidora, utilizam-se cálculos simplificados para definir as cargas em Watts referentes à iluminação e equipamentos eletroeletrônicos da edificação.

Com relação ao consumo referente à iluminação, estas são determinadas em função dos níveis de iluminância mínimos estabelecidos pelas normas vigentes, para os diferentes ambientes internos e externos da edificação. Esses níveis são determinados pela medida em Lux (Lúmem/m²). Além desses níveis, é essencial estipular durações de uso diário. Para efeito de estudo, as cargas de iluminação são divididos entre três setores do empreendimento: iluminação interna dos apartamentos, iluminação interna de áreas comuns e iluminação da área externa.

É importante observar que, com relação às áreas internas dos apartamentos, não há norma vigente que indique níveis mínimos de iluminância. Para servir de base, utiliza-se a antiga norma NBR 5413 (ABNT, 1992. p, 11), que apesar de estar em desuso, serve como orientação para fins deste trabalho.

⁶ Simulação realizada no Simulador Habitacional da Caixa, para imóvel no valor de R\$ 650.000,00, com financiamento em 420 meses, à taxa balcão (cliente sem relacionamento com o banco), para imóvel localizado no Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www8.caixa.gov.br/siopiinternet-web/simulaOperacaoInternet.do?method=inicializarCasoUso>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

Utilizando estas informações junto ao quadro de áreas do empreendimento, podem ser definidas as quantidades e potências das lâmpadas do apartamento, conforme visto na Tabela 3.3. Para determinação dos tempos de uso de lâmpadas nos ambientes, estima-se maior acionamento das mesmas no período das 18h às 23h, totalizando 5 horas diárias na maioria dos ambientes. Os níveis de iluminância são majorados em 5% à 10% sobre o máximo recomendado, a fim de corrigir possíveis desvios em função de anteparos nas luminárias e condições de refletância de superfícies como paredes e tetos. Os ambientes que não possuem recomendação específica tem seus níveis adotados pelo autor. Admite-se também o uso de lâmpadas de LED⁷ devido à maior eficiência energética que estas proporcionam em relação a outros tipos de lâmpadas existentes no mercado.

Tabela 3.3: Cargas de iluminação por apartamento

Ambiente	Área (m ²)	Tipo de Lâmpada	P (W)	Lúmem por Lâmpada	Quant.	Lux Gerado	Lux Recomendado NBR	Tempo Diário	Dias no Mês	Consumo Mensal (kWh)
Varanda	8	LED	9	870	3	326,25	-	5	30	4,05
Sala	25	LED	9,5	1055	5	211,00	100-200	5	30	7,13
Quarto 1 (Suite)	13,5	LED	9,5	1055	3	234,44	100-200	5	30	4,28
Quarto 2	12	LED	9	870	3	217,50	100-200	5	30	4,05
Quarto 3	12	LED	9	870	3	217,50	100-200	5	30	4,05
Banho Suite	4	LED	9	870	1	217,50	100-200	2	30	0,54
Banho Social	4	LED	9	870	1	217,50	100-200	4	30	1,08
Banh. Área Serv.	2	LED	4,5	480	1	240,00	100-200	1	30	0,14
Cozinha	8	LED	9	870	2	217,50	100-200	5	30	2,70
Área	4	LED	9	870	1	217,50	-	2	30	0,54
TOTAL										28,55

Fonte: Autor.

Com relação à estimativa de consumo de energia para iluminação interna de áreas comuns, utilizam-se as recomendações sobre níveis de iluminância existentes na NBR-ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). No tocante à estimativa da duração diária de acionamento de lâmpadas internas, admite-se o uso de sensores de presença e temporizadores, itens amplamente utilizados em edificações residenciais. Desta forma, define-se que os ambientes de estacionamento e escadas, projetados normalmente sem iluminação natural, passam a ter lâmpadas acionadas por apenas 6 horas diárias (ao invés de 24 horas). Para os demais ambientes internos, é previsto que o acionamento de lâmpadas se dá no período de 18h até às 23h e das 6:00h às 7:00h, totalizando 6 horas diárias. Para ambientes de acesso prioritário à funcionários, estima-se seu uso por 3 horas diárias (divididas em início de turno, meio de turno e final de

⁷ Para lâmpadas de 4,5 Watts, adota-se modelo ULTRALED A60, marca Golden, com 480 Lúmens. Para lâmpadas de 9 Watts, adota-se modelo LED Superstar Classic A60, marca OSRAM, com 870 Lúmens. Para lâmpadas de 9,5 Watts, adota-se modelo LED Bulb, marca Philips, com 1055 Lúmens.

turno). Os ambientes que compõe o pavimento técnico normalmente possuem acesso reduzido (acionamento de bombas, verificação de caixa d'água), estimando-se 0,2 hora diária. Com relação ao tipo de lâmpada, adota-se o uso de lâmpadas LED⁸ para ambientes internos e lâmpadas LED Tubulares⁹ para garagem e pavimento técnico. A Tabela 3.4 demonstra a relação de lâmpadas e consumo previsto.

Tabela 3.4: Cargas de iluminação em áreas comuns do empreendimento

Ambiente	Área (m ²)	Tipo de Lâmpada	P (W)	Lúmem por Lâmpada	Quant.	Lux Gerado	Lux Recomendado NBR	Tempo Diário	Dias no Mês	Consumo Mensal (kWh)
Estacionamento / Garagem	1504	LED T8 Tubular	18	1620	74	79,71	75	6	30	239,76
Hall/ Escada/ Área Comum Pilotis	100	LED	9,5	1055	15	158,25	150	6	30	25,65
Inst. Sanitárias	15	LED	9,5	1055	3	211,00	200	3	30	2,57
Depósito Lixo	15	LED	9	870	2	116,00	100	3	30	1,62
Hall e Escada: 8 Pavimentos Tipo	480	LED	9,5	1055	80	175,83	150	6	30	136,80
Pavto. Técnico	270,73	LED T8 Tubular	18	1620	36	215,42	200	0,2	30	3,89
Guarita e verificação de Segurança	30	LED	9,5	1055	9	316,50	300	24	30	61,56
									TOTAL	471,84

Fonte: Autor.

Para a iluminação de áreas externas e jardins, são adotadas lâmpadas de vapor de sódio¹⁰. Define-se a quantidade de 12 unidades distribuídas ao longo da área externa, com acionamento durante o período noturno das 18h às 6h, totalizando 12 horas diárias (ver Tabela 3.5).

Tabela 3.5: Cargas de iluminação em áreas externas do empreendimento

Ambiente	Área (m ²)	Tipo de Lâmpada	P (W)	Lúmem por Lâmpada	Quant.	Lux Gerado	Lux Recomendado NBR	Tempo Diário	Dias no Mês	Consumo Mensal (kWh)
Acessos/Jardins/ Área de Lazer Externa	673	Vapor de Sódio 70W	70	5600	12	99,85	-	12	30	302,40

Fonte: Autor.

Levando em consideração a quantidade de 32 apartamentos, a soma dos três setores de iluminação perfaz um consumo mensal de 1.687,68 kWh (ver Tabela 3.6).

⁸ Para lâmpadas de LED, adota-se modelo LED Bulb, marca Philips, com 9,5 Watts e 1055 Lúmens.

⁹ Para lâmpadas LED Tubulares, adota-se modelo T8, marca Llum, com 18 Watts e 1.620 Lúmens.

¹⁰ Para lâmpadas de vapor de sódio, adota-se modelo SON-E, marca OSRAM, com 70 Watts e 5.600 lúmens.

Tabela 3.6: Consumo de iluminação no empreendimento

Setor	Consumo Mensal (kWh)
Apartamentos	913,44
Áreas Comuns	471,84
Área Externa	302,40
TOTAL	1.687,68

Fonte: Autor.

Com relação ao cálculo da demanda de energia de equipamentos elétricos no empreendimento, não há no Rio de Janeiro banco de dados sistematizado que caracterize padrões de consumo em residências. Utilizam-se assim dados do portal eletrônico da empresa distribuidora local na cidade, a Light S.A (2017), referentes à potência de equipamentos e tempos estimados de uso diários. As quantidades de equipamentos são definidas pelo autor, em função da tipologia do empreendimento analisado. Seguindo a lógica utilizada no cálculo do consumo energético de iluminação, a quantificação do consumo de equipamentos é dividida em dois setores: unidades de apartamento e áreas comuns.

Os equipamentos adotados pelo autor são relacionados na Tabela 3.7, considerando a tipologia de apartamento com três dormitórios, número médio de cinco habitantes por apartamento e público alvo de classe média para o empreendimento.

Tabela 3.7: Consumo de equipamentos elétricos por apartamento

Uso	Equipamento	P (W)	Quant.	Tempo Diário	Dias no Mês	Consumo Mensal (kWh)
Entretenimento	Televisão 29 pol.	110	1	5	30	16,50
	Televisão 14 pol.	60	2	5	30	18,00
	Aparelho Som	80	1	3	20	4,80
	Video Game	15	1	4	15	0,90
Lavanderia / Limpeza	Ferro Elétrico	1000	1	1	12	12,00
	Lavadora de Roupas	500	1	1	12	6,00
	Aspirador de pó	10	1	0,5	30	0,15
Refrigeração do Ambiente	Ar Cond. 10.000 BTUs	1350	3	8	5	162,00
	Ventilador de Teto	120	3	8	5	14,40
Higiene	Secador de Cabelo	600	1	0,1	15	0,90
Escritório	Microcomputador	80	3	2	30	14,40
Ferramentas	Furadeira elétrica	350	1	1	1	0,35
	Geladeira 2 Portas	300	1	-	-	68,25
	Freezer	200	1	-	-	80,00
	Forno Microondas	1200	1	0,3	30	12,00
	Fogão Convencional	60	1	0,1	30	0,18
	Liquidificador	300	1	0,25	15	1,13
					TOTAL	411,96

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Simulador de Consumo (LIGHT, 2017).

A soma dos equipamentos resulta num consumo mensal de 411,96 kWh por apartamento, o que totaliza um consumo mensal de 13.182,56 kWh para as 32 unidades residenciais.

Os pontos de utilização específicos para o uso comum do condomínio são pré-estabelecidos em função da tipologia do empreendimento estudado. Por se tratar de edificação de 8 pavimentos tipo mais pilotis e garagem, de padrão normal de acabamento, são adotados os seguintes itens de consumo:

- a. Conjunto de dois elevadores: de acordo com dados da ANEEL (201-?), o consumo por viagem de elevador para 10 paradas e 8 passageiros é de 0,45 kWh¹¹. Considerando-se um conjunto de dois elevadores e adotando-se uma média de 50 viagens diárias por elevador, tem-se um consumo mensal de 1.350 kWh.
- b. Sistema de bombas de recalque de água: admite-se o uso de bomba de recalque¹² com 3,00 cv, cuja potência em Watts é de aproximadamente 2.207 Watts (ver Apêndice A para definição da bomba e cálculo de potência). Assumindo que o seu funcionamento ocorre durante cinco horas diárias, tem-se um consumo mensal de 331,05 kWh.
- c. Sistema de monitoramento de segurança por câmeras: sistema composto por televisão de 14 polegadas, com potência de 60 Watts, microcomputador, com potência de 80 Watts, e oito câmeras de segurança, com potência de 3,6 Watts¹³ cada. Admite-se que todos os equipamentos funcionam 24 horas diárias, totalizando um consumo mensal de 121,54 kWh.
- d. Sistema de cancela de acesso por acionamento eletrônico: consideram-se duas cancelas com potência de 186 Watts¹⁴ cada, e duração de ciclo de abertura e fechamento de 6 segundos. Estimando-se para cada equipamento um ciclo por minuto nas 24 horas diárias, tem-se um consumo mensal de 26,78 kWh referente aos dois equipamentos.

Os dados estimados de consumo para áreas comuns encontram-se resumidos na Tabela 3.8.

¹¹ Dado disponibilizado pelo portal eletrônico da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Exemplo de cálculo de consumo de energia elétrica em elevador. Brasília – DF, 201-?. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/aneel_luz/imagens/tabela_elevadores.gif>. Acesso em 04 fev. 2017.

¹² Bomba BC-92 S/T HÁ, marca Schneider, com potência de 3,00 cv.

¹³ Referente ao modelo VM 3120 IR G3, marca Intelbras.

¹⁴ Referente ao modelo Gatter 3000, marca Peccenin.

Tabela 3.8: Consumo de equipamentos elétricos em áreas de uso comum do empreendimento

Uso	Equipamento	P (W)	Quant.	Tempo Diário	Dias no Mês	Consumo Mensal (kWh)
Transporte Vertical	Elevador	-	2	-	-	1.350,00
Sist. de Recalque	Bomba Recalque	2207	1	5	30	331,05
Segurança	Televisão 14 pol.	60	1	24	30	43,20
	Microcomputador	80	1	24	30	57,60
	Câmera Segurança	3,6	8	24	30	20,74
	Cancela de Acesso	186	2	2,4	30	26,78
					TOTAL	1.829,37

Fonte: Autor.

Para demais itens de consumo com campainhas de pulso, interfones, portões de abertura remota e ferramentas de uso esporádico, admite-se um incremento de 20 kWh por mês no consumo do condomínio. Estes levantamentos configuram um de consumo de 15.031,93 kWh/mês para equipamentos elétricos (ver Tabela 3.9).

Tabela 3.9: Consumo de equipamentos elétricos no empreendimento

Setor	Consumo Mensal (kWh)
Apartamentos	13.182,56
Áreas Comuns	1.829,37
Demais Itens	20,00
TOTAL	15.031,93

Fonte: Autor.

Em função desta caracterização de consumo para iluminação e equipamentos do empreendimento, tem-se uma estimativa de consumo total de 16.719,61 kWh/mês (ver Tabela 3.10).

Tabela 3.10: Consumo de energia total no empreendimento

Item	Consumo Mensal (kWh)
Iluminação	1.687,68
Equipamentos	15.031,93
TOTAL	16.719,61

Fonte: Autor.

Ao se dividir o consumo total do empreendimento pelo número de 32 unidades, tem-se um consumo mensal por apartamento de 522,49 kWh.

3.5

Estimativa de consumo de água

A gestão de custos operacionais também depende do conhecimento da estimativa de consumo de água no empreendimento. Ressalta-se que não há no Rio de Janeiro uma base de dados formatada sobre os hábitos de consumo residencial, portanto as estimativas de consumo são baseadas em revisão bibliográfica de pesquisas realizadas em outros estados, bem como interpretações de dados sobre o empreendimento hipotético estudado.

Para determinar o consumo per capita, são utilizadas informações de três fontes de pesquisa:

- a. A NBR 12211/1992 menciona um índice de consumo *per capita* de 150 a 250 Litros por dia (ABNT, 1992);
- b. Pesquisa realizada pela Universidade Federal do Espírito Santo no ano de 2008 (GONÇALVES, 2009), aferiu consumo de 196 Litros per capita por dia em edifício residencial dotado de sistema de reuso de águas cinzas e 216 Litros per capita por dia em edifício residencial convencional (sem sistema de reuso).
- c. Informação constante no portal eletrônico da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, que estima a necessidade de 200 Litros per capita por dia para habitantes do município (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 201-?).

Em função destes dados, estipula-se um consumo diário de 200 Litros per capita para este empreendimento. Conforme visto anteriormente, é considerando o número de 162 habitantes na edificação, resultando no consumo de 32.400 Litros por dia, equivalente à 972.000 Litros por mês.

Este consumo regular inclui o evento de limpeza semestral de cisternas e caixas d'água, obrigatoriedade estabelecida pela legislação estadual (RIO DE JANEIRO, 1994). Este evento incorre no esvaziamento total dos reservatórios da edificação, o que pode gerar o desperdício desse montante de água. Porém, admite-se que a gestão condominial adota a precaução de utilizar o volume de água do reservatório até o completo esvaziamento antes de realizar a limpeza, sem ter que eliminar esse volume desnecessariamente.

Para este trabalho, é interessante também estabelecer o perfil de consumo de água da edificação. Com relação aos padrões de consumo de água potável e não potável, uma pesquisa realizada pela UFES (GONÇALVES, 2009) realizou o mapeamento do consumo da água em edificação residencial de acordo com os

usos, e apresentou os dados mostrados na Figura 3.6. É importante observar a discriminação de cada uso. Com relação aos apartamentos, o percentual de 64% de água potável consumida engloba usos diversos como ingestão, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupas e limpeza geral. O consumo de 19% de água não potável é referente às bacias sanitárias das residências. A área de lazer consome 8% de água potável, correspondente ao salão de festas e áreas correlatas, e 1% de água não potável para uso em duas bacias sanitárias.

A área comum apresenta consumo de 3% de água potável, referente ao consumo de funcionários, e 8% de água não potável referente à irrigação de áreas permeáveis, limpeza de garagem, escadas e condomínio.

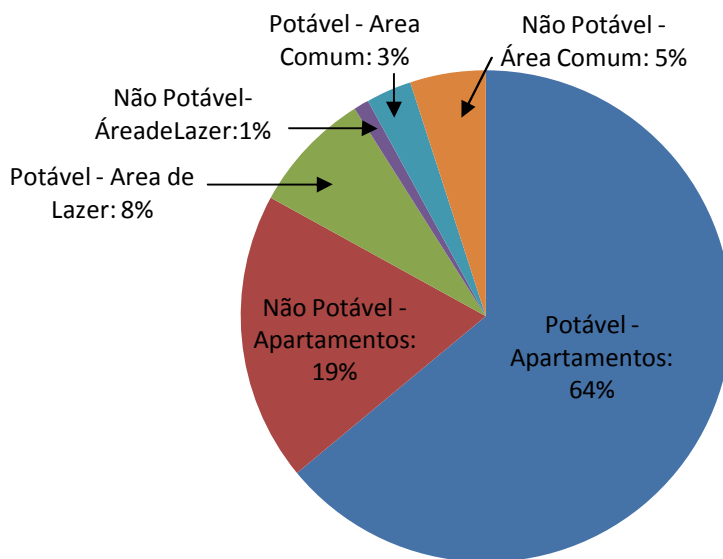


Figura 3.6: Distribuição do consumo de água por setores da edificação
Fonte: Adaptado pelo autor de GONÇALVES, 2009

É importante observar a discriminação de cada uso. Com relação aos apartamentos, o percentual de 64% de água potável consumida engloba usos diversos como ingestão, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupas e limpeza geral. O consumo de 19% de água não potável é referente às bacias sanitárias das residências. A área de lazer consome 8% de água potável, correspondente ao salão de festas e áreas correlatas, e 1% de água não potável para uso em duas bacias sanitárias. A área comum apresenta consumo de 3% de água potável, referente ao consumo de funcionários, e 8% de água não potável referente à irrigação de áreas permeáveis, limpeza de garagem, escadas e condomínio.

Complementarmente à distribuição por setores, é essencial determinar quantitativamente o consumo diário por habitante, em função dos diversos aparelhos sanitários e atividades de consumo existentes na edificação, como bacias sanitárias, chuveiros, lavabos, pias de cozinha, máquinas de lavar roupas, tanques, irrigação de plantas e lavagem de áreas comuns.

Segundo Vyckers (2002, apud GONÇALVES, 2009, p. 73), cada pessoa necessita fazer uso da descarga sanitária durante cinco vezes ao dia, sendo um uso para defecar e quatro para urinar. Considerando-se a utilização de bacias sanitárias com duplo acionamento (6 ou 3 litros), tem-se uma média de 18 Litros diários per capita de efluentes advindos de vasos sanitários. Saliencia-se que a quantidade de acionamentos das bacias sanitárias em residências tende a ser menor devido ao fato de os habitantes não permanecem durante todo o período do dia dentro da mesma, e que pode haver uso maior durante os finais de semana. Porém a média de 18 Litros será utilizada para compensar a possibilidade do hábito de uso ser maior no clima quente da cidade do Rio de Janeiro.

Já em relação ao uso de chuveiros, Gonçalves (2009, p. 74) adota como razoável a estimativa de banhos com duração de 10 minutos. Ao considerar uma vazão de 5 L.min, resulta um consumo de 50 Litros per capita diários.

Outro item de consumo é o uso de máquinas de lavar roupa. Considera-se que para uma família de cinco pessoas pode ser utilizada máquina de lavar de 12 kg, sendo o consumo médio de água de 154 Litros por ciclo para equipamentos desta capacidade disponíveis no mercado brasileiro (INMETRO, 2017). Admitindo-se seu uso com dois ciclos (molho e lavagem), duas vezes por semana, tem-se uma geração de 2.464 Litros por mês por máquina. Calculando o uso mensal do prédio em 78.848 Litros e dividindo pelo número de 162 habitantes, resulta um consumo per capita diário de 16,4 Litros.

Para a estimativa de consumo de demais itens dentro da unidade residencial, utilizam-se dados de pesquisa realizada por Barreto (2008). De acordo com o autor, são consumidos 30,3 L/dia.pessoa para a pia da cozinha, 13,6 L/dia.pessoa para o tanque e 10,8 L/dia.pessoa referentes ao lavatório.

Sobre a atividade de irrigação de jardins, utiliza-se dado de Gonçalves (2009) referente ao consumo de 0,3L/m².dia. Considerando a área de irrigação equivalente a 50% da área externa no térreo do empreendimento, tem-se um consumo diário de 101,4 Litros. Em termos de consumo per capita (162 habitantes), o resultado é de 0,6 L/dia.pessoa.

A atividade de lavagem de carros carece de dados sobre o uso de água em residências no Rio de Janeiro. Para determinar este consumo, utiliza-se pesquisa realizada por Cabral et al (2009) que apresenta uma média de 77,08 Litros utilizados por lavagem na cidade de Palmas – TO. Admitindo-se que 100% da capacidade de veículos estacionados no condomínio seja efetivamente lavada no empreendimento (32 veículos), e que esta lavagem seja realizada uma vez por semana, perfaz-se um consumo mensal de 19.737,6 Litros para esta atividade, resultando em dispêndio de 4,1 L/dia.pessoa.

Da mesma forma que a atividade de lavagem de carros carece de dados de consumo em edifícios residenciais, a lavagem de pisos em áreas comuns também não possui pesquisas relevantes sobre o tema. Para esta atividade, estima-se o uso de 2,5 Litros (meio balde de 5 Litros) por metro quadrado de área comum, sendo a área comum composta pelos 950 m² de subsolo, 694 m² de pilotis, 30 m² de guarita, 480 m² de área comum nos distribuídos nos oito pavimentos tipos e 338 m² de área externa (excluindo-se áreas de jardim), o que totaliza 2.448 m². O consumo total é de 6.120 Litros por lavagem. Admitindo-se que esta lavagem é realizada duas vezes por semana, o cálculo totaliza consumo diário per capita de 10,8 Litros.

Para serem alcançados os 200 Litros de consumo total diário per capita adotado inicialmente, considera-se o consumo de 45,6L/dia.pessoa para demais usos diversos. Os dados adotados neste perfil de consumo são resumidos na Tabela 3.11.

Tabela 3.11: Perfil de consumo diário per capita por aparelho/atividade

Item	Consumo L/dia.pessoa				
	Barreto (2008)	Cabral et al (2009)	Gonçalves (2009)	Diversos Autores	Consumo Adotado
Bacia Sanitaria	14,0	-	18-60	22-69	18,0
Chuveiro	35,3	-	30-189	31-62	50,0
Máquina de Lavar	27,7	-	-	-	16,2
Lavatório	10,8	-	-	-	10,8
Tanque	13,6	-	-	-	13,6
Pia de Cozinha	30,3	-	22,0	2,5-30	30,3
Irrigação de Jardins	-	-	0,6	-	0,6
Lavagem de Automóveis	-	4,1	-	-	4,1
Lavagem Piso A. Comuns	-	-	-	-	10,8
Usos Diversos	77,4	-	-	-	45,6
TOTAL					200,0

Fonte: Autor.

Considerando o número de 162 habitantes, cujo consumo mensal é dividido entre as 32 unidades residenciais, é elaborada a Tabela 3.12. Esta apresenta a equivalência do consumo per capita adotado em dados mensais de consumo por apartamento e do empreendimento como um todo.

Tabela 3.12: Perfil de consumo mensal por apartamento, por aparelho/atividade

Item	Consumo L/dia.pesso	Consumo L/dia.apartamento	Consumo L/dia.empreendimen
Bacia Sanitaria	18,0	91,1	2.916,0
Chuveiro	50,0	253,1	8.100,0
Máquina de Lavar	16,2	82,1	2.628,3
Lavatório	10,8	54,7	1.749,6
Tanque	13,6	68,9	2.203,2
Pia de Cozinha	30,3	153,4	4.908,6
Irrigação de Jardins	0,6	3,0	97,2
Lavagem de Automóveis	4,1	20,8	664,2
Lavagem Piso A. Comuns	10,8	54,7	1.749,6
Usos Diversos	45,6	230,7	7.383,3
TOTAL	200,0	1.012,5	32.400,0

Fonte: Autor.

3.6

Estimativa de geração de esgoto

O esgoto gerado é classificado em águas negras e águas cinzas. Para efeito deste estudo, as águas negras correspondem aos efluentes gerados pelas bacias sanitárias e pias de cozinha. Este último é considerado água negra em função da possível presença de óleos, gorduras e matéria orgânica (GONÇALVES, 2009. p. 274), o que dificulta seu aproveitamento como água cinza para reuso. Incluem-se também nesta classificação os efluentes gerados por ralos em áreas cobertas como garagens e áreas de uso comum. Já as águas cinzas referem-se aos efluentes advindos de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar, tanques e ralos de piso em áreas molhadas.

O volume diário de esgoto per capita correspondente as águas negras é de 108,8 L/dia.pessoa, resultado da soma dos itens a seguir:

- 18 L/dia.pessoa referentes ao uso de bacias sanitárias;
- 30,3 L/dia.pessoa referentes ao uso de pia de cozinha;
- 4,1 L/dia.pessoa referente à lavagem de automóveis;
- 10,8 L/dia.pessoa para uso em lavagem de pisos;
- 45,6 L/dia.pessoa referentes à usos diversos não caracterizados.

Considera-se que o consumo com irrigação de jardins não gera esgoto, por conta da evaporação e infiltração no solo. A geração mensal por apartamento resulta em 550,7 Litros, totalizando 17.621,7 Litros para o empreendimento (ver Tabela 3.13).

Tabela 3.13: Perfil de geração de águas negras, por aparelho/atividade

Item	Águas Negras L/dia.pessoa	Águas Negras L/dia.apartamento	Águas Negras L/mensal.empresendimento
Bacia Sanitaria	18,0	91,1	2.916,0
Pia de Cozinha	30,3	153,4	4.908,6
Lavagem de Automóveis	4,1	20,8	664,2
Lavagem Piso A. Comuns	10,8	54,7	1.749,6
Usos Diversos	45,6	230,7	7.383,3
TOTAL	108,8	550,7	17.621,7

Fonte: Autor.

Já o volume diário de esgoto proveniente de águas cinzas é de 90,6 L/dia.pessoa, resultado das somas dos seguintes usos:

- Chuveiros, igual à 50 L/dia.pessoa;
- Máquina de lavar roupas, igual à 16,2 L/dia.pessoa;
- Lavatórios, igual à 10,8 L/dia.pessoa;
- Tanques, tendo consumo de 13,6 L/dia.pessoa.

A geração mensal por apartamento resulta em 458,8 Litros, totalizando 14.681,1 Litros para o condomínio (ver Tabela 3.14).

Tabela 3.14: Perfil de geração de águas cinzas, por aparelho/atividade

Item	Águas Cinzas L/dia.pessoa	Águas Cinzas L/dia.apartamento	Águas Cinzas L/mensal.empresendimento
Chuveiro	50,0	253,1	8.100,0
Máquina de Lavar	16,2	82,1	2.628,3
Lavatório	10,8	54,7	1.749,6
Tanque	13,6	68,9	2.203,2
TOTAL	90,6	458,8	14.681,1

Fonte: Autor.

3.7

Caracterização das instalações hidrossanitárias

As instalações prediais hidrossanitárias são um item complexo dentro do projeto de uma edificação. Observa-se que não é intuito deste trabalho discorrer sobre aspectos técnicos relativos a estas instalações, e sendo assim, convencionam-se as seguintes premissas para este estudo:

- A edificação é abastecida pela rede pública de águas local, denominada Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE;
- A rede de água potável conta com reservatório inferior, reservatório superior, sistema de recalque, sistema de distribuição vertical e horizontal de água fria e quente, através de tubulação específica;
- A rede de esgotamento sanitário conta com sistema de coleta e distribuição por gravidade (ver Figura 3.7).

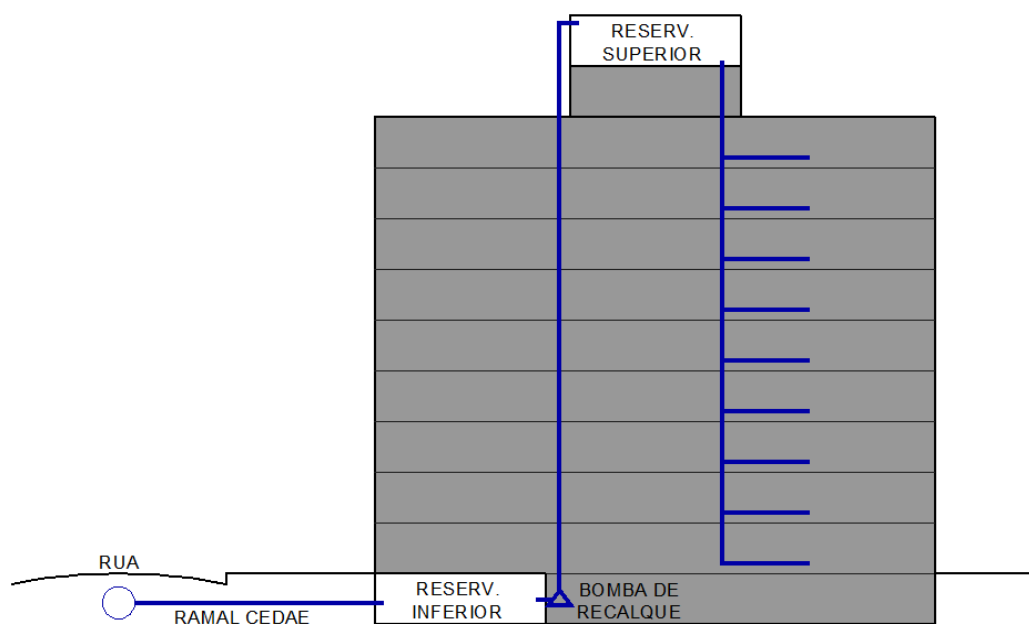


Figura 3.7: Esquema do sistema predial de abastecimento de água potável
Fonte: Autor

Os aparelhos sanitários são contabilizados em função da tipologia da unidade residencial e dos equipamentos de uso comum da edificação. Conforme visto na caracterização da edificação padrão R8-N, o empreendimento conta com 32 unidades, cada uma com um banheiro na suíte, banheiro social, banheiro na área de serviço, área de serviço e cozinha. Nas áreas de uso comum, o projeto conta com copa, dois banheiros para atender o pilotis, instalações sanitárias (não discriminadas) e depósito de lixo. A partir destas premissas, são adotados para o empreendimento os equipamentos hidrossanitários conforme Tabela 3.15.

Tabela 3.15: Lista de Equipamentos Hidrossanitários

Local	Aparelho Sanitário	Quantidade de Equipamentos
Banheiro Suíte	Vaso Sanitário de Caixa Acoplada	32
	Pia	32
	Chuveiro	32
Banheiro Social	Vaso Sanitário de Caixa Acoplada	32
	Pia	32
	Chuveiro	32
Banheiro Área Serviço	Vaso Sanitário de Caixa Acoplada	32
	Pia	32
	Chuveiro	32
Cozinha	Pia	32
	Filtro de Água	32
Área de Serviço	Tanque	32
	Maquina de Lavar Roupas	32
Copa	Pia	1
Banheiro Pilotis	Vaso Sanitário de Caixa Acoplada	2
	Pia	2
Instalações Sanitárias	Vaso Sanitário de Caixa Acoplada	1
	Pia	1
	Chuveiro	1
Depósito de Lixo	Torneira para Mangueira	1
Jardins	Torneira para Mangueira	5

Fonte: Autor.

4 Soluções sustentáveis analisadas

Para este estudo serão realizadas as análises financeiras de quatro sistemas prediais ditos sustentáveis, aplicáveis ao setor imobiliário do Rio de Janeiro:

- e. Geração de energia elétrica através de sistema solar fotovoltaico;
- f. Reciclagem e reuso de águas cinzas;
- g. Captação de água de chuvas;
- h. Medição individualizada de água.

Conforme visto no Capítulo de Delimitação do Trabalho, estas são apenas algumas soluções que fazem parte de estratégias de projeto que visam a melhoria de desempenho no consumo em edifícios, e sua escolha se dá em função da sua aplicabilidade técnica em edificações multifamiliares e pelo fato de se enquadrarem dentro de uma série de itens valorizados por consumidores em pesquisa realizada pelo Instituto Sensus (2014), abordada no Capítulo 2.

É importante ressaltar que este trabalho enfoca o aspecto financeiro das soluções adotadas, não sendo objetivo principal caracterizar tecnicamente as soluções. Observa-se também que os dados apresentados neste capítulo configuram previsões em função do cenário de consumo específico adotado para o empreendimento estudado, conforme Capítulo 3.

4.1 Energia solar fotovoltaica

A geração de energia solar fotovoltaica vem crescendo gradativamente no Brasil. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia do Brasil - MME, as instalações solares no Brasil produziam 15 megawatts no ano de 2014, subindo para 51,1 megawatts em meados de 2015. O número de centrais geradoras também subiu de 311 no ano de 2014 para 3.851 em meados de 2015 (MME, 2016). Estes dois dados representam respectivamente um aumento de 241% e 1.138% nesses indicadores, demonstrando maior acessibilidade à esta tecnologia. Acompanhando este crescimento, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR estima que em 2018 a energia solar represente de 2 a 3% na matriz energética nacional (ORDOÑEZ, 2017).

Os sistemas geradores podem ser classificados de duas formas: a) sistema denominado *on-grid*, quando o sistema é integrado à rede elétrica pública de fornecimento de energia, podendo consumir energia da distribuidora

local e injetando a energia excedente de volta para a mesma rede; b) sistema *off-grid*, que funciona de forma isolada, sem contato com a rede pública de energia.

Em abril de 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2012) publicou a Resolução Normativa nº 482/2012, regulamentando a micro e mini geração distribuída de energia elétrica no Brasil a partir de fontes renováveis. Em termos gerais, eram estabelecidas as condições para que unidades consumidoras de pequena capacidade pudessem gerar energia e ter acesso aos sistemas de distribuição de energia elétrica no país, criando-se um sistema de compensação de energia elétrica. Posteriormente, esta resolução foi revisada pela Resolução Normativa nº 687/2015 publicada no ano de 2015 (ANEEL, 2015), atualmente em vigor.

Esta norma enquadra como *microgeradoras* as centrais geradoras de energia elétrica com potência instalada menor ou igual à 75 quilowatts, e como *minigeradores* as unidades com capacidade superior à 75 quilowatts e inferior ou igual à 3 megawatts (excluindo o uso de fontes hídricas). Também ficou estabelecido o sistema de compensação de energia elétrica, pelo qual a energia ativa não utilizada pela unidade consumidora / geradora pode ser injetada na rede de distribuição local, sendo posteriormente compensada através do consumo de energia da distribuidora local. Este crédito de consumo pode ser utilizado em um prazo de até 60 (sessenta) meses. Outro aspecto relevante foi a inclusão da possibilidade de geração de energia por condomínios, denominados de empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras.

A distribuidora de energia local Light S.A. (2016), única empresa que atende a cidade do Rio de Janeiro, já contempla em sua prestação de serviços a possibilidade de microgeração de energia no sistema *on-grid*, o qual será adotado para este trabalho.

4.1.1 Descrição da solução

O sistema utilizado consiste em módulos solares fotovoltaicos associados, conectados à um inversor solar tipo *grid-tie* (nomenclatura em inglês para *conectado à rede*) que converte a corrente contínua gerada pelos módulos em corrente alternada. Esta por sua vez é direcionada para os quadros de luz da edificação, distribuindo a energia para os locais de uso. A energia gerada não utilizada durante o período de insolação solar é introduzida na rede pública de

distribuição, contando-se para tal com um medidor de luz bi-direcional, que faz a medição da energia ativa injetada na rede e a energia ativa consumida da rede (LIGHT, 2013).

Este estudo considera a utilização de painéis com células de silício policristalino, com potência máxima de 260 Watts e dimensões das placas de 1956 x 992 x 40 mm, totalizando área de 1,94 m² ¹⁵. É recomendado posicionar os módulos em local com boa insolação, evitando áreas de sombra e distribuídos de acordo com a orientação solar, de modo a receber diretamente os raios solares que serão captados. Opta-se assim por localizar os mesmos no telhado da edificação, adotando-se que a área disponível neste local, sem interferência de sobras e outras instalações, corresponde à 60% da área total de telhado, resultando numa área disponível de 252 m².

Conforme abordado no Capítulo 3.5, a carga de consumo de energia mensal para o empreendimento é de 16.719,61 kWh. De acordo com o pré dimensionamento realizado no simulador eletrônico de uma reconhecida entidade comercial de fornecedores de sistemas solares¹⁶, este consumo mensal geraria a necessidade montar um sistema com 163,3 quilowatts-pico (kWp) de potência instalada, enquadrando o condomínio como *minigerador*. Isto levaria a necessidade de instalar 628 módulos solares de 260 Watts de potência, sendo necessários aproximadamente 1.310 m² de área para as instalações. Esta área necessária não é compatível com a área de telhado livre de até 252 m². Portanto, faz-se necessário reduzir a capacidade do sistema em função da área disponível para a instalação dos painéis.

Desta forma, opta-se por um sistema com 30 kWp, que gera a necessidade de instalação de 115 módulos de 260 Watts cada. Conforme visto, são utilizados painéis com superfície de 1,94 m² cada, o que resulta numa área de 223,14 m², atendendo a área máxima disponível no telhado da edificação (ver Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Área necessária para o sistema Fotovoltáico

Potência do Sistema (kWp)	Potência do Módulo (W)	Quant. Módulos Necessários	Area Total Necessária (m ²)
30,00	260	115	223,14

Fonte: Autor.

¹⁵ Para módulo fotovoltaico, adota-se modelo GPP 260W, marca We Brazil Energy.

¹⁶ Dados fornecidos pelo site Portal Solar, disponível em <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em 11 mai. 2017.

O sistema conta também com um inversor solar de 20 kW associado a outro de 10 kW. Estes equipamentos realizam a conversão da corrente gerada pela energia solar (de corrente contínua para corrente alternada). Opta-se por injetar a energia gerada na unidade consumidora referente às áreas de uso comum do condomínio, gerando necessidade de adquirir apenas um medidor bidirecional. Isto simplifica o rateio do uso de energia pelos condôminos, evitando a necessidade de criar um consórcio específico entre os condôminos para o uso da energia solar. A economia gerada é assim dividida igualmente entre as 32 unidades residenciais.

A Figura 4.1 demonstra um esquema geral do sistema fotovoltaico aplicado no empreendimento.

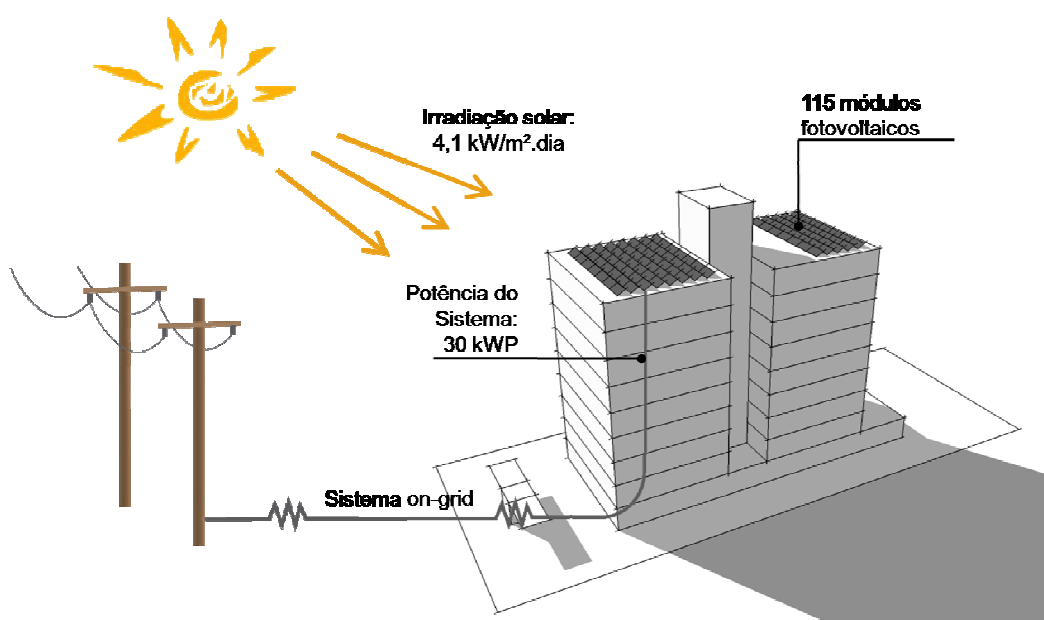


Figura 4.1: Esquema do Sistema Fotovoltaico
Fonte: Autor

O cálculo para determinar a potência gerada pelo sistema é realizado em função da irradiação solar média existente no local de instalação. Para fins de estimativa, não são considerados fatores como desvio azimutal, perdas de carga por temperatura e comprimento de cabos.

Os dados de irradiação solar no local são extraídos da base de dados do programa SunData 2.0, disponibilizado pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito – CRESESB (2016)¹⁷. Toma-se por base mais próxima a estação de monitoramento localizado no bairro do Jardim

¹⁷ Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

Botânico, distante em aproximadamente 12 quilômetros do local do empreendimento. De acordo com a base de dados disponível, a irradiação solar no plano horizontal, referente à média anual para o local é de 4,10 kWh/m².dia. Portanto, o sistema de 30 kWp produz aproximadamente 123 kWh diários, e 3.690 kWh mensais, a serem utilizados no abastecimento parcial de luminárias e equipamentos das áreas de uso comum (ver Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Energia gerada pelo sistema Fotovoltaico

Potência do Sistema (kWp)	Irradiação Solar no Local (kWh/m ² .dia)	kWh gerados.dia	kWh gerados.mês
30,00	4,10	123,00	3.690,00

Fonte: Autor.

4.1.2 Custos de implementação

A composição de custos é realizada através da definição dos itens que compõe o sistema, como o tipo de célula fotovoltaica, o tipo de associação dos painéis (em paralelo ou em série), o modelo de inversores e relógio de medição bidirecional. Por se tratarem de levantamentos específicos fora do objetivo deste trabalho, foi consultado junto à fornecedores atuantes no mercado o custo médio do sistema e seus itens principais. A solução com as configurações mencionadas resulta num investimento aproximado de R\$ 143.875,00, para valor consultado no mês de Abril de 2017. A composição dos valores é apresentada na Tabela 4.3. Observa-se que o valor referente aos custos da instaladora corresponde 25% do valor dos demais itens, e engloba custos com mão de obra, BDI (sigla em inglês para *Budget Difference Income*) da empresa instaladora, projetos e homologação junto à distribuidora local de energia.

Tabela 4.3: Custo total do sistema Fotovoltaico

Item	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Módulo Solar 260 W	unid.	115	R\$ 540,00	R\$ 62.100,00
Inversor Solar on-grid 20 kW	unid.	1	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00
Inversor Solar on-grid 10 kW	unid.	1	R\$ 17.000,00	R\$ 17.000,00
Medidor bi-direcional	unid.	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Mat. Instalação e Cabeamento	verba	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
Custos Instaladora	verba	1	R\$ 28.775,00	R\$ 28.775,00
			TOTAL	R\$ 143.875,00

Fonte: Autor.

4.1.3 Custos de operação

De acordo com dados de fornecedores, o tempo de vida útil dos painéis e demais equipamentos é de aproximadamente 20 anos. Admite-se neste trabalho que não há perda de eficiência durante este período.

De acordo com dados de fornecedores, o custo de manutenção periódica é próximo de zero. As possibilidades de quebra dos painéis são mínimas quando instalados longe de árvores e outros elementos que possam causar algum impacto nos mesmos, ao mesmo tempo em que resistem ao peso de uma pessoa que porventura possa transitar em cima dos módulos. É sugerido pelos fornecedores que os módulos sejam mantidos limpos, mas estes observam que a própria água de chuva faz a lavagem dos mesmos. Neste estudo, opta-se também por não contar com nenhum serviço específico de medição e controle do sistema. Sendo assim, os custos de operação são considerados nulos.

4.1.4 Economia resultante

A economia em reais é calculada em função da redução de consumo da energia vendida pela distribuidora local, descontando-se eventuais custos de operação e manutenção mensal. Conforme abordado no Capítulo anterior, define-se um custo zero para estes itens. De acordo com a distribuidora de energia Light S.A., a tarifa mensal cobrada no período de Abril de 2017 é de R\$ 0,84861 por kWh consumido, considerando a faixa de consumidores que utilizam acima de 450 kWh/mês. Este valor já inclui tributos, encargos, custos de transmissão e distribuição.

Tendo sido projetada uma geração mensal de 3.690 kWh para a parcial das áreas comuns, tem-se uma economia mensal de R\$ 3.131,37 para o condomínio. Dividindo-se este valor pela quantidade de 32 unidades residenciais, tem-se uma economia bruta por apartamento de R\$ 94,89 (ver Tabela 4.4).

Tabela 4.4: Economia mensal de energia gerada pelo sistema Fotovoltaico

Energia Gerada (KWh/mês)	Valor Tarifa (R\$/kWh)	Economia mensal no Condominio (R\$)	Economia mensal por Apartamento (R\$)
3.690,00	R\$ 0,84861	R\$ 3.131,37	R\$ 94,89

Fonte: Autor.

Para projetar a economia líquida gerada, deve-se calcular a economia mensal referente à redução de consumo diminuído do custo de manutenção mensal. Conforme adotado, considera-se zero o custo de manutenção deste sistema. Portanto, a economia líquida equivale à economia bruta, mantendo R\$ 94,89 mensais por apartamento (ver Tabela 4.5).

Tabela 4.5: Resultado Líquido mensal por Apartamento do sistema Fotovoltaico

Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado
R\$ 0,00	R\$ 94,89	R\$ 94,89

Fonte: Autor.

Conforme visto no Capítulo 4.1.1, a vida útil dos módulos solares é em média de 20 anos, ou seja, 240 meses. O prazo de amortização do investimento (denominado *Payback*) equivalente ao incremento no preço de compra será analisado no Capítulo 5.3.1, referente ao estudo de viabilidade financeira para o comprador.

4.2

Reuso de águas cinzas

O reuso de águas cinzas é considerada uma alternativa para redução do consumo de água potável em edificações, porém ainda não é perceptível a adoção de sistemas deste tipo em grande escala no Rio de Janeiro.

Por definição do Ministério do Meio Ambiente do Brasil, água cinza para reuso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas em residências, escritórios comerciais, escolas, etc (BRASIL et al, 2005, p.58).

Em termos de legislação, a reutilização de águas cinzas foi recentemente prevista em lei no Estado do Rio de Janeiro. De acordo com a Lei Estadual nº 7.463, publicada em 19 de outubro de 2016, todas as novas edificações

públicas ou privadas com área impermeável maior ou igual a 500 m² ou mais de 30 unidades devem possuir reservatórios de águas cinzas e águas pluviais, sendo que as águas cinzas devem ser obrigatoriamente recicladas e reutilizadas.

Embora previsto em lei, o reuso de águas cinzas ainda carece de normas técnicas específicas para sua implementação. A NBR 13969 (ABNT, 1997, p. 21), menciona sucintamente o reuso local de água de esgoto para fins não potáveis como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc. A seguir são apresentadas as classificações para a água tratada em função do seu uso, constantes na referida norma:

- a. Classe 1: Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes.
- b. Classe 2: lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.
- c. Classe 3: reuso nas descargas dos vasos sanitários.
- d. Classe 4: reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

4.2.1 Descrição da solução

Para este empreendimento, estipulam-se os usos de classe 1, 2 e 3, sendo o uso de classe 1 mais exigente em relação ao grau de tratamento, devido ao contato direto do usuário com a água. Desta forma, para o tratamento de classe 1, toma-se como base sistema discriminado por Valentina (2009) para edificação residencial com características similares ao empreendimento e à classe de uso e deste trabalho. O sistema constitui uma Estação de Tratamento de Águas Cinzas – ETAC, pré-fabricada, composta de:

- a. Tratamento anaeróbio (reator anaeróbio compartimentado);
- b. Tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso);
- c. Decantador;
- d. Tanque de equalização;
- e. Filtro terciário;

f. Clorador.

De acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997), não deve haver mistura entre as águas de reuso e o sistema da água potável, devendo a distribuição e a reservação ser totalmente independentes do mesmo.

É importante ressaltar que este trabalho possui foco no impacto financeiro da implantação deste sistema no empreendimento, portanto não são abordadas especificações técnicas como índices da qualidade das águas e faixas de remoção de poluentes.

Conforme mencionado anteriormente, são contemplados neste estudo os usos de lavagem de carros, lavagem de pisos, irrigações de jardins e descargas de vasos sanitários. Para estruturar o levantamento de custos, o projeto é dividido em três sistemas: sistema de coleta das águas cinzas, sistema de tratamento das águas e sistema de distribuição das águas recicladas. O esquema do sistema pode ser verificado na Figura 4.2. É relevante enfatizar que o dimensionamento é realizado com base em referencial teórico, e foca apenas nas instalações hidrossanitárias específicas para o reuso de águas cinzas, não mencionando itens que já estariam normalmente compondo o projeto hidrossanitário convencional, pois estes já se encontram englobados no custo unitário básico de construção convencional.

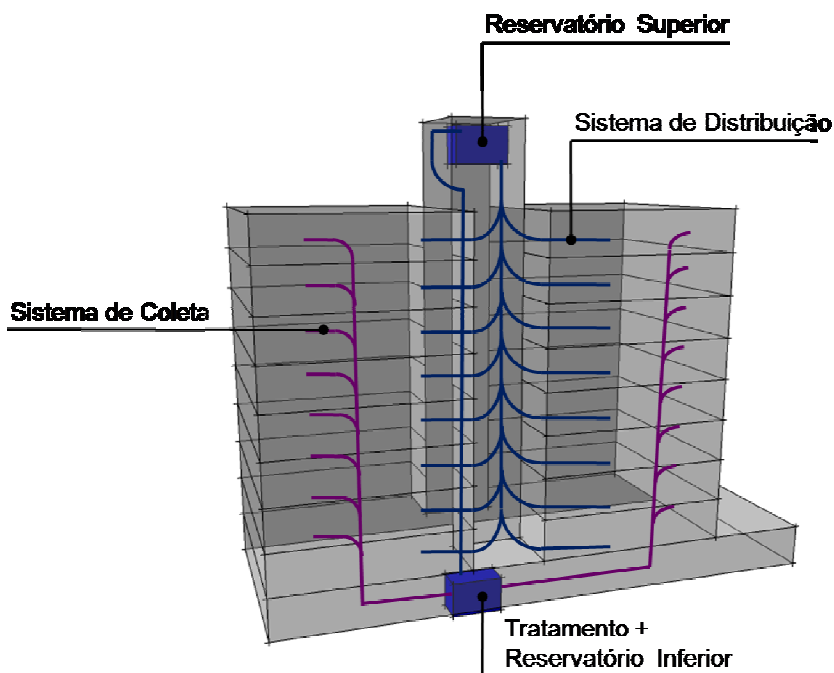


Figura 4.2: Esquema do Sistema de Reuso de Águas Cinzas
Fonte: Autor

4.2.1.1

Sistema de coleta

O sistema de coleta é composto por ramais de esgoto específicos para a captação de efluentes de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar e tanques. Definem-se os ramais em tubos e conexões de PVC soldável com diâmetro de 50 mm, que fazem a captação do ponto de esgotamento até o local dos tubos de queda específicos. Estes ramais e tubos de queda diferem das instalações de esgoto das bacias sanitárias, pias de cozinha e ralo de varanda, devido a necessidade de se evitar a mistura entre águas cinzas e águas negras. Portanto, o sistema de águas negras não faz parte deste dimensionamento, admitindo-se que seu custo já está incluído no CUB de construção.

Em função das unidades possuírem dois banheiros sociais, um banheiro de serviço e uma máquina de lavar, estima-se a necessidade de 10 metros lineares desde os pontos de esgotamento até os tubos de queda em cada apartamento. Sendo assim, 32 apartamentos resultam em 320 metros lineares de tubos. São previstos também caixas sifonadas de 50 mm para banheiros e área de serviço.

Em relação aos tubos de queda, adotam-se tubos e conexões de PVC soldável de 75 mm, distribuídos em duas colunas por apartamento (totalizando oito colunas na edificação). Considerando que a edificação possui 24 metros de altura entre o piso do oitavo pavimento e o teto do subsolo (onde se encontra a ETAC), acrescidos de 10 metros lineares por pavimento para os respectivos ramais horizontais, são necessários 272 metros lineares de tubo até a ETAC.

Para cada tubo de queda, é necessário um ramal de ventilação específico. Admite-se que os tubos e conexões para estes ramais de ventilação são de 75 mm. Considerando a altura de 24 metros lineares e a quantidade de oito colunas, tem-se o comprimento de 192 metros lineares para os ramais de ventilação.

4.2.1.2

Sistema de tratamento

Admite-se que em função da tipologia deste empreendimento ser similar à tipologia da edificação estudada por Valentina (2009), o sistema adotado será idêntico. Entende-se que o dimensionamento correto do sistema de tratamento se dá em função da classe de tratamento adotado (classe 1) e do volume da demanda por águas de reuso.

A demanda se dá pela soma dos seguintes usos:

- a. 18 L/dia.pessoa para uso em bacias sanitárias;
- b. 0,6 L/dia.pessoa para uso em irrigação de jardins;
- c. 4,1 L/dia.pessoa referente a lavagem de automóveis;
- d. 10,8 L/dia.pessoa para uso em lavagem de pisos.

Estas demandas totalizam uma demanda diária per capita de 33,5 Litros.

Já a geração esgoto tipificado como água cinza é quantificado no Capítulo 3.7, e totaliza 90,6 L/dia.pessoa. Verifica-se desta forma que a demanda total diária por água de reuso é inferior à geração total de águas cinzas. Opta-se assim por realizar a coleta apenas das águas vindas do chuveiro e do lavabo, que somam um volume diário per capita de 60,8 Litros, atendendo a demanda diária per capita de 33,5 Litros. O volume excedente é descartado através de um extravasor no sistema. Isto resulta na necessidade de tratar um volume diário de 5.427 Litros no empreendimento.

4.2.1.3

Sistema de distribuição

O sistema de distribuição específico para as águas cinzas é composto por um reservatório inferior, sistema de recalque, reservatório superior e tubulação de distribuição.

O conjunto composto pelo reservatório inferior e superior deve possuir volume suficiente para reter durante 24 horas a demanda diária pelas águas de reuso, que conforme visto no Capítulo 4.2.1.2 corresponde à 5.427 Litros. Define-se que cada reservatório possui capacidade correspondente à 50% do volume total necessário, sendo de 2.714 Litros cada.

O sistema de recalque conta com tubulação de diâmetro nominal igual a 32 mm e duas motobombas independentes para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades, conforme recomendação da NBR 5626 (ABNT, 1998). São adotadas duas motobombas¹⁸ de 3,00 cv cada (ver Apêndice B para definição de bomba e cálculo de potência).

A tubulação de distribuição das águas de reuso é separada da tubulação de água potável, porém são contabilizados somente os tubos de colunas e ramais principais adicionais para uso exclusivo de águas de reuso. Adota-se assim que os sub-ramais de água de reuso são substitutos dos sub-ramais que já se encontrariam contabilizados no projeto hidrossanitário convencional, e por

¹⁸ Bomba modelo BC-92 1B, marca Schneider, com potência de 3,00 cv.

não causarem incremento no custo de construção não são mencionados. Para os tubos de colunas, toma-se por base o uso de tubos com diâmetro de 60 mm, com comprimento referente à oito colunas de 24 metros cada (fundo do reservatório superior até o teto do pavimento térreo), totalizando 192 metros lineares. Para os ramais, adota-se o uso de tubos com diâmetro igual a 32 mm, sendo o comprimento composto por 320 metros lineares nos 32 apartamentos (10 metros lineares por apartamento) mais 40 metros lineares no pavimento térreo (para abastecimento de pontos de consumo na garagem, irrigação de jardins e bacias sanitárias no térreo), totalizando 360 metros lineares.

4.2.2 Custos de implementação

Para o cálculo das despesas de inclusão desta solução, consideram-se apenas os itens exclusivos à aplicação do sistema. Os valores são definidos em função de levantamentos de preço, parametrização de despesas e estimativas baseadas em atividades e itens similares. Os valores de mão de obra são definidos em função da base salarial estabelecida pela Convenção Coletiva de Trabalho do ano de 2017, divulgada pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro – SINDUSCON-RIO (2017). Complementarmente, estipula-se que o valor da hora do profissional deve ser duplicado para se estabelecer o custo para a empresa (em função de encargos sociais pagos pela empresa). Os dados referentes aos tempos de duração de cada serviço (horas/homem) indicados neste trabalho são baseados em levantamentos de campo diários de obras realizadas pelo autor, para serviços semelhantes. Assim, são considerados os seguintes incrementos ao custo de construção convencional:

- a. Custo de material e mão de obra para instalação de tubos e conexões de água e esgoto exclusivos para a coleta de águas cinzas e distribuição de águas tratadas, conforme Tabelas 4.6 e 4.7.

Tabela 4.6: Custo de material para sistema de coleta de águas cinzas

Material	Unidade	Valor	Quant.	Valor Subtotal (R\$)	Incremento Conexões e Outros: 40% (R\$)	Total (R\$)
Tubo Ramal Horizontal de 50mm	metro linear	R\$ 6,67	320	R\$ 2.133,33	R\$ 853,33	R\$ 2.986,67
Tubo Ramal Horizontal de 75mm	metro linear	R\$ 11,33	80	R\$ 906,67	R\$ 362,67	R\$ 1.269,33
Tubo de Queda 75mm	metro linear	R\$ 11,33	192	R\$ 2.176,00	R\$ 870,40	R\$ 3.046,40
Tubo Ramal de Ventilação 75mm	metro linear	R\$ 11,33	192	R\$ 2.176,00	R\$ 870,40	R\$ 3.046,40
TOTAL						R\$ 10.348,80

Fonte: Autor.

Tabela 4.7: Custo de mão de obra para sistema de coleta de águas cinzas

Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Hora/metro linear instalado	Metro Linear	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Ramal Horizontal de 50mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	320	64	R\$ 1.141,76
	1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	320	64	R\$ 869,12
	Servente	6,46	12,92	0,2	320	64	R\$ 826,88
Ramal Horizontal 75mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	80	16	R\$ 285,44
	1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	80	16	R\$ 217,28
	Servente	6,46	12,92	0,2	80	16	R\$ 206,72
Tubo de Queda 75mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	192	38,4	R\$ 685,06
	1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	192	38,4	R\$ 521,47
	Servente	6,46	12,92	0,2	192	38,4	R\$ 496,13
Ramal de Ventilação 75mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	192	38,4	R\$ 685,06
	1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	192	38,4	R\$ 521,47
	Servente	6,46	12,92	0,2	192	38,4	R\$ 496,13
TOTAL						R\$ 6.952,51	

Fonte: Autor.

- b. Custo de material e mão de obra para instalação de tubos e conexões de água e esgoto exclusivos para distribuição de águas tratadas e do respectivo sistema de recalque, conforme Tabelas 4.8 e 4.9.

Tabela 4.8: Custo de material para sistema de distribuição e recalque de águas cinzas

Material	Unidade	Valor	Quant.	Valor Subtotal (R\$)	Incremento Conexões e Outros: 40% (R\$)	Total (R\$)
Tubo Ramal Horizontal de 32mm	metro linear	R\$ 7,67	360	R\$ 2.760,00	R\$ 1.104,00	R\$ 3.864,00
Tubo de Coluna 60mm	metro linear	R\$ 20,33	192	R\$ 3.904,00	R\$ 1.561,60	R\$ 5.465,60
Bomba de Recalque	unidade	R\$ 900,00	2	R\$ 1.800,00	R\$ 720,00	R\$ 2.520,00
TOTAL						R\$ 11.849,60

Fonte: Autor.

Tabela 4.9: Custo de mão de obra para sistema de distribuição e recalque de águas cinzas

Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Hora/metro linear instalado	Metro Linear	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Ramal Horizontal de 32mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	360	72	R\$ 1.284,48
	1/2 Oficial de						
	Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	360	72	R\$ 977,76
	Servente	6,46	12,92	0,2	360	72	R\$ 930,24
Tubo de Coluna 60mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	192	38,4	R\$ 685,06
	1/2 Oficial de						
	Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	192	38,4	R\$ 521,47
	Servente	6,46	12,92	0,2	192	38,4	R\$ 496,13
Bombas de Recalque	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	-	-	20	R\$ 356,80
	1/2 Oficial de						
	Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	-	-	20	R\$ 271,60
	Eletricista	8,92	17,84	-	-	20	R\$ 356,80
						TOTAL	R\$ 5.880,34

Fonte: Autor.

- c. Custo de aquisição e mão de obra de instalação dos reservatórios inferior e superior. Opta-se pela instalação de duas caixas d'água de polietileno com capacidade de 3.000 Litros cada, no valor de R\$ 2.600,00, somado à incremento de 10% referente à conexões hidráulicas. O custo de instalação corresponde ao custo hora/homem bruto, conforme Tabelas 4.10 e 4.11.

Tabela 4.10: Custo de aquisição de reservatórios de águas cinzas

Material	Unidade	Valor	Quant.	Total (R\$)
Cx. d'água 1.300L Polietileno	unidade	R\$ 1.300,00	2	R\$ 2.600,00
Conexões Hidráulicas	verba	R\$ 130,00	2	R\$ 260,00
TOTAL				R\$ 2.860,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.11: Custo de mão de obra para instalação de reservatórios de águas cinzas

Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Reservatorio Inferior e Superior	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	8	R\$ 142,72
	1/2 Oficial de				
	Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	8	R\$ 108,64
	Servente	6,46	12,92	8	R\$ 103,36
TOTAL					R\$ 354,72

Fonte: Autor.

- d. Custo de aquisição da ETAC pré-fabricada: De acordo com dado de fornecedor local, o custo de aquisição de ETAC similar à estudada é de aproximadamente R\$ 50.000,00, valor que será adotado neste estudo.

A soma de todos os valores corresponde a um total de R\$ 88.245,97 para implantação deste sistema (ver Tabela 4.12).

Tabela 4.12: Custo total do sistema de Reuso de Águas Cinzas

Item	Valor
M.D.O. Coleta	R\$ 6.952,51
M.D.O. Distribuição	R\$ 5.880,34
M.D.O Reservatórios	R\$ 354,72
Material Coleta	R\$ 10.348,80
Material Distribuição	R\$ 11.849,60
Material Reservatório Superior	R\$ 2.860,00
ETAC Pré-fabricada	R\$ 50.000,00
TOTAL	R\$ 88.245,97

Fonte: Autor.

4.2.3 Custos de operação

Para estimativa dos custos de manutenção, considera-se a discriminação de operação do sistema exposto por Valentina (2009) e custos estimados por Cordeiro (2009, p. 119):

- Consumo de energia do sistema de recalque, composto pela operação de uma bomba principal e uma bomba reserva. A bomba principal em questão possui motor de 3,00 cv, cujo consumo é de aproximadamente 2.207 Watts/h (ver Apêndice B). Assumindo que o seu funcionamento ocorre durante uma hora diária, tem-se um consumo mensal de 66,21 kW/mês. De acordo com a distribuidora de energia Light S.A., a tarifa mensal cobrada pela energia no período de Abril de 2017 é de R\$ 0,84861 por kWh consumido, incluindo tributos. Sendo assim, o custo mensal com energia é de R\$ 56,19.
- Considera-se o custo de operador terceirizado para manutenção geral, que de acordo com Cordeiro (2009) pode ser realizado através de visita trimestral ao custo de R\$ 323,79¹⁹ por evento. Isto resulta num custo mensal de R\$ 107,93.
- Custo de hora/homem, relativo a funcionário próprio do condomínio para realização de serviços rotineiros de observação do equipamento, limpeza semanal do filtro terciário, desligamento da chave da bomba

¹⁹ De acordo com Cordeiro (2009), o valor aproximado para a visita de operador era de R\$ 200,00, no ano de 2009, data da pesquisa. Este valor corrigido pelo índice IGP-M, desde o mês base de janeiro/2009 ao mês base de abril/2017 resulta num valor de R\$ 323,79.

em caso de funcionamento atípico, etc, resultando em incremento mensal de R\$ 129,59²⁰ (Cordeiro, 2009).

- d. Outros custos, como compra de pastilhas de cloro (VALENTINA, 2009), substituição de peças e demais custos, no valor mensal de R\$ 50,00.

A soma destes valores perfaz um custo de operação mensal de R\$ 343,71, conforme Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Custo Total do Sistema de Reuso de Águas Cinzas

Tipo de Custo	Valor mensal (R\$)
Consumo Energia Elétrica	R\$ 56,19
Operador Terceirizado	R\$ 107,93
Funcionario Proprio	R\$ 129,59
Outros Custos	R\$ 50,00
TOTAL	R\$ 343,71

Fonte: Autor.

Para determinar a despesa de operação por apartamento, divide-se o custo mensal total pelo número 32 unidades, resultando num valor de R\$ 10,74 por apartamento.

4.2.4 Economia resultante

A economia em reais é calculada em função do valor economizado referente à conservação no consumo de água potável, diminuído do custo de operação mensal. Conforme abordado no Capítulo 4.2.1.2, a estimativa do consumo de água fornecida pela concessionária é diminuída em 33,5 L/dia.pessoa, ou 162.810 Litros por mês para o empreendimento, volume este suprido pelo reuso das águas cinzas.

O valor de tarifa do consumo de água é fornecido pela CEDAE, que é a companhia distribuidora local. O modelo de cobrança consiste no estabelecimento de faixas tarifárias para determinados volumes de consumo. A avaliação em condomínios residenciais multifamiliares é feita pela medição do consumo geral do condomínio pelo hidrômetro único e sua divisão pelo número de unidades consumidoras, incluindo a área comum, medindo desta forma o consumo médio por unidade. Em função deste consumo médio por unidade, a

²⁰ De acordo com Cordeiro (2009), o valor aproximado para o custo de funcionário próprio era de R\$ 80,00, no ano de 2009, data da pesquisa. Este valor corrigido pelo índice IGP-M, desde o mês base de janeiro/2009 ao mês base de abril/2017 resulta num valor de R\$ 129,59.

concessionária estabelece em que faixa o condomínio deve ser tarifado. Desta forma, verifica-se que o valor cobrado para a faixa tarifária na qual o empreendimento se enquadra é de R\$ 3,545819²¹ por metro cúbico fornecido.

Tendo o edifício 32 unidades de apartamento mais uma unidade referente a área comum, esta economia equivalente à 162.810 Litros é dividida em 33 unidades, resultando em 4.933,6 Litros economizados por unidade. Como o consumo da unidade referente à área comum é dividido entre os 32 apartamentos, a economia é corrigida para 5.087,8 Litros mensais por apartamento. Portanto, considerando a diminuição no consumo equivalente à 5 metros cúbicos por apartamento, a economia mensal na tarifa por apartamento é de R\$ 17,73.

Conforme visto no Capítulo 4.2.3, o custo de operação mensal por apartamento é de R\$ 10,74. Diminuindo este custo de operação à economia gerada, tem-se uma economia líquida mensal por apartamento de R\$ 6,99 (ver Tabela 4.14).

Tabela 4.14: Resultado Líquido mensal por Apartamento do Sistema de Reuso de Águas Cinzas

Custo Operacional	Economia de Consumo	Economia Líquida
R\$ 10,74	R\$ 17,73	R\$ 6,99

Fonte: Autor.

Estipula-se que a vida útil do sistema equivale à vida útil da edificação, em função da tecnologia constituir elementos simples e materiais duráveis na composição de tubulações e reservatórios, e por ter o custo de renovação do conjunto de bombas e peças incluído no valor de manutenção (vide item denominado “outros custos”). Assim, adota-se uma vida útil de 60 anos para o sistema. O prazo de *payback* do investimento nesta solução será analisado no Capítulo 5.3.2, referente ao estudo de viabilidade financeira para o comprador.

4.3 Captação de água de chuvas

De forma a priorizar o uso de água potável para demandas específicas, algumas cidades e estados do Brasil têm recentemente criado leis que

²¹ Dado fornecido pelo documento Estrutura Tarifária 2016 da CEDAE, referente à Tarifa B (bairro de Jacarepaguá), para consumo de 0 à 15 m³ mensais por unidade habitacional, da data base de Agosto de 2016, vigente no mês de Abril de 2017, data base deste estudo.

incentivam ou determinam a reservação das águas pluviais em edificações. O estado e município do Rio de Janeiro, através da Lei Estadual nº 7.463, publicada em 19 de outubro de 2016, e do Decreto Municipal nº 23.940 de 30 de janeiro de 2004, determinam que todas as novas edificações públicas ou privadas com área impermeável maior ou igual a 500 m² ou mais de 30 unidades deverão possuir reservatórios de águas pluviais, para retardo e posterior uso em finalidades não potáveis da operação do empreendimento, como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários.

4.3.1

Descrição da solução

Em relação à este estudo, o projeto de captação de águas de chuva segue as recomendações fornecidas pela norma NBR 15527 (ABNT, 2007). Define-se assim que o sistema de reuso de água de chuva possui área de captação no telhado do último pavimento, onde não há circulação de veículos, pessoas ou animais, e conta com dispositivos para remoção de detritos, como folhas e outros elementos. A água é conduzida através de calhas e condutores horizontais e verticais, até um reservatório de retardo próprio localizado no subsolo, passando antes por um compartimento de decantação para o tratamento físico da água da primeira chuva (referente à limpeza da área de captação). Um sistema de bomba de recalque conduz a água para o reservatório superior de acumulação, localizado no pavimento técnico, para posteriormente ser distribuído através de colunas específicas dentro da edificação. A água captada destina-se a usos de Classe 1 e 2, da NBR 13969, não havendo necessidade de tratamento químico, conforme dados obtidos por May (2004) referentes à análise da qualidade da água de chuva captada. Opta-se por destinar a água de captação para os usos de irrigação de jardim e lavagem de automóveis. A Figura 4.3 apresenta um esquema geral do sistema utilizado.

Para levantamento de custos, o projeto é dividido em quatro sistemas: sistema de coleta de água de chuva, sistema de retardo, sistema de acumulação e sistema de distribuição das águas para uso não potável na edificação.

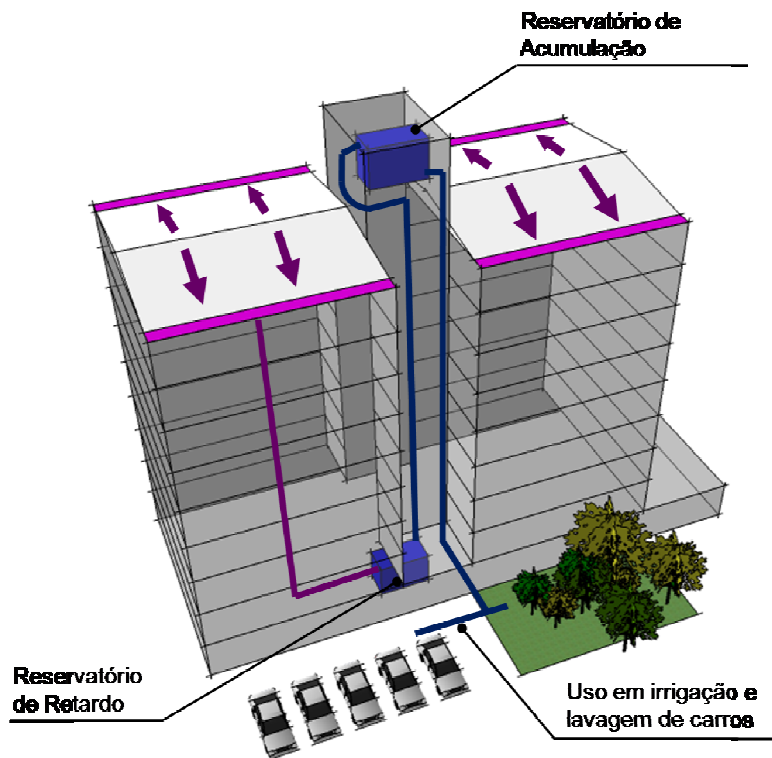


Figura 4.3: Esquema do Sistema de Captação de Água de Chuvas
Fonte: Autor

4.3.1.1

Sistema de coleta de água de chuvas

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), o sistema de coleta de água de chuvas é composto por conjunto de calhas e tubulação específica para águas pluviais, que conduzem a água captada para um dispositivo de remoção de detritos e em seguida ao reservatório de retardo.

Considera-se que os sistemas de calhas e tubulações não são elementos adicionais em comparação a um projeto convencional de águas pluviais, e portanto já se encontram previstos no custo de construção da edificação. Sendo assim, não é necessário realizar o dimensionamento destes, devido a não gerarem impacto no estudo de viabilidade do sistema.

Já o sistema de remoção de detritos é composto por filtros separadores de sólidos, que realizam a retenção de folhas, galhos e demais elementos que possam se encontrar nas áreas de contribuição do telhado. Pelo fato destes elementos serem um incremento em relação a um projeto dito convencional, é

necessário considerar seu dimensionamento para fins de estudo de custos. Define-se neste projeto o uso de três filtros modelo VF1 AcquaSave²².

4.3.1.2

Sistema de retardo

De acordo com o Decreto nº 23.940 de 30 de janeiro de 2004, do município do Rio de Janeiro, a capacidade do reservatório de retardo deve ser calculada pela seguinte fórmula:

$$V = K \times A_i \times h$$

Onde:

V = volume do reservatório em metros cúbicos;

K = coeficiente de abatimento, correspondente à 0,15;

A_i = área do telhado em metros quadrados;

h = altura de chuva (metro), correspondente a 0,07 m na Área de Planejamento 5.

Sendo a área de telhado correspondente a 420 m², o volume do reservatório de retardo deve ser igual à 4.410 Litros, de acordo com a seguinte equação:

$$V = 0,15 \times 420 \times 0,07$$

$$V = 4,41 \text{ m}^3$$

A NBR 15527 (ABNT, 2007) define que deve ser dispensada a água da primeira chuva, como forma de limpar a área de captação, e aponta que caso não seja apresentado um projeto para definir este volume, deve-se adotar o descarte dos 2 mm iniciais. Este procedimento evita a necessidade de realizar tratamento químico da água, pois reduz significativamente a quantidade de matéria orgânica na água. Considera-se que este procedimento é efetuado através de um reservatório de descarte localizado antes do reservatório de retardo, conforme sistema mencionado por Dacach (1990, apud MAY, 2004). Este pode ser observado na Figura 4.4.

A fim de equalizar o volume em função dos reservatórios pré-fabricados disponíveis no mercado, adota-se o uso de um reservatório de 500 Litros e um

²² De acordo com o fabricante AquaSave, o modelo FV1 AcquaSave tem seu uso recomendado para áreas de captação com até 200m². Sendo a área de captação do projeto estipulada em 420m², são necessários três filtros.

de 5.000 Litros, perfazendo 5.500 Litros de retardo. Opta-se por localizar estes reservatórios no subsolo da edificação, evitando a perda de área de venda de unidades nos demais pavimentos.

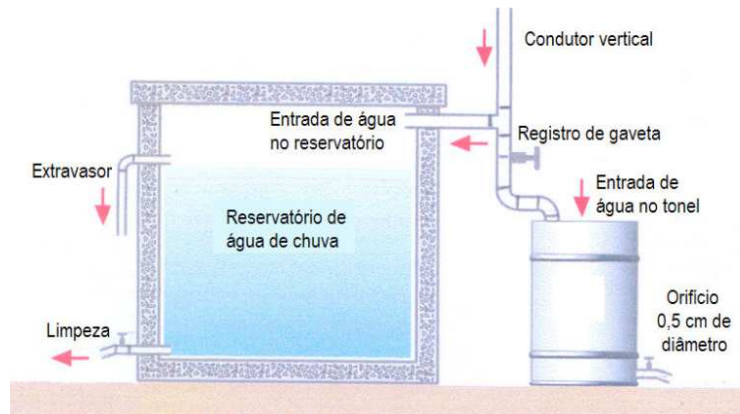


Figura 4.4: Esquema de reservatório de descarte anterior ao reservatório de retardo
Fonte: DACACH, 1990, apud MAY, 2004

4.3.1.3 Sistema de acumulação

Conforme a Lei Estadual nº 7.463, publicada em 19 de outubro de 2016, o volume do reservatório de acumulação é calculado através da fórmula a seguir:

$$V = K \times A_i \times h$$

Onde:

V = volume do reservatório em metros cúbicos;

K = coeficiente de abatimento, correspondente à 0,10;

A_i = área do telhado em metros quadrados;

h = altura de chuva (metro), correspondente a média pluviométrica dos últimos 5 anos.

Através de dados obtidos pelo sistema Alerta Rio (2017), a média pluviométrica dos últimos cinco anos das estações de Jacarepaguá/Tanque e Jacarepaguá/Cidade de Deus é de 80 mm, conforme Gráficos 4.1 e 4.2.

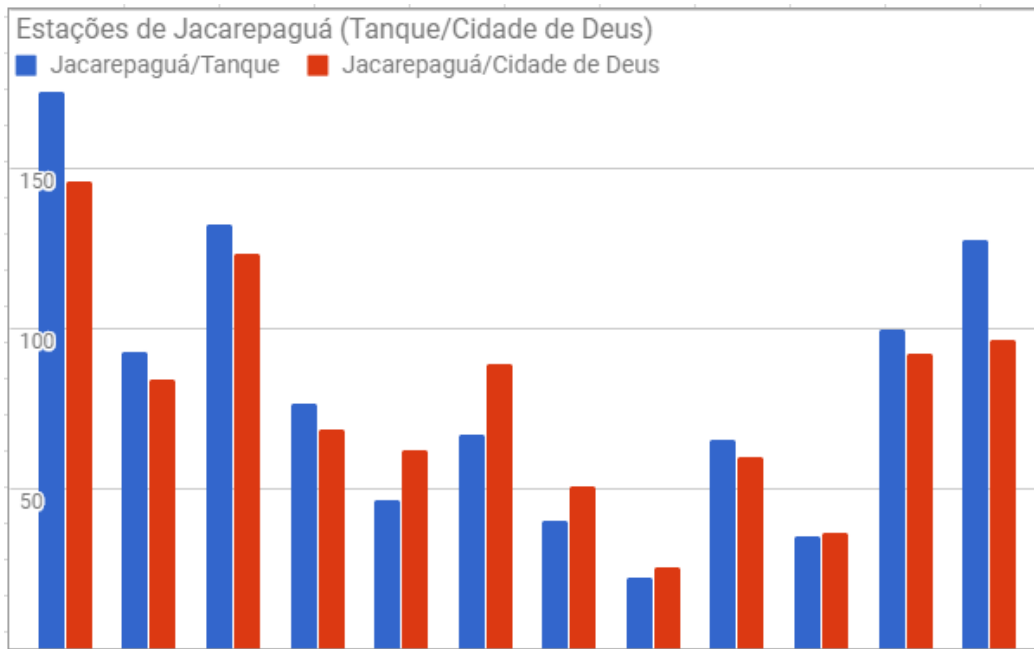


Gráfico 4.1: Comparativo entre as médias mensais de chuva dos últimos cinco anos para as estações de Tanque e Cidade de Deus
 Fonte: Adaptado pelo autor do sistema Alerta Rio, 2017

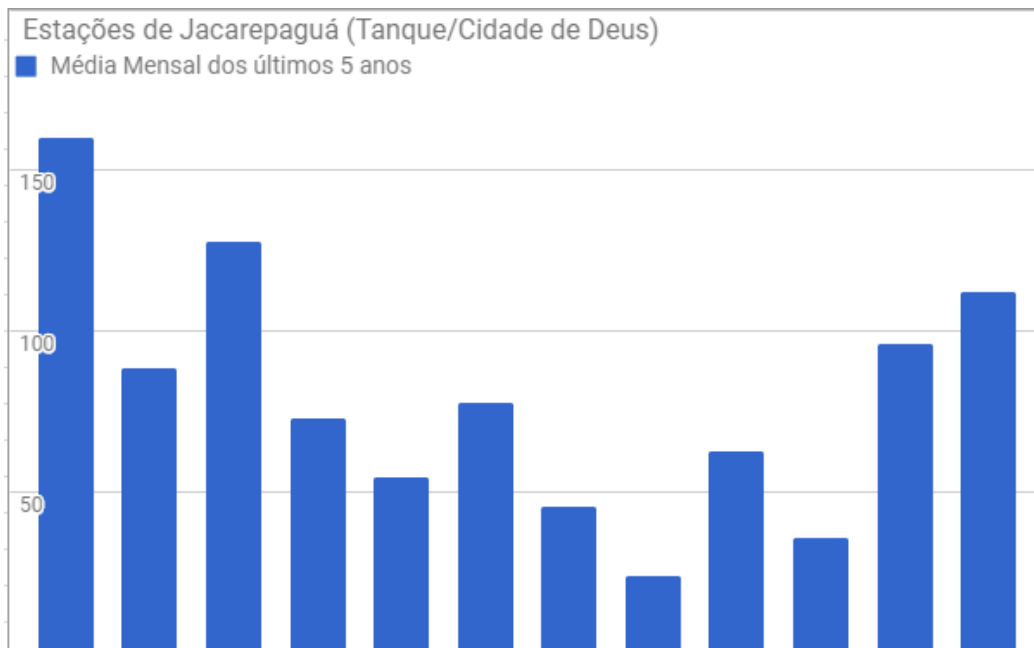


Gráfico 4.2: Média mensal de chuva conjunta nas estações de Tanque e Cidade de Deus para os últimos cinco anos
 Fonte: Adaptado pelo autor do sistema Alerta Rio, 2017

Em função destas informações, tem-se a seguinte equação:

$$V = 0,10 \times 420\text{m}^2 \times 80\text{mm}$$

$$V = 3.360 \text{ Litros}$$

Desta forma, o volume do reservatório de acumulação deve ser minimamente de 3.360 Litros. Isto perfaz um volume total de reserva e acúmulo de 7.770 Litros.

No entanto, a fim de equalizar o volume em função dos reservatórios pré-fabricados disponíveis no mercado, adota-se o uso de reservatório de 5.000 Litros. Dimensiona-se assim o sistema total de captação de águas de chuva para um volume de 10.500 Litros.

4.3.1.4

Sistema de recalque

Conforme abordado anteriormente no Capítulo 4.2.1.3, para o bombeamento de água em instalações elevatórias, a NBR 5626 (ABNT, 1998) recomenda que devam ser instaladas no mínimo duas motobombas independentes para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades.

Assim, o sistema de recalque é composto por duas bombas de recalque (sendo uma de reserva) e tubulação específica para encaminhamento das águas do reservatório de retardo até o reservatório superior de acumulação localizado no pavimento. Estipulam-se bombas com 3,00 cv (ver Apêndice C) para realizar o recalque e um ramal vertical de PVC soldável com diâmetro de 25 mm para tubos e conexões, tendo comprimento total de 36 metros deste o pavimento subsolo até o teto do reservatório superior.

4.3.1.5

Sistema de distribuição

O sistema de distribuição é composto por colunas de distribuição e ramais horizontais que encaminham a água à pontos localizados no térreo, para o uso na irrigação de jardins. O excedente não utilizado é conduzido para complementar a demanda de lavagem de automóveis, também no pavimento térreo.

Adotam-se colunas e ramais horizontais tubulações em PVC soldável com diâmetro de 32 mm em toda sua extensão. Sendo consideradas quatro colunas verticais com 30 metros cada (referente à altura do fundo do reservatório ao piso do pavimento térreo), tem-se um total de 120 metros lineares de tubo.

4.3.2 Custos de implementação

Assim como no sistema de reuso de águas cinzas, os custos de implementação são definidos em função de levantamentos de preço, parametrização de custos e estimativas baseadas em atividades similares. Os valores de mão de obra são definidos em função da base salarial estabelecida pela Convenção Coletiva de Trabalho do ano de 2017, divulgada pelo SINDUSCON-RIO (2017). Complementarmente, define-se que o valor da hora do profissional deve ser duplicado para se estabelecer o custo para a empresa (em função de encargos sociais pagos pela empresa). Os dados referentes às ao tempo de duração de serviços indicados neste trabalho tem por base levantamentos de campo diários realizados pelo autor em obras, para serviços semelhantes.

Conforme visto no Capítulo 4.3.1.1., adota-se o uso de três filtros modelo VF1 Aqualimp, cujo custo levantado junto à fornecedor regional é de R\$ 1.300,00 cada. Isto resulta em R\$ 3.900,00 para o conjunto de filtros. Adiciona-se um incremento de 40% sobre o custo dos filtros referentes à conexões e material de instalação. Estes custos são considerados como os únicos incrementos no sistema de coleta, pelo fato das tubulações e conexões já estarem incluídos no custo de construção convencional, e resultam num valor de R\$ 5.460,00 (ver Tabela 4.15).

Tabela 4.15: Custo de material para sistema de coleta de água de chuvas

Sistema	Material	Unidade	Valor	Quant.	Valor Subtotal (R\$)	Incremento Conexões e Outros: 40% (R\$)	Total (R\$)
Coleta	Filtro Separador	unidade	R\$ 1.300,00	3	R\$ 3.900,00	R\$ 1.560,00	R\$ 5.460,00
TOTAL							R\$ 5.460,00

Fonte: Autor.

O custo de mão de obra é de R\$ 443,40, referente ao serviço de profissionais específicos para a instalação (ver Tabela 4.16).

Tabela 4.16: Custo de mão de obra para sistema de coleta de água de chuvas

Sistema	Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Coleta	Instalação de filtros	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	10	R\$ 178,40
		1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	10	R\$ 135,80
		Servente	6,46	12,92	10	R\$ 129,20
		TOTAL				

Fonte: Autor.

Quanto aos reservatórios de retardo e acumulação, admite-se que todos são constituídos por caixas d'água de polietileno com capacidade para 5.000 Litros, ao custo de R\$ 1.600,00 cada. Acrescentam-se custo de 10% sobre o valor dos reservatórios em referencia à conexões hidráulicas e material de instalação (ver Tabela 4.17), totalizando um custo de material de R\$ 3.740,00.

Tabela 4.17: Custo de material para sistema de reservatório de água de chuvas

Sistema	Material	Unidade	Valor	Quant.	Total (R\$)
Reservatório Inferior Retardo (Descarte)	Cx. d'água 500L Polietileno	unidade	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
	Conexões Hidráulicas	verba	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00
Reservatório Inferior Retardo	Cx. d'água 5.000L Polietileno	unidade	R\$ 1.600,00	1	R\$ 1.600,00
	Conexões Hidráulicas	verba	R\$ 160,00	1	R\$ 160,00
Reservatório Superior Acumulação	Cx. d'água 5.000L Polietileno	unidade	R\$ 1.600,00	1	R\$ 1.600,00
	Conexões Hidráulicas	verba	R\$ 160,00	1	R\$ 160,00
TOTAL					R\$ 3.740,00

Fonte: Autor.

O custo de mão de obra é calculado em R\$ 354,72 (ver Tabela 4.18).

Tabela 4.18: Custo de mão de obra para sistema de reservatório de água de chuvas

Sistema	Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Distribuição: Reservatórios	Reservatorio Inferior e Superior	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	8	R\$ 142,72
		1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	8	R\$ 108,64
		Servente	6,46	12,92	8	R\$ 103,36
TOTAL						R\$ 354,72

Fonte: Autor.

O sistema de recalque é estimado em R\$ 2.654,40, em função da aquisição de duas bombas de 3,00 cv cada (uma principal e uma de reserva), mais custos com tubulação e conexões (ver Tabela 4.19).

Tabela 4.19: Custo de material para sistema de recalque de água de chuvas

Sistema	Material	Unidade	Valor	Quant.	Valor Subtotal (R\$)	Incremento Conexões e Outros: 40% (R\$)	Total (R\$)
Sistema de Recalque	Tubo de recalque 25mm	metro linear	R\$ 2,67	36	R\$ 96,00	R\$ 38,40	R\$ 134,40
	Bomba de Recalque	unidade	R\$ 900,00	2	R\$ 1.800,00	R\$ 720,00	R\$ 2.520,00
TOTAL							R\$ 2.654,40

Fonte: Autor.

O custo de mão de obra resulta em R\$ 1.304,45 (ver Tabela 4.20).

Tabela 4.20: Custo de mão de obra para sistema de recalque de água de chuvas

Sistema	Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Hora/metro linear instalado	Metro Linear	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Recalque	Tubo de 25mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	36	7,2	R\$ 128,45
		1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	36	7,2	R\$ 97,78
		Servente	6,46	12,92	0,2	36	7,2	R\$ 93,02
	Bombas de Recalque	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	-	-	20	R\$ 356,80
		1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	-	-	20	R\$ 271,60
		Eletricista	8,92	17,84	-	-	20	R\$ 356,80
TOTAL								R\$ 1.304,45

Fonte: Autor.

O sistema de distribuição é composto pela tubulação e respectivas conexões, tendo um custo de R\$ 1.288,00 referentes à material (ver Tabela 4.21).

Tabela 4.21: Custo de material para sistema de distribuição de água de chuvas

Sistema	Material	Unidade	Valor	Quant.	Valor Subtotal (R\$)	Incremento Conexões e Outros: 40% (R\$)	Total (R\$)
Distribuição	Tubo de 32mm	metro linear	R\$ 7,67	120	R\$ 920,00	R\$ 368,00	R\$ 1.288,00
TOTAL							R\$ 1.288,00

Fonte: Autor.

Com relação a custos de mão de obra, tem-se o valor de R\$ 1.064,16 em função dos profissionais utilizados na instalação (ver Tabela 4.22).

Tabela 4.22: Custo de mão de obra para sistema de distribuição de água de chuvas

Sistema	Item	Profissional	Valor R\$/h (Convenção Coletiva 2017)	Custo para a Empresa R\$/h	Hora/metro linear instalado	Metro Linear	Duração do Serviço (h)	Valor Total (R\$)
Distribuição	Tubo de 32mm	Bombeiro Hidráulico	8,92	17,84	0,2	120	24	R\$ 428,16
		1/2 Oficial de Bombeiro Hidráulico	6,79	13,58	0,2	120	24	R\$ 325,92
		Servente	6,46	12,92	0,2	120	24	R\$ 310,08
		TOTAL						

Fonte: Autor.

A soma de todos os custos de material e mão de obra resulta no valor de R\$ 16.309,13, conforme Tabela 4.23.

Tabela 4.23: Custo total do sistema de Captação de Água de Chuva

Item	Valor
M.D.O. Coleta	R\$ 443,40
M.D.O. Distribuição	R\$ 1.064,16
M.D.O Reservatórios	R\$ 354,72
M.D.O. Recalque	R\$ 1.304,45
Material Coleta	R\$ 5.460,00
Material Distribuição	R\$ 1.288,00
Material Reservatórios	R\$ 3.740,00
Material Recalque	R\$ 2.654,40
TOTAL	R\$ 16.309,13

Fonte: Autor.

4.3.3 Custos de operação

Os custos de operação do sistema referem-se ao custo do consumo de energia creditado ao funcionamento da bomba de recalque e à manutenção periódica do sistema. Estipula-se que o sistema possui vida útil de 60 anos, dado sua composição por itens como reservatórios de polietileno e demais materiais plásticos hidrossanitários embutidos na edificação.

A bomba em questão possui motor de 3,00 cv, com potência aproximada de 2.207 Watts (ver Apêndice C). Assumindo que o seu funcionamento ocorre durante meia hora em duas vezes na semana (oito eventos ao mês), tem-se um consumo mensal de 8,83 kW/mês. De acordo com a distribuidora de energia Light S.A., a tarifa mensal cobrada pela energia no período de Abril de 2017 é de R\$ 0,84861 por kWh consumido, incluindo tributos. Sendo assim, o custo mensal com energia é de R\$ 7,49.

Considera-se também o custo de hora/homem relativo a funcionário próprio do condomínio para realização de serviços rotineiros de observação do sistema, limpeza eventual do compartimento de decantação, remoção de lama no fundo do reservatório de retardo, desligamento da chave da bomba em caso de funcionamento atípico, etc, resultando em incremento mensal de R\$ 129,59²³ (CORDEIRO, 2009).

Com relação à manutenção, os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a NBR 5626 (1998). Para este custo, fixa-se um valor de

²³ De acordo com Cordeiro (2009), o valor aproximado para o custo de funcionário próprio para atividades correlatas era de R\$ 80,00, no ano de 2009, data do levantamento. Este valor corrigido pelo índice IGP-M, desde o mês base de janeiro/2009 ao mês base de abril/2017 resulta num valor de R\$ 129,59.

R\$ 600,00 por visita, o que resulta numa divisão proporcional mensal de R\$ 50,00 para manutenção do sistema.

Conforme Tabela 4.24, todos os gastos acumulados resultam em custo operacional mensal de R\$ 187,08 para o condomínio, e R\$ 5,85 por apartamento.

Tabela 4.24: Custo Total do Sistema de Captação de Água de Chuva

Tipo de Custo	Valor mensal (R\$)
Consumo Energia Elétrica	R\$ 7,49
Funcionario Próprio	R\$ 129,59
Limpeza de Reservatórios	R\$ 50,00
TOTAL	R\$ 187,08

Fonte: Autor.

4.3.4 Economia resultante

Considerando-se que o sistema é projetado para atender o consumo de irrigação de jardins e lavagem de automóveis, a economia gerada é referente ao volume de água potável que deixa de ser consumido nestas atividades. Conforme visto no Capítulo 3.6, o consumo para a atividade de irrigação de jardins é de 0,6 Litros diários por pessoa, e o consumo para a atividade de lavagem de automóveis é de 4,1 Litros diários por pessoa. Isto significa um consumo diário de 762 Litros, e mensal de 22.842 Litros para o condomínio. Desta maneira, a redução de consumo de água nestas atividades se dá em função do volume de chuvas mensais atrelado ao volume do reservatório adotado. Define-se para este sistema um volume total de reserva de 10.000 Litros, considerando o reservatório de retardo (5.000 Litros) mais o reservatório de acumulação (5.000 Litros) e excluindo-se o reservatório de descarte (500 Litros). Aplica-se assim o chamado *Método da Simulação*, constante na NBR 15527 (ABNT, 2007), abordado na Tabela 4.25. Neste método, é avaliado o volume captado em função das médias de chuva mensais e da área de captação (adotando-se um coeficiente de *Runoff* de 0,8²⁴). Considerando o consumo mensal e o volume disponível nos reservatórios no mês em questão, são obtidos os volumes de água a serem extravasados (por ser maior do que a demanda do mês, correspondente ao item *overflow* da

²⁴ De acordo com Hofkes (1981) e Frasier (1975), apud May (2004), para telhados com telhas corrugadas de metal, pode se adotar coeficiente de Runoff entre 0,7 e 0,9.

tabela) e o volume a ser suprido pela compra de água potável (quando o volume de chuvas é inferior a demanda do mês).

Verifica-se desta forma que a demanda por 22.836 Litros mensais para as atividades de irrigação de jardins e lavagem de automóveis somente não é suprida nos meses de Agosto, Setembro e Outubro, nos quais há de se complementar o consumo com água potável da distribuidora local.

Tabela 4.25: Método de Simulação para estimativa do volume de água de chuva captado

Mês	Méd Chuva (mm)	Consumo mensal (L)	V captado (L)	V reservatórios (L)	V reservatório no tempo T-1 (L)	V reservatório no tempo T (L)	Overflow (L)	Suprimento de Água Externo (L)
Jan	159,98	22836	53753	10000	0	10000	20917	0
Fev	88,34	22836	29682	10000	10000	10000	6846	0
Mar	127,96	22836	42995	10000	10000	10000	20159	0
Abr	72,56	22836	24380	10000	10000	10000	1544	0
Mai	54,22	22836	18218	10000	10000	5382	0	0
Jun	77,88	22836	26168	10000	5382	8714	0	0
Jul	45,26	22836	15207	10000	8714	1085	0	0
Ago	23,76	22836	7983	10000	1085	-13768	0	13768
Set	62,34	22836	20946	10000	0	-1890	0	1890
Out	35,58	22836	11955	10000	0	-10881	0	10881
Nov	96,16	22836	32310	10000	0	9474	0	0
Dez	112,2	22836	37699	10000	9474	9474	14337	0

Fonte: Autor.

A redução de consumo é contabilizada na unidade de consumo referente às áreas comuns do empreendimento, e seu resultado anual se dá em função da redução de 22 m³ em nove meses, mais 9 m³ no mês de agosto, 21 m³ no mês de setembro e 12 m³ em outubro, totalizando uma redução anual de 240m³. Conforme abordado no Capítulo 4.2.4, o valor de tarifa de água distribuída pela CEDAE é de R\$ 3,545819²⁵ por metro cúbico fornecido. Portanto, isto resulta numa economia bruta anual (sem descontar custo de operação) de R\$ 851,00 para o condomínio. Como o consumo da unidade referente à área comum é rateado entre os 32 apartamentos, a economia anual por apartamento é igual à R\$ 26,59, que ao ser dividida pela quantidade de doze meses no ano, resulta numa economia bruta mensal equivalente de R\$ 2,22 por apartamento (ver Tabela 4.26).

²⁵ Dado fornecido pelo documento Estrutura Tarifária 2016 da CEDAE, referente à Tarifa B (bairro de Jacarepaguá), para consumo de 0 a 15 m³ mensais por unidade habitacional, da data base de Agosto de 2016, vigente no mês de Abril de 2017.

Tabela 4.26: Economia bruta em Reais gerado pelo sistema de captação de água de chuva

Indicador	Valor
Valor da Tarifa CEDAE	R\$ 3,545819
Economia Anual Empreendimento	R\$ 851,00
Economia Anual Apartamento	R\$ 26,59
Economia Mensal Apartamento (12 meses)	R\$ 2,22

Fonte: Autor.

Para cálculo da economia líquida, deve-se confrontar a economia bruta com os custos operacionais do sistema. Conforme visto no Capítulo 4.2.3, o custo de operação mensal por apartamento é de R\$ 5,85. Esta equação resulta num custo mensal por apartamento de R\$ 3,63 (ver Tabela 4.27).

Tabela 4.27: Resultado Líquido mensal por Apartamento do Sistema Captação de Água de Chuvas

Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado
R\$ 5,85	R\$ 2,22	-R\$ 3,63

Fonte: Autor.

Estes resultados demonstram que para o empreendimento, inicialmente esta tecnologia não é rentável. Porém, deve-se considerar que a economia de consumo está atrelada ao valor tarifário do fornecimento de água, que tende a apresentar reajustes para mais ao longo dos anos, aumentando o valor da economia de consumo. Este efeito pode inverter a situação de resultado negativo. Esta análise será efetuada no Capítulo 5.3.3, referente ao estudo de viabilidade financeira para o comprador.

4.4

Uso de hidrômetros individualizados

O uso de hidrômetros individualizados tem sido cada vez mais difundido em condomínios residenciais existentes, e atualmente já é obrigatoriedade para a construção de novos empreendimentos residenciais. A Lei Complementar nº 112 de 17 de março de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011), torna obrigatória a medição individualizada para consumo de água em novas edificações multifamiliares na cidade do Rio de Janeiro.

A medição individualizada consiste na aferição do consumo de água mensal fornecido pela distribuidora local, através de instrumento medidor,

caracterizado pelo hidrômetro, exclusivo para cada unidade consumidora de um edifício multifamiliar. Entende-se por unidade consumidora os apartamentos que compõe a edificação, mais a unidade que corresponde às áreas comuns da edificação. A leitura dos dados de consumo fornecidos pelo hidrômetro é geralmente feita por empresa terceirizada, que repassa os dados para a distribuidora local, no caso da cidade do Rio de Janeiro, a CEDAE.

A importância da implementação de dispositivos de medição individualizada se dá pela indução ao uso racional da água, levando à redução do consumo, bem como pela questão da equidade entre a cobrança tarifária nas diferentes unidades residenciais que compõe a edificação (FERREIRA et al., 2016). O monitoramento individual também contribui para a detecção de problemas de vazamento de forma mais ágil, diminuindo despesas de manutenção (BEZERRA & OLIVEIRA, 2016b).

4.4.1 Descrição da solução

O uso de medidores individualizados pressupõe a concepção de projeto hidráulico que permita a inserção dos hidrômetros no ponto de consumo das unidades. Frequentemente, novas edificações residenciais que contam com medição individualizada possuem colunas de água centralizadas e um ponto de entrada de água para cada unidade, com o seu respectivo hidrômetro individual. Este geralmente fica localizado em compartimento situado no hall de entrada dos apartamentos e/ou em outra área comum, para facilitar o acesso à leitura dos dados disponibilizados pelo instrumento. A partir deste ponto de entrada monitorado, faz-se a distribuição da tubulação de água potável para as demais áreas hidráulicas do apartamento. A Figura 4.5 ilustra o esquema de distribuição de águas descrito por Cabral (2010).

A aferição pode ser realizada através de verificação in loco do visor do instrumento ou através do envio de dados por radiofrequência para uma central de monitoramento. Ambos os tipos de aferição costumam ser serviços terceirizados oferecidos por empresas especializadas, que realizam a gestão dos dados e repassam as informações de consumo para a empresa distribuidora local.

Com relação ao período de vida útil dos equipamentos, dados de fornecedores determinam um período de dez anos para a troca dos mesmos.

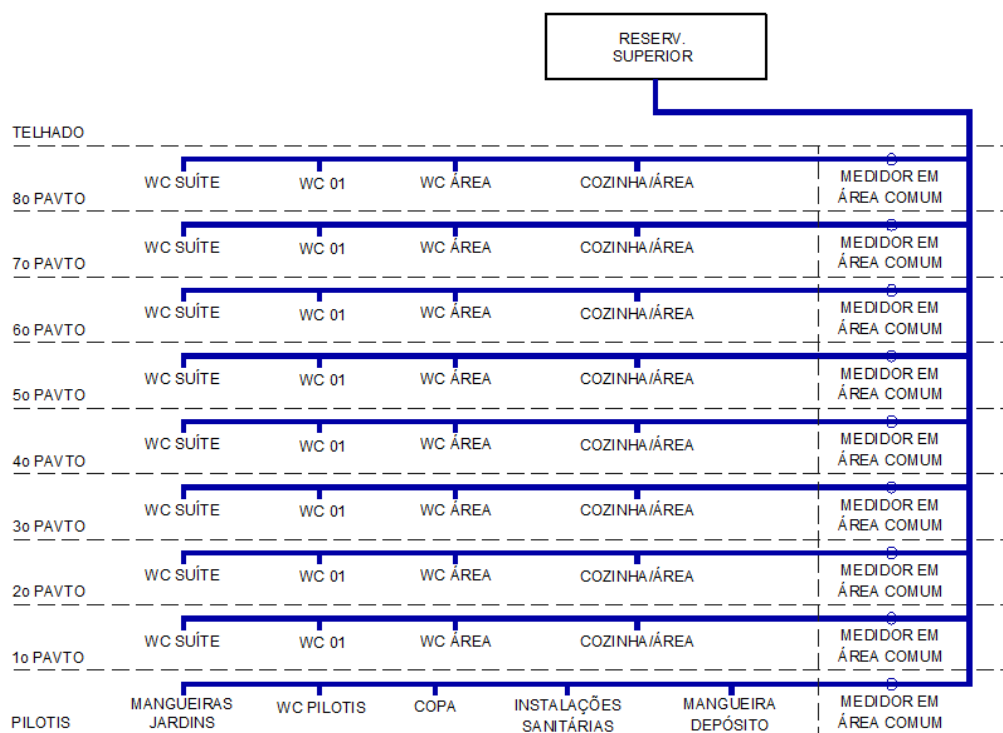


Figura 4.5: Esquema de distribuição de água considerando uso de hidrômetros individualizados

Fonte: Adaptado pelo autor de CABRAL, 2010

Adota-se neste estudo o uso de hidrômetros do tipo velocimétrico, de vazão nominal igual à 2,5 m³/h, comumente encontrados em edificações residenciais (CARVALHO, 2010. p. 54).

4.4.2 Custos de implementação

O custo de implementação refere-se à aquisição do medidor em si, neste caso especificado o hidrômetro do tipo velocimétrico, de vazão nominal igual à 2,5m³/h, com transmissão de dados via radiofrequência. De acordo com valores de mercado para o mês base de Abril de 2017, o valor médio do instrumento é de R\$70,00²⁶. Conforme explicado no Capítulo 4.4, a medição é feita por unidades de consumo, sendo a edificação composta por 32 unidades residenciais mais uma unidade de consumo referente à área comum da edificação. Portanto, o custo de implementação para as 33 unidades é de R\$ 2.310,00. Este valor rateado entre os 32 apartamentos resulta num custo de R\$ 72,19 por apartamento.

²⁶ Valor verificado para modelo Domaqua M., marca Ista, no mês base de abril de 2017.

Considera-se que não há incremento extra no custo de obra para instalação das tubulações de água, pois não há necessidade de acréscimo de tubulações específicas para o sistema de distribuição de água potável. Admite-se apenas o remanejamento de tubulação na fase de projeto, referente às colunas de águas centralizadas dos ramais horizontais dentro das unidades. Assim sendo, o custo destas instalações já se encontra incluído no CUB-RJ adotado pelo estudo convencional.

4.4.3 Custos de operação

Para os custos de operação, estipula-se o valor de R\$ 15,00 mensais por apartamento referente ao serviço terceirizado de medição remota por radiofrequência.

4.4.4 Economia resultante

Conforme abordado no Capítulo 3.6, o consumo per capita de 200 Litros diários resulta no consumo total de 972.000 Litros mensais para edificação convencional. Isto resulta num consumo rateado por unidade de medição de 29.454,4 Litros mensais, e 30.375 Litros por apartamento.

Com relação à economia em si, Bezerra & Oliveira (2016b) apresentam estudo com dados de redução de consumo em edificações residenciais multifamiliares que implementaram hidrômetros individualizados, já na fase de operação da edificação. O levantamento de dados realizado na cidade do Rio de Janeiro, através de pesquisa com seis edificações, aponta reduções médias no consumo da ordem de 38% a 67% (ver Tabela 4.28). Os autores ressaltam que os casos estudados foram indicados por empresas do setor de medição individualizada, podendo caracterizar um universo de amostragem com resultados superiores à realidade.

Além deste estudo, Coelho (1999, apud CARVALHO, 2010), aponta que é possível verificar uma redução na faixa de 30% referente ao consumo total dos edifícios, e de 50% na conta individual de cada apartamento.

Tabela 4.28: Consumo e contas de água potável em edificações multifamiliares antes e após implantação de medidores individualizados

Edificação	Quantidade de Apartamentos	Valor da Conta no Condomínio (R\$)		Valor da Conta Por Apartamento (R\$)		Redução Média na Conta
		Antes	Depois	Antes	Depois	
1	42	R\$ 11.700,00	R\$ 4.200,00	R\$ 279,00	R\$ 100,00	64%
2	24	R\$ 3.450,00	R\$ 1.158,00	R\$ 144,00	R\$ 48,00	66%
3	75	R\$ 18.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 240,00	R\$ 80,00	67%
4	174	R\$ 42.000,00	R\$ 26.000,00	R\$ 241,00	R\$ 149,00	38%
5	64	R\$ 11.800,00	R\$ 7.000,00	R\$ 184,00	R\$ 109,00	41%
6	12	R\$ 2.400,00	R\$ 800,00	R\$ 200,00	R\$ 67,00	67%
Média	65	R\$ 14.892,00	R\$ 7.526,00	R\$ 215,00	R\$ 92,00	57%

Fonte: Adaptado de BEZERRA & OLIVEIRA, 2016b.

Para efeito deste trabalho, adota-se a hipótese conservadora de que a utilização deste sistema resulta numa redução de 30% no consumo de água potável. Esta redução resulta numa economia mensal de 9.112,5 Litros por apartamento, totalizando 21.262,5 Litros por mês consumidos.

Conforme visto nos Capítulos 4.2.4 e 4.3.4, o valor cobrado para a faixa tarifária na qual o empreendimento se enquadra é de R\$ 3,545819²⁷ por metro cúbico fornecido. Sendo assim, a conta mensal por apartamento reduz de R\$ 109,92 para R\$ 78,00, resultando numa economia mensal de R\$ 31,92 por apartamento. Confrontando esta economia na conta de água com o custo de operação do sistema de R\$ 15,00, tem-se uma economia líquida mensal de R\$ 16,92.

O prazo de *payback* do investimento nesta solução será analisado no Capítulo 5.3.4, referente ao estudo de viabilidade financeira para o comprador.

²⁷ Dado fornecido pelo documento Estrutura Tarifária 2016 da CEDAE, referente à Tarifa B (bairro de Jacarepaguá), para consumo de 0 à 15 m³ mensais por unidade habitacional, da data base de Agosto de 2016, vigente no mês de Abril de 2017.

5 Análise financeira do empreendimento

Este capítulo apresenta os estudos financeiros realizados para avaliar os resultados do investimento por parte do incorporador imobiliário, bem como demonstra o valor e o período de retorno do investimento realizado por parte do comprador para cada um dos cenários sustentáveis.

A análise financeira da incorporação do empreendimento consiste na avaliação das previsões de receitas e despesas do projeto ao longo do tempo, demonstrando o fluxo financeiro do negócio e os resultados que este provém para o incorporador imobiliário. Esta avaliação é precedida de diversas etapas de trabalho, como a análise do perfil do terreno (e seus índices urbanos), a escolha da tipologia do empreendimento (chamado de *briefing* de produto), o estudo de mercado e a definição do modelo de negócio. Conforme mencionado na descrição da metodologia deste trabalho, opta-se por realizar estudos de viabilidade dinâmicos, sem projeção de inflação, considerando que possíveis correções monetárias são compensadas tanto no desembolso de despesas quanto na arrecadação de receitas. A análise em si é realizada através da montagem do fluxo de caixa do projeto em planilha eletrônica, elencando os itens que geram despesas e receitas, junto aos seus respectivos valores. Estes itens são inseridos ao longo do período de existência do projeto, em marcos pré-estabelecidos. A planilha calcula matematicamente os indicadores financeiros e expõe os prazos resultantes, que servem de embasamento para as tomadas de decisão sobre a efetivação dos negócios, inclusive da opção ou não por investir em elementos sustentáveis no empreendimento.

A partir dos estudos de viabilidade financeira de incorporação são apresentados os incrementos que cada solução sustentável confere ao preço de compra das unidades, possibilitando assim prever o período de retorno do investimento em cada cenário. Para determinar estes períodos, utilizam-se os indicadores de *payback* descontado e Valor Presente Líquido.

5.1 Parâmetros utilizados

O processo da montagem dos estudos de incorporação abrange o pré-estabelecimento de premissas básicas, tais como custos gerais de aquisição do terreno, custos de obra, preço de vendas, tabelas de vendas, velocidade de vendas e definição de todo o cronograma do negócio.

A seguir, são apresentados os principais parâmetros utilizados em estudos de viabilidade financeira para empreendimentos imobiliários. Os dados são obtidos através de pesquisas de mercado, embasamento teórico e embasamento profissional do autor junto ao mercado imobiliário do Rio de Janeiro.

5.1.1 Resultados operacionais

As empresas incorporadoras costumam basear suas decisões de negócios em indicadores financeiros como o Volume Geral de Vendas (VGV), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Lucro sobre Receita (Margem), o Valor Presente Líquido (VPL), o Lucro do Projeto, a Receita sobre as Despesas (Coverage), a Exposição Máxima de Caixa (Investimento), índices estes apontados por Sá (2010, p. 42), além do Prazo de Recuperação do Investimento (*Payback*).

Com relação ao mercado imobiliário da cidade do Rio de Janeiro, pode-se considerar que as principais empresas incorporadoras (conhecidos no mercado pelo termo em inglês *players*) buscam uma Taxa Interna de Retorno e Margem na ordem de 20%. Para este estudo comparativo, define-se que o empreendimento convencional deve alcançar estes percentuais. Assim, são verificadas as mudanças destes indicadores na comparação com os estudos de empreendimentos que implementam as soluções analisadas.

5.1.2 Estratégia de financiamento

O investimento por parte do incorporador pode contar com a participação de financiamento externo ao capital da empresa. Este aporte externo pode ser contratado pela incorporadora tanto para financiamento à produção (financiamento da obra) quanto para antecipar os recebimentos decorrentes das vendas das unidades, movimento este conhecido como repasse (SÁ, 2010, p. 22). As modalidades de financiamento existentes passam pelos financiamentos bancários, fundos imobiliários e, mais recentemente, financiamentos coletivos (*crowdfunding*).

Para este estudo, considera-se que a obra é realizada com recursos próprios, sem se contrair financiamento para a produção, e que é efetuado o repasse dos recebíveis para instituição bancária no mês seguinte à entrega das

unidades prontas (dito entrega das chaves). Os custos com o repasse da carteira de recebíveis estão incluídos nos custos de incorporação.

5.1.3 Cronograma

A definição de um cronograma é de extrema importância para indicar os eventos importantes durante o processo de incorporação, construção e comercialização. Em função destes eventos, são iniciados desembolsos e recebimentos no fluxo de caixa do empreendimento.

O projeto em questão adota 41 meses de duração, iniciando em abril de 2017 com a compra do terreno e finalizando em agosto de 2020, de acordo com o seguinte cronograma de eventos:

- a. Compra do Terreno: Mês 1 (Abril 2017).
- b. Lançamento Imobiliário 6 meses após a compra do Terreno: Mês 7 (Outubro 2017).
- c. Início da Obra 8 meses após o Lançamento: Mês 15 (Junho 2018).
- d. Término da Obra 24 meses após início: Mês 38 (Maio 2020).
- e. Entrega das Chaves / “Habite-se” 1 mês após Término de Obra: Mês 39 (Junho 2020).
- f. Repasse de Carteiras de Recebíveis das compras efetuadas 1 mês após Entrega das Chaves: Mês 40 (Julho 2020).
- g. Fim do projeto: Mês 41 (Agosto 2020).

5.1.4 Custo do terreno e despesas extras de terreno

Para o cálculo do valor de terreno a ser negociado pela incorporadora, há dois métodos principais a serem utilizados: o primeiro consiste na avaliação do valor do metro quadrado de compra aplicado na região, feito através de pesquisa de mercado. Este método é viável quando há bastante oferta de terrenos numa mesma região, com características similares em relação ao seu perfil mercadológico, físico e de infraestrutura. O outro método consiste na avaliação do potencial de Volume Geral de Vendas (VGV) do empreendimento subtraído dos custos inerentes à construção do mesmo, das despesas gerais com a incorporação e do lucro que o incorporador almeja para o negocio. A seguir é apresentada a fórmula simplificada:

$$\text{Valor Terreno} = \text{VGV} - \text{Custo Obra} - \text{Despesas de Incorporação} - \text{Lucro}$$

A partir do resultado desta equação é possível determinar quanto é admissível pagar pelo terreno. Este conceito será utilizado neste estudo, por ser mais aplicável ao contexto do mercado no Rio de Janeiro, devido à especificidade de cada área em relação à localização, infra-estrutura existente e potenciais construtivos.

Quanto à estratégia de pagamento do valor do terreno ao proprietário, o mercado de compra e venda de terrenos no Rio de Janeiro atua com três formatos principais de negociação: o pagamento em dinheiro, o pagamento em permuta física e o pagamento em permuta financeira. Adota-se para este trabalho o formato de pagamento em dinheiro parcelado, a fim de facilitar a análise das despesas do fluxo de caixa do empreendimento.

A fim de se iniciar o estudo de viabilidade, deve-se pré-estabelecer internamente um valor de terreno que seja compatível com a capacidade de investimento do incorporador e que atenda a expectativa do vendedor do terreno. Dadas as configurações do terreno, o potencial de VGV e o formato de pagamento, a simulação inicial para o estudo de viabilidade tem um valor de terreno pré-estabelecido em R\$ 5.000.000,00. Trabalha-se com a hipótese de se efetuar este pagamento desembolsando 30% do valor no mês 1 do cronograma, mais 30% no mês 7 (mês de lançamento do empreendimento) e os 40% restantes no mês 15 (mês de início das obras). Este parcelamento auxilia na melhoria do indicador de TIR, índice sensível ao cronograma de desembolso.

Além do custo do terreno em si, há custos extras atrelados ao valor do terreno. O pagamento do Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) é obrigatório para o comprador do terreno, cujo valor é equivalente à 2% do valor venal do imóvel. Assim, são desembolsados R\$ 100.000,00 no ato da aquisição do terreno, neste caso, no mês 1. Também é necessário prever no mês 1 o desembolso referente à honorários advocatícios para realizar análise jurídica do negócio, pré-estabelecido em 1,25% do valor do terreno, ou seja, R\$ 62.500,00. A comissão sobre compra do terreno é paga quando há agente intermediário que apresenta o terreno para a empresa incorporadora. Este valor equivale à 5% do valor do terreno (valor comum praticado pelo mercado carioca), perfazendo R\$ 250.000,00. Define-se que este pagamento é realizado no mês 7, atrelado ao momento do lançamento do empreendimento. Desta maneira, o valor total das despesas extras de terreno soma R\$ 412.500,00. Portanto, o valor total do terreno mais despesas extras é de R\$ 5.412.500,00.

5.1.5 Projeto e quadros de áreas

Conforme mencionado no Capítulo 3, este estudo irá utilizar os parâmetros do projeto padrão R8-N adotado pela NBR 12721 (ABNT, 2006). O quadro de áreas é de suma importância para verificar custos e preços de venda, uma vez que o conceito de valor por metro quadrado é o mais utilizado no mercado imobiliário.

Conforme mencionado no Capítulo 3.2, a área construída real da edificação R8-N é de 5.998,73 m² e a área construída equivalente é de 4.135,22 m². Soma-se 676,00 m² à área construída real, referente às áreas externas de lazer, que corresponde à uma área construída equivalente de 169 m². As áreas são apresentadas na Tabela 3.1, presente no Capítulo 3.2.

A área privativa total resulta em 2.960 m², em função de serem 32 unidades com 92,5 m² cada (ver Tabela 5.1).

Tabela 5.1: Quadro de área privativa

Descrição	Área de Venda Unid. (m ²)	Unid./ Pavto.	Num. Pavtos.	Total Unid.	Área de Venda Total (m ²)
Unid. Padrão R8-N	92,50	4	8	32	2960,00

Fonte: Autor.

5.1.6 Custo de construção

Os custos de implantação são dados essenciais para elaboração dos fluxos de caixa e rentabilidade dos planos de negócio. Segundo MOREIRA (1997, apud CUNHA, 2016), o custo de construção de um empreendimento imobiliário pode ser alcançado através de três métodos:

- Orçamento por quantidades de serviços;
- Orçamento por unidades compostas;
- Orçamento por custo unitário de construção.

O orçamento por quantidades de serviços é o modelo mais preciso, onde se atribui uma composição de preços para cada serviço levantado em projeto, considerando-se os insumos de material, mão de obra e equipamentos utilizados nos mesmos. Por necessitar de projetos bem desenvolvidos, é um método pouco utilizado pelas incorporadoras no momento inicial de realização de estudos de viabilidade financeira.

O orçamento por unidades compostas trabalha com a precificação de elementos construtivos prontos, como metro quadrado de parede, metro linear de rodapé ou metro cúbico de concreto armado. Este método pressupõe a existência de projeto básico para quantificação das unidades, sendo também pouco utilizado durante a fase de análise de viabilidade.

O orçamento mais utilizado é o de estimativa por custo unitário, ou custo paramétrico. Este método consiste na quantificação de áreas de superfície (ou volumes) gerais da edificação, que ao serem multiplicadas por um custo unitário básico pré-definido, resultam no valor total de construção. O custo unitário básico mais comumente utilizado faz referência ao valor desembolsado em Reais por metro quadrado de construção. De acordo com Rodrigues (2001), este custo unitário básico pode ser obtido através de publicações oficiais mensais divulgados por entidades especializadas ou através do departamento de orçamentos da empresa incorporadora. Por ser o método mais ágil e mais comumente utilizado na etapa de análise de viabilidade, será utilizado neste trabalho. O método orçamentário paramétrico trabalha também com os chamados índices de equivalência ou de ponderação. Este considera o fato de que cada ambiente da edificação possui custos maiores ou menores para sua construção, em função de suas características de acabamento e complexidade construtiva. Assim, as áreas reais construídas são ponderadas por coeficientes de equivalência, introduzindo os conceitos de área real construída e de área construída equivalente.

5.1.6.1

Custo Unitário Básico – CUB-RJ

Para efeitos de parametrização, este trabalho faz uso dos custos determinados pelo Custo Unitário Básico do Estado do Rio de Janeiro – CUB-RJ, divulgado mensalmente pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro – SINDUSCON-RIO. A Tabela 5.2 resume as tipologias de projetos mencionados pela NBR 12721 (ABNT, 2006) e os respectivos custos unitários levantados para o mês base de Abril de 2017.

Tabela 5.2: Custo Unitário Básico de Construção para o Rio de Janeiro, mês base de Abril de 2017

Projetos	Padrão de acabamento	Projetos padrões	R\$/m2
R1 (Residência Unifamiliar)	Baixo	R1-B	1428,38
	Normal	R1-N	1695,92
	Alto	R1-A	2065,67
PP (Prédio Popular)	Baixo	PP4-B	1296,44
	Normal	PP4-N	1596,21
	Baixo	R8-B	1231,44
R8 (Residência Multifamiliar)	Normal	R8-N	1383,48
	Alto	R8-A	1647,63
	Normal	R16-N	1338,46
R16 (Residência Multifamiliar)	Alto	R16-A	1751,13
	-	PIS	956,29
PIS (Projeto de Interesse Social)	-	PIS	956,29
RP1Q (Residência Popular)	-	RP1Q	1475,85

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-RIO, 2017b.

Conforme mencionado, este projeto possui o formato R8-N, cujo custo unitário básico é de R\$ 1.383,48 por metro quadrado de área construída. Tendo um total de 4.135,22 m² de área construída equivalente, o custo de obra do empreendimento é de R\$ 5.720.990,55 (ver Tabela 5.3).

Tabela 5.3: Custos de Construção da Edificação R8-N

Descrição	Pavtos.	Área Total Construída	Equivalência	Área Construída Real	Área Construída Equivalente	CUB/m2	Custo Total
Subsolo Enterrado	1	950,00	0,30	950,00	285,00	R\$ 1.383,48	R\$ 394.291,80
Garagem Térreo	1	554,00	0,35	554,00	193,90	R\$ 1.383,48	R\$ 268.256,77
Dep. E Inst. Sanit Garagem	1	30,00	0,50	30,00	15,00	R\$ 1.383,48	R\$ 20.752,20
Pilotis	1	110,00	1,00	110,00	110,00	R\$ 1.383,48	R\$ 152.182,80
Telhado Garagem	1	274,00	0,15	274,00	41,10	R\$ 1.383,48	R\$ 56.861,03
Pavimentos Tipo	8	420,00	1,00	3360,00	3360,00	R\$ 1.383,48	R\$ 4.648.492,80
Pavimento Técnico	1	270,73	0,14	270,73	37,22	R\$ 1.383,48	R\$ 51.489,33
Guarita	1	30,00	1,00	30,00	30,00	R\$ 1.383,48	R\$ 41.504,40
SUBTOTAL				5.998,73	4.135,22		R\$ 5.720.990,37

Fonte: Autor.

Este valor será aplicado na obra conforme a velocidade de desembolso da construção, a ser visto no Capítulo 5.1.7 deste trabalho.

5.1.6.2

Despesas extras de construção

Entende-se por despesas extras de construção aquelas despesas que não estão incluídas na relação de materiais e mão de obra discriminadas no custo unitário do projeto padrão, conforme item 6.3.2 (alinea "b") da NBR 12721 (ABNT, 2006), sendo elas: fundações, elevadores, equipamentos e instalações, tais como fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar-condicionado, calefação, ventilação, exaustão, construção de playgrounds, obras e serviços complementares como piscinas, jardins e campos de recreação.

Para este empreendimento, adotam-se os seguintes custos extras:

- a. Fundações: estimado em 8% do custo global da edificação, com valor total de R\$ 457.679,24.
- b. Elevadores e casa de máquinas: equipamento composto por duas cabines, com valor total estimado em R\$ 280.000,00.
- c. Equipamentos e instalações: composto por sistemas de bombas de recalque, ar condicionado e exaustão de áreas comuns, com valor total estimado em R\$ 100.000,00.
- d. Obras e serviços complementares: composto pelas obras nas áreas externas de vias de circulação, jardins e quadras de esporte, correspondente à 676 m². Tendo-se o custo do metro quadrado desta área ponderada por um índice de equivalência igual à 0,25, tem-se um custo total de R\$ 233.808 (ver Tabela 5.4).

Tabela 5.4: Custos de Construção referente à obras e serviços complementares

Descrição	Pavtos.	Área Total Construída	Equivalência	Área Construída Real	Área Equivalente Construída	CUB/m2	Custo Total
Áreas Externas	1	676,00	0,25	676,00	169,00	R\$ 1.383,48	R\$ 233.808,12

Fonte: Autor.

Desta forma, o valor total das despesas extras de construção é de R\$ 1.071.487,35 (ver Tabela 5.5), cujo dispêndio acompanha a velocidade de desembolso da construção.

Tabela 5.5: Custos de Construção referente à Despesas Extras de Construção

Item	Valor (R\$)
Fundações	R\$ 457.679,23
Elevadores e Casa de Máquinas	R\$ 280.000,00
Equipamentos e Instalações	R\$ 100.000,00
Obras e Serviços Complementares	R\$ 233.808,12
TOTAL	R\$ 1.071.487,35

Fonte: Autor.

5.1.6.3

Custo global da obra

O custo global da obra é resultado da soma dos custos de construção da edificação R8-N acrescido das despesas extras de construção. Constata-se assim o custo global de obra de R\$ 6.792.477,71 (ver Tabela 5.6).

Tabela 5.6: Custos Global de Construção

Item	Valor (R\$)
Custo Construção Edificação R8-N	R\$ 5.720.990,37
Custos Extras de Construção	R\$ 1.071.487,35
TOTAL	R\$ 6.792.477,71

Fonte: Autor.

5.1.7 Velocidade de desembolso da construção

A construção de uma edificação possui diversas etapas, e o gasto de verbas varia mensalmente de acordo com o dispêndio decorrente de cada etapa. Conforme Capítulo 5.1.3 referente ao Cronograma, admite-se um período total de 24 meses de obras, comumente adotado pelas incorporadoras. Por sua vez, este período é dividido em três etapas, nas proporções de 25% para os primeiros 8 meses de obra, 35% entre o 9º e 16º meses, e 40% nos últimos 8 meses de obra. A Tabela 5.7 demonstra a curva de obra mencionada, no formato mensal e no período de oito meses.

Tabela 5.7: Curva de Obra

Mês	Percentual de Desembolso (Mensal)	Percentual de Desembolso (Período de 8 Meses)
1	3,13%	25%
2	3,13%	
3	3,13%	
4	3,13%	
5	3,13%	
6	3,13%	
7	3,13%	
8	3,13%	
9	4,38%	35%
10	4,38%	
11	4,38%	
12	4,38%	
13	4,38%	
14	4,38%	
15	4,38%	
16	4,38%	
17	5,00%	45%
18	5,00%	
19	5,00%	
20	5,00%	
21	5,00%	
22	5,00%	
23	5,00%	
24	5,00%	

Fonte: Autor.

5.1.8 Despesas administrativas de incorporação

Estas despesas incluem o custo operacional do escritório da empresa, folha salarial de funcionários, despesas com repasse e demais dispêndios administrativos referentes ao funcionamento da corporação, além de custos com manutenção e assistência técnica após o final de obras. Para efeito deste estudo, o valor das despesas de incorporação é definido em 5 % do custo global de obra, equivalente à R\$ 339.623,89. Este desembolso é dividido em seis parcelas, sendo duas a partir do mês de lançamento, duas a partir do meio da obra e duas a partir da entrega das chaves.

5.1.9 Despesas com projetos

Estas despesas correspondem aos custos para elaboração de projetos técnicos, como projetos de arquitetura, de cálculo estrutural, projetos de instalação e de interiores. Para efeito deste estudo, o valor das despesas com projetos técnicos equivalem a 5 % do custo global de obra, correspondendo à R\$ R\$ 339.623,89.

5.1.10 Despesas com gerenciamento de obra

Estes gastos representam os custos para administração da obra que não estão contemplados no custo de construção. Para efeito deste estudo, o valor destas despesas equivalem à 5 % do custo global de obra, correspondendo à R\$ R\$ 339.623,89, e seu desembolso é distribuído igualmente ao longo dos 24 meses de obra.

5.1.11 Preço de venda

O preço de vendas de uma unidade residencial é geralmente estipulado em função do valor em reais por metro quadrado praticado na região onde será implantado o empreendimento, para empreendimentos com características semelhantes. Assim, a precificação, a definição de tipologias e as projeções de tendências podem ser antecipadas através de pesquisas de mercado (SÁ, 2010, p. 6). Normalmente, são realizadas consultas ao mercado através de bases de dados alimentados pelas próprias incorporadoras, como o Geoimóvel e a base disponibilizada pela Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário – ADEMI-RJ, além de portais eletrônicos de vendas de imóveis.

Para determinar o preço de venda neste trabalho, foi realizada pesquisa no mês de Abril de 2017, em reconhecido portal eletrônico de venda de imóveis, no qual foram verificados os valores de aplicados para imóveis com o mesmo perfil e padrão de acabamento na região da Freguesia e entorno. Como o universo de lançamentos imobiliários é pequeno, foram incluídos na pesquisa imóveis novos (de primeira locação) e usados (ver tabela 5.8). Verificou-se que o preço médio do metro quadrado para venda é de R\$ 6.832,00.

Tabela 5.8: Pesquisa de Mercado para Imóveis na Freguesia e adjacências no mês de Abril – 2017

No. Quartos	Padrão de Acabamento	Status	Local	Valor	Area (m ²)	R\$/m ²
2	Medio	Lançamento	Jacarepagua	R\$ 372.000,00	57	R\$ 6.526
3	Medio	Lançamento	Pechincha	R\$ 521.000,00	77	R\$ 6.766
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 600.000,00	86	R\$ 6.977
3	Medio	Novo	Freguesia	R\$ 415.000,00	75	R\$ 5.533
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 790.000,00	82	R\$ 9.634
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 519.000,00	84	R\$ 6.179
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 660.000,00	107	R\$ 6.168
3	Medio	Novo	Freguesia	R\$ 449.000,00	84	R\$ 5.345
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 600.000,00	86	R\$ 6.977
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 630.000,00	93	R\$ 6.774
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 630.000,00	92	R\$ 6.848
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 565.000,00	82	R\$ 6.890
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 550.000,00	95	R\$ 5.789
3	Medio	Novo	Freguesia	R\$ 1.133.000,00	128	R\$ 8.852
3	Medio	Usado	Freguesia	R\$ 580.000,00	85	R\$ 6.824
3	Medio	Novo	Freguesia	R\$ 620.000,00	93	R\$ 6.667
3	Medio	Novo	Freguesia	R\$ 665.000,00	90	R\$ 7.389
					Valor Médio	R\$ 6.832

Fonte: Autor.

Neste estudo, o valor de vendas está sendo arredondado para R\$ 6.800,00 por metro quadrado. Em função deste preço de venda e da área de venda estipulada em 2.960,00 m², está sendo considerado para este empreendimento um Volume Geral de Vendas de R\$ 20.128.000,00, conforme Tabela 5.9.

Tabela 5.9: Preço de Vendas e VGV projetado

Descrição	Área de Venda Total (m ²)	Preço / m ²	Preço / Unid.	VGV Total
32 Unidades	2960,00	R\$ 6.800,00	R\$ 629.000,00	R\$ 20.128.000,00

Fonte: Autor.

5.1.12 Velocidade de vendas

No mercado carioca, o ciclo de vendas pode ser dividido em três etapas: lançamento, meio da obra e entrega das chaves. Para cada etapa, as empresas definem a porcentagem de unidades vendidas por período, o que corresponde à velocidade de vendas. Para este produto residencial, utiliza-se como hipótese de vendas a proporção de 30% das unidades vendidas no momento do lançamento do empreendimento, 50% no meio da construção da obra e os 20% restantes no mês de entrega das unidades prontas (ver Tabela 5.10).

Tabela 5.10: Velocidade de Vendas do Empreendimento

Evento	Percentual (%)
Lançamento	30%
Meio da Obra	50%
Entrega das Chaves	20%
TOTAL	100%

Fonte: Autor.

5.1.13 Tabelas de vendas

As tabelas de vendas correspondem às porcentagens de arrecadação ao longo do processo de venda das unidades, ou seja, a forma através da qual o comprador irá realizar o pagamento das unidades. Para este estudo, a tabela de vendas da incorporadora é estruturada considerando o recebimento de parcela inicial, denominada sinal, seguido de parcelas mensais intermediárias e finalmente o recebimento do valor correspondente ao momento de repasse da carteira de recebíveis para instituição bancária. Determina-se que antecipação dos recebíveis decorrentes do evento do repasse é realizada no primeiro mês após a entrega das chaves, e corresponde à 70% do valor do imóvel. Convencionou-se que esta estrutura é aplicada durante três eventos principais de venda do empreendimento: 1) venda realizada no mês do lançamento, 2) venda realizada no mês do meio da obra, 3) venda realizada no mês de entrega das chaves. A tabela de vendas resumida é apresentada na Tabela 5.11.

Tabela 5.11: Tabela de Vendas do Empreendimento

Lançamento			
Parcela	Número de parcelas	1º vencimento	Percentual (%)
Sinal	1	out/17	10%
Mensais	32	nov/17	20%
Repasse	1	jul/20	70%

Meio da Obra			
Parcela	Número de parcelas	1º vencimento	Percentual (%)
Sinal	1	mai/19	10%
Mensais	13	jun/19	20%
Repasse	1	jul/20	70%

Entrega das Chaves			
Parcela	Número de parcelas	1º vencimento	Percentual (%)
Sinal	1	jun/20	30%
Repasse	1	jul/20	70%

Fonte: Autor.

5.1.14 Despesas com promoção e publicidade

Estes gastos incluem dispêndios com a divulgação, elaboração de peças publicitárias e montagem de pontos de venda referentes à comercialização das unidades residenciais. Para efeito deste estudo, o valor das despesas com promoção e publicidade equivalem a 2,5% do VGV do empreendimento, o que corresponde ao valor de R\$ 603.840,00.

5.1.15 Despesas com tributação

As despesas com tributação correspondem ao pagamento de impostos e taxas devidas ao governo público em função da comercialização do empreendimento. Neste estudo, considera-se que esta incorporação imobiliária está submetida ao Regime Especial de Tributação, constante no Capítulo I da Lei Federal n. 10.931 (BRASIL, 2004), cuja alíquota foi posteriormente alterado pelo Artigo 16 da Lei Federal n. 12.844 (BRASIL, 2013), estipulada em 4% sobre o VGV do empreendimento. Isto resulta num valor de R\$ 805.120,00, a serem pagos de forma mensal, sobre as receitas mensais recebidas.

5.1.16 Despesas com comissão de vendas

As comissões de venda são valores repassados as imobiliárias que comercializam as unidades residenciais aos clientes finais, e correspondem à um percentual fixo do valor de venda cada unidade. De acordo com Sá (2010, p. 16), esta remuneração pode variar de 3% a 5% sobre o valor da unidade comercializada. Para este estudo, fixa-se a comissão em 4,50% sobre o valor de venda, o que corresponde à R\$ 905.760,00. Este valor é distribuído no fluxo de caixa conforme o ciclo de vendas.

5.2 Estudos de viabilidade financeira de incorporação

A seguir são apresentados os estudos de viabilidade para os diversos cenários estipulados, utilizando como base os parâmetros demonstrados no Capítulo 5.1. Estes estudos dizem respeito a dados do interesse do

incorporador, pois representam os resultados financeiros decorrentes do investimento na construção e comercialização do empreendimento.

Os valores referentes às Despesas, Receitas e Resultados Financeiros de Incorporação são apresentados em formato de gráfico, para demonstrar a evolução do Fluxo de Caixa ao longo do tempo. As tabelas apresentadas ao final de cada cenário configuram um resumo dos índices financeiros alcançados.

O empreendimento sem uso de nenhuma solução sustentável é denominado cenário convencional, e os demais cenários são identificados pelo uso de cada solução sustentável separadamente. O último cenário corresponde à utilização de todas as soluções sustentáveis implementadas ao mesmo tempo.

Conforme visto no Capítulo 5.1.1, busca-se como premissa alcançar um percentual mínimo de 20% para a Taxa Interna de Retorno e 20% para a Margem. Ou seja, se o projeto convencional resultar em índices de TIR e Margem iguais ou superiores à 20%, pode-se considerar o empreendimento viável para a empresa incorporadora. Também é analisado o Valor Presente Líquido simulando taxas de desconto de 12%, 16% e 18% ao ano.

Para fins comparativos entre os cenários, adota-se que os resultados para a TIR e Margem do cenário convencional serão parâmetros para os demais cenários sustentáveis. Assim, os cenários sustentáveis devem ter os respectivos preços de vendas das unidades corrigidos para minimamente igualar o menor dos índices percentuais obtidos (TIR ou Margem) no cenário convencional.

É importante ressaltar que, embora a implementação das instalações prediais sustentáveis gerem um maior volume de trabalho de construção, assume-se que não há alterações no cronograma entre o cenário convencional e os demais cenários, visto que os custos de mão de obra extra e logística já estão incluídos no custo das instalações de cada sistema.

5.2.1 Cenário convencional

O cenário convencional apresenta os parâmetros pré-estabelecidos mencionados no Capítulo 5, sem o uso de nenhuma das soluções sustentáveis apresentadas neste trabalho. É importante destacar que, apesar de já serem obrigatórias por lei, os sistemas prediais de reuso de águas cinzas, aproveitamento de água de chuvas e medição individualizada de água não são aplicados neste estudo para gerar uma base comparativa de avaliação dos seus impactos financeiros no estudo de viabilidade do empreendimento.

A análise é feita através de gráficos de investimentos e da apresentação de tabelas com os fluxos de caixa, constantes nos Apêndices deste trabalho. A seguir, são apresentados os dados referentes às Despesas, Receitas e Resultados do Fluxo de Caixa do empreendimento.

5.2.1.1

Despesas totais

O Gráfico 5.1 mostra o fluxo de caixa das despesas do empreendimento, que configuram um montante de R\$ 15.640.456,54. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE D.

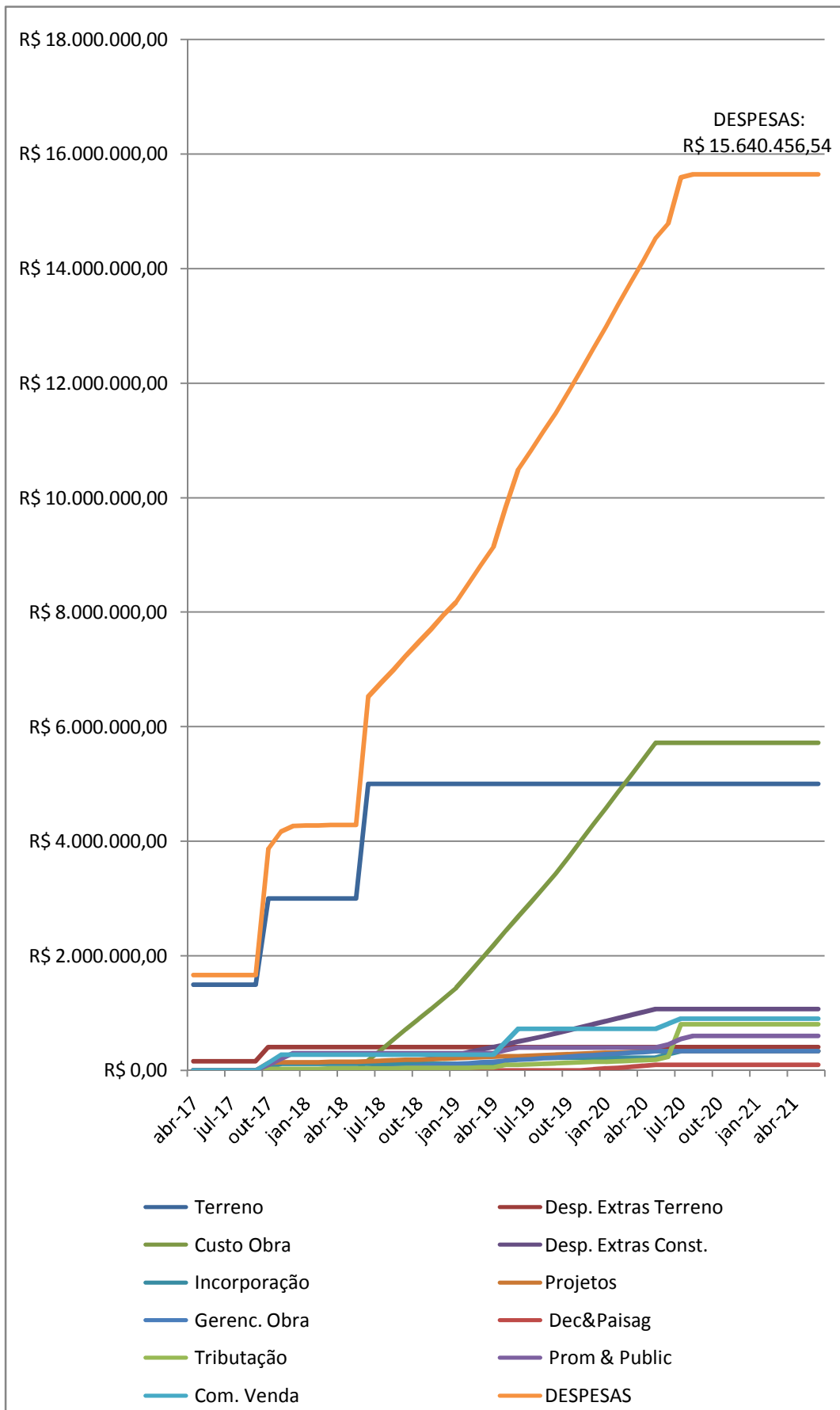


Gráfico 5.1: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento Convencional
Fonte: Autor

5.2.1.2

Receitas totais

O Gráfico 5.2 mostra o fluxo de caixa das receitas do empreendimento, configurando um montante de R\$ 20.128.000,00.

Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE E.

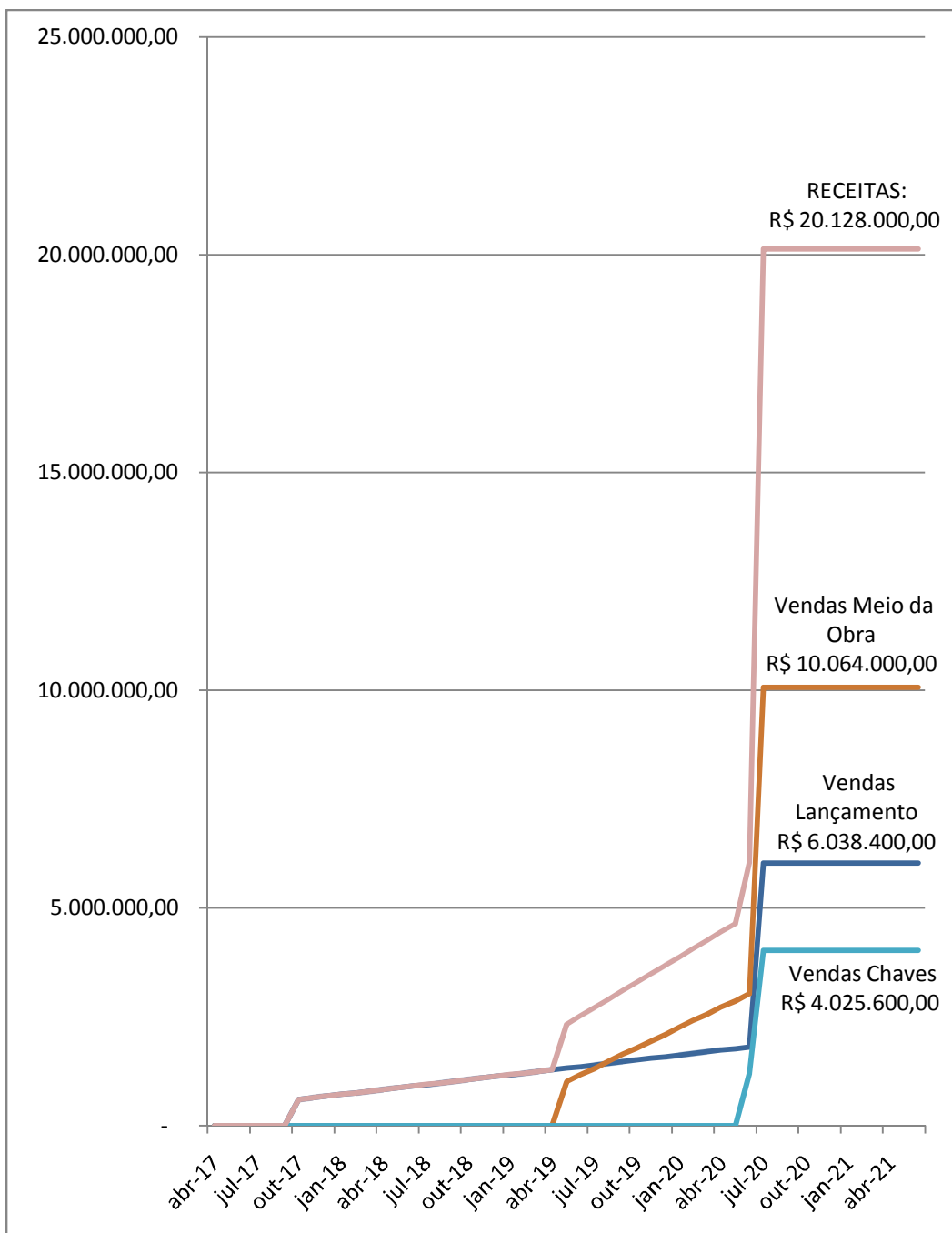


Gráfico 5.2: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento Convencional
Fonte: Autor

5.2.1.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.487.543,46, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse da carteira de recebíveis. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 9.887.073,31 (ver Gráfico 5.3). Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE F.

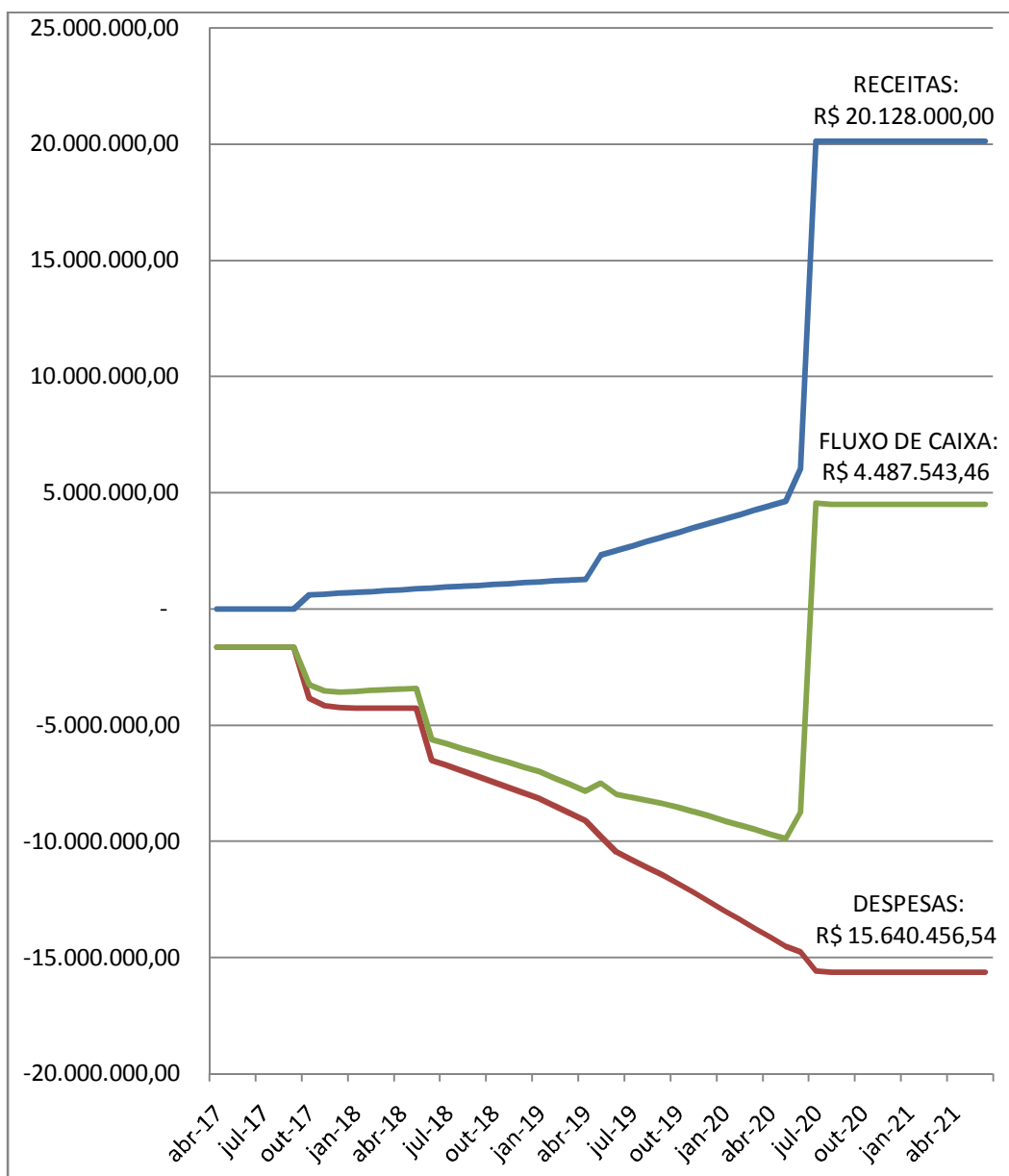


Gráfico 5.3: Resultado do Empreendimento Convencional
Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, verificam-se os principais indicadores de resultado do empreendimento. Os cálculos são realizados através de planilha automatizada, e apresenta uma Taxa Interna de Retorno de 20,05%. A Margem é calculada em função do Lucro (R\$ 4.487.543,46) sobre Receitas (R\$ 20.128.000,00), resultando num percentual de 22,30% para o empreendimento. A relação de Receitas (R\$ 20.128.000,00) sobre Despesas (R\$ 15.640.456,54) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29 (ver Tabela 5.12).

Tabela 5.12: Indicadores de Resultados do Cenário Convencional

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,05%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.487.543,46
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 9.887.073,31
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	10,88
VPL à 12% A. A	R\$ 1.346.898,07
VPL à 16% A. A	R\$ 620.168,89
VPL à 18% A. A	R\$ 300.712,50

Fonte: Autor.

Conforme convencionado, os indicadores de Taxa Interna de Retorno e Margem deste cenário convencional são utilizados como parâmetro para os demais cenários. Ou seja, os demais cenários sustentáveis devem incrementar seus preços de venda para, minimamente, igualar a TIR anual de 20,05% e a Margem de 22,30%

5.2.2 Cenário com uso de energia solar fotovoltaica

Este cenário é montado adicionando-se o valor extra referente ao custo de implementação do sistema de geração de energia fotovoltaica. Conforme observado no Capítulo 4.1.2, o valor do sistema é de R\$ 143.874,00. Para fins comparativos com o cenário convencional, condiciona-se que o fluxo de caixa deste cenário deve se igualar ao melhor dos resultados de Taxa Interna de Retorno e/ou à Margem do projeto convencional. Ou seja, este estudo é montado para gerar um resultado igual ou maior à 20,05% de TIR ou 22,30% de Margem.

Para alcançar estes índices mínimos, verifica-se que o preço de vendas deve ser aumentado em R\$ 86,00 por metro quadrado, passando de R\$ 6.800,00 para R\$ 6.886,00 por metro quadrado de área de venda. Isto corresponde à um aumento de 1,26 % no valor de venda. Assim, o resultado da Taxa Interna de Retorno deste novo cenário alcança 20,16%, porém mantém os mesmos 22,30% de Margem.

5.2.2.1

Despesas totais

Para este cenário, considera-se o incremento no custo total de obra, referente à implementação do sistema sustentável. Convencionou-se que o custo de R\$ 143.874,00 a ser adicionado ao custo global da construção possui velocidade de desembolso igual à velocidade de desembolso da construção convencional, que é de 25% para os primeiros 8 meses, 35% entre o 9º e 16º meses, e 40% nos últimos 8 meses de obra.

Embora tenha se aferido este valor para a implementação deste sistema, o acréscimo deste valor à este estudo de viabilidade configura um montante de despesas para o empreendimento igual à R\$ R\$ 15.837.345,31, resultando no incremento de R\$ 196.888,77, conforme Gráfico 5.4. Esta discrepância junto ao custo de R\$ 143.874,00 referente ao sistema se dá em função dos custos indiretos atrelados ao custo global de obras (como custos com Administração da Incorporação, Gerenciamento de Obra, Projetos e Decoração/Paisagismo) e custos indiretos atrelados ao VGV do empreendimento (como Promoção e Publicidade, Financiamento Social e Comissão). Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE G.

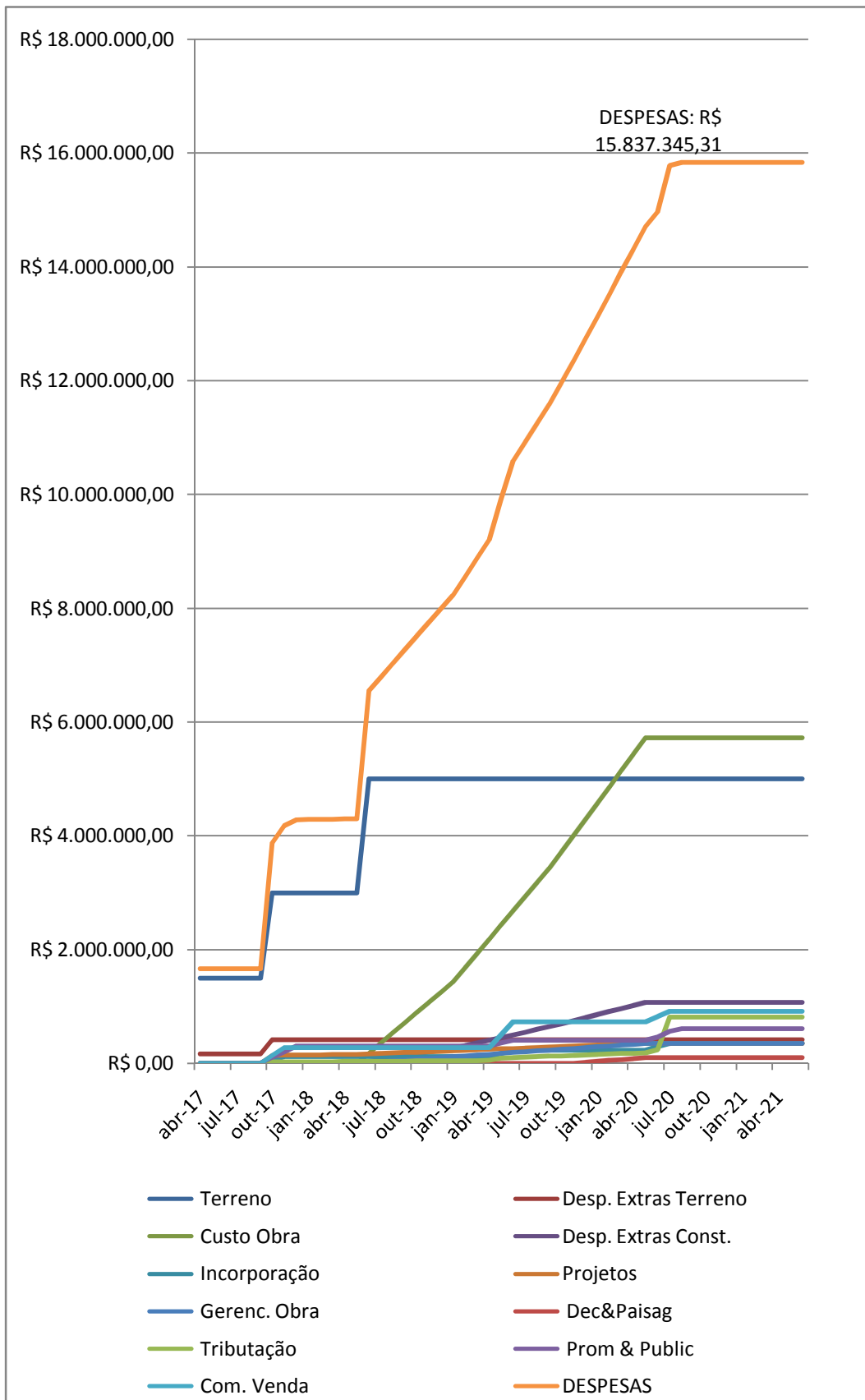


Gráfico 5.4: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica
 Fonte: Autor

5.2.2.2

Receitas totais

O Gráfico 5.5 demonstra o fluxo de caixa das receitas do empreendimento, configurando um montante de vendas igual à R\$ 20.382.560,00. Este montante é R\$ 254.560,00 maior que o aferido no fluxo do empreendimento convencional, devido ao aumento em R\$ 86,00 no valor do metro quadrado de venda. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE H.

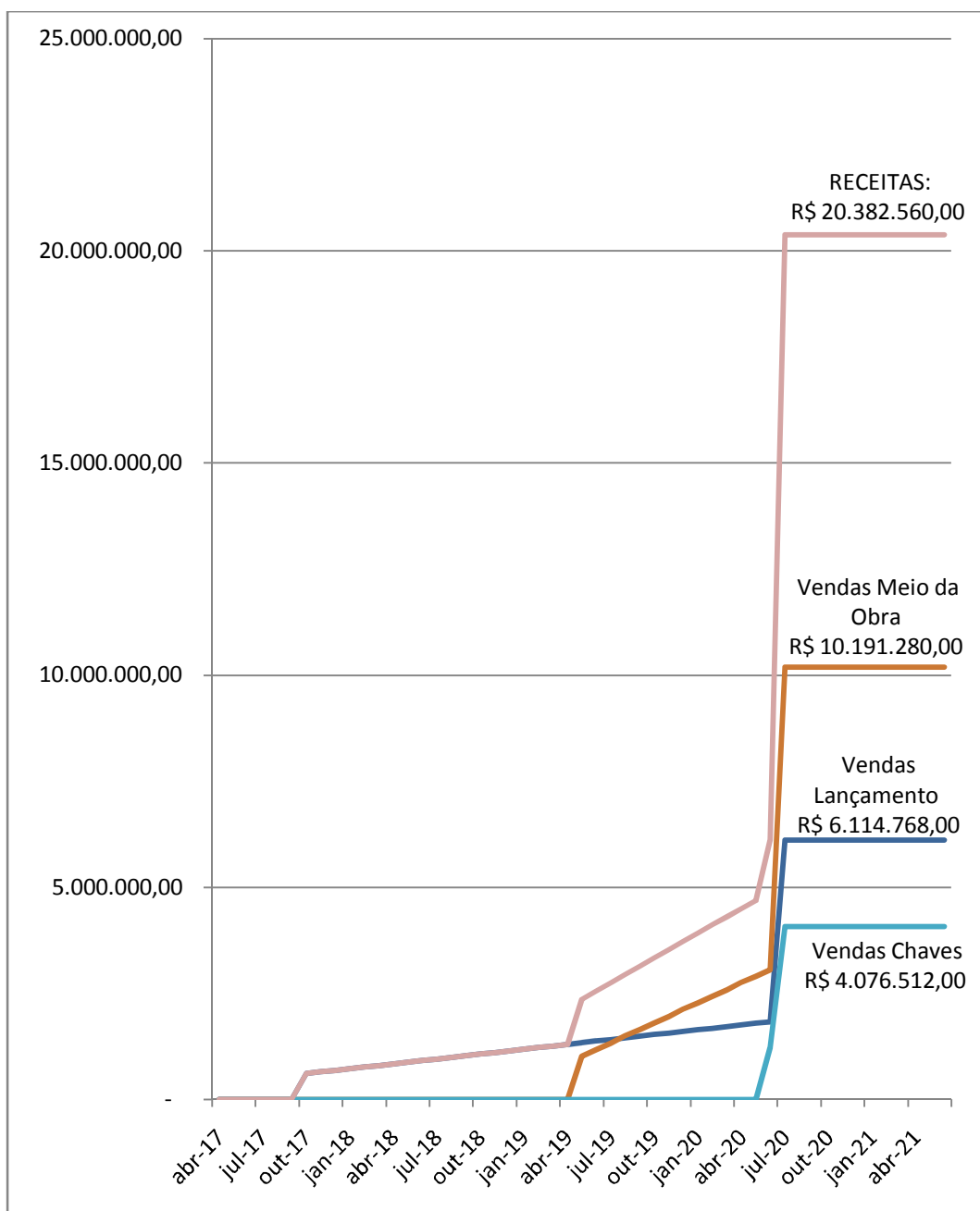


Gráfico 5.5: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica
Fonte: Autor

5.2.2.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.545.214,69, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse efetuado pelos bancos financiadores. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 10.010.232,54. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE I.

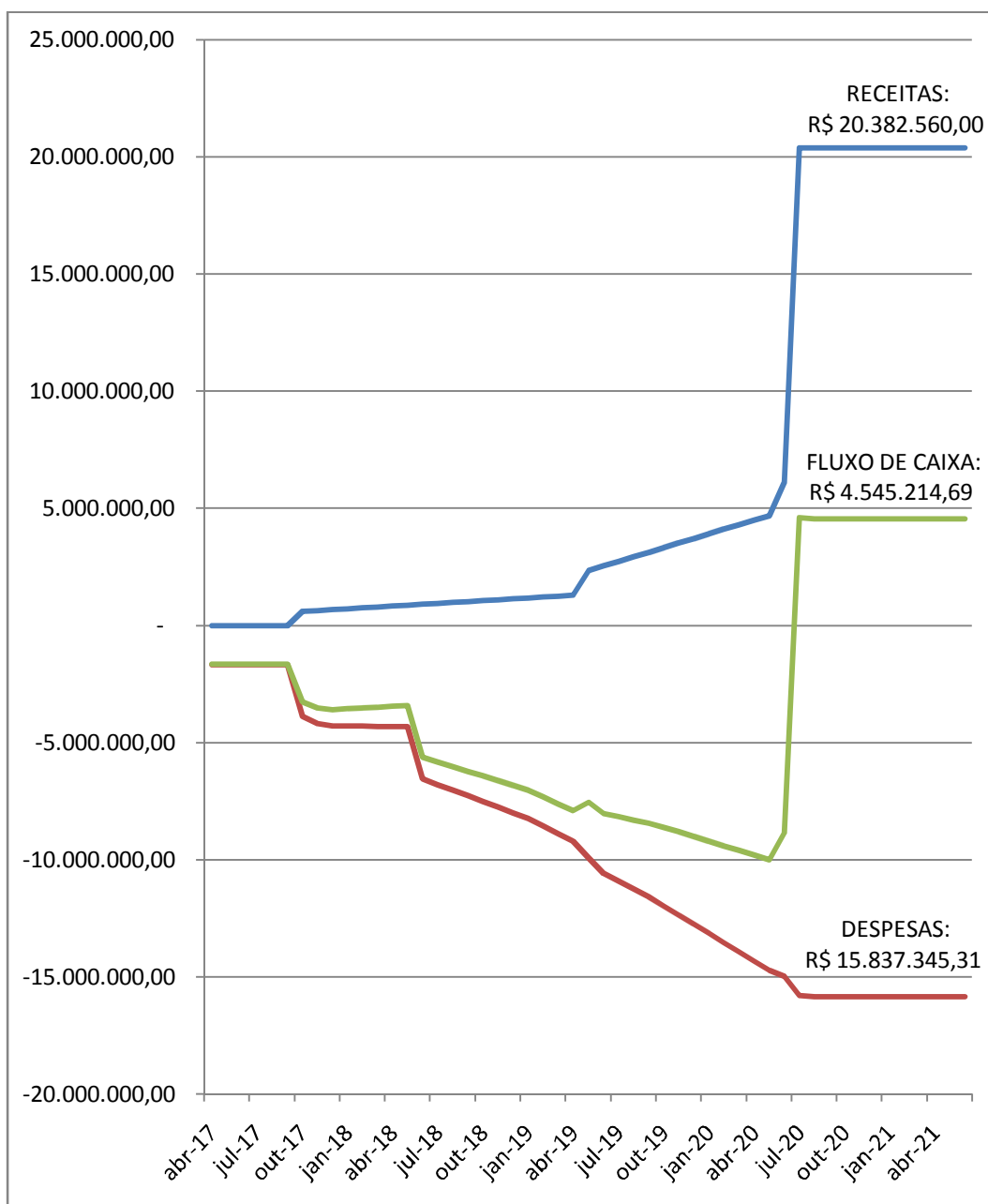


Gráfico 5.6: Resultado do Empreendimento com uso de Energia Solar Fotovoltaica

Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, é possível calcular a TIR do empreendimento. O cálculo é realizado através de planilha automatizada, resultando numa Taxa Interna de Retorno de 20,16%. A Margem, calculada em função do Lucro (R\$ 4.545.214,69) sobre Receitas (R\$ 20.382.560,00), resulta em 22,30% para este cenário, mesmo resultado do cenário convencional. A relação de Receitas (R\$ 20.382.560,00) sobre Despesas (R\$ 15.837.345,31) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29, o mesmo índice alcançado para o cenário convencional (ver Tabela 5.13).

Tabela 5.13: Indicadores de Resultado do Cenário com uso de Energia Solar Fotovoltaica

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,16%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.545.214,69
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 10.010.232,54
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	11,02
VPL à 12% A. A	R\$ 1.375.156,69
VPL à 16% A. A	R\$ 641.788,66
VPL à 18% A. A	R\$ 319.441,22

Fonte: Autor.

5.2.3 Cenário com reuso de águas cinzas

Este cenário contempla o uso do sistema para realizar a reciclagem e reutilização de águas cinzas provenientes de chuveiros e lavatórios, caracterizado no Capítulo 4.2.

5.2.3.1 Despesas totais

Conforme visto no Capítulo 4.2.2, o custo total do sistema perfaz R\$ 88.245,97. A velocidade de desembolso deste valor é igual à velocidade de desembolso da construção convencional, que é de 25% para os primeiros 8 meses, 35% entre o 9º e 16º meses, e 40% nos últimos 8 meses de obra.

Em função das despesas de Incorporação, Gerenciamento de Obra, Projetos e Decoração/Paisagismo estarem atreladas ao custo da construção, e os custos com Promoção e Publicidade, Financiamento Social e Comissão estarem vinculados ao VGV, as despesas do empreendimento aumentam em

R\$ 120.847,75. Isto configura o montante de R\$ 15.761.304,29, conforme Gráfico 5.7. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE J.

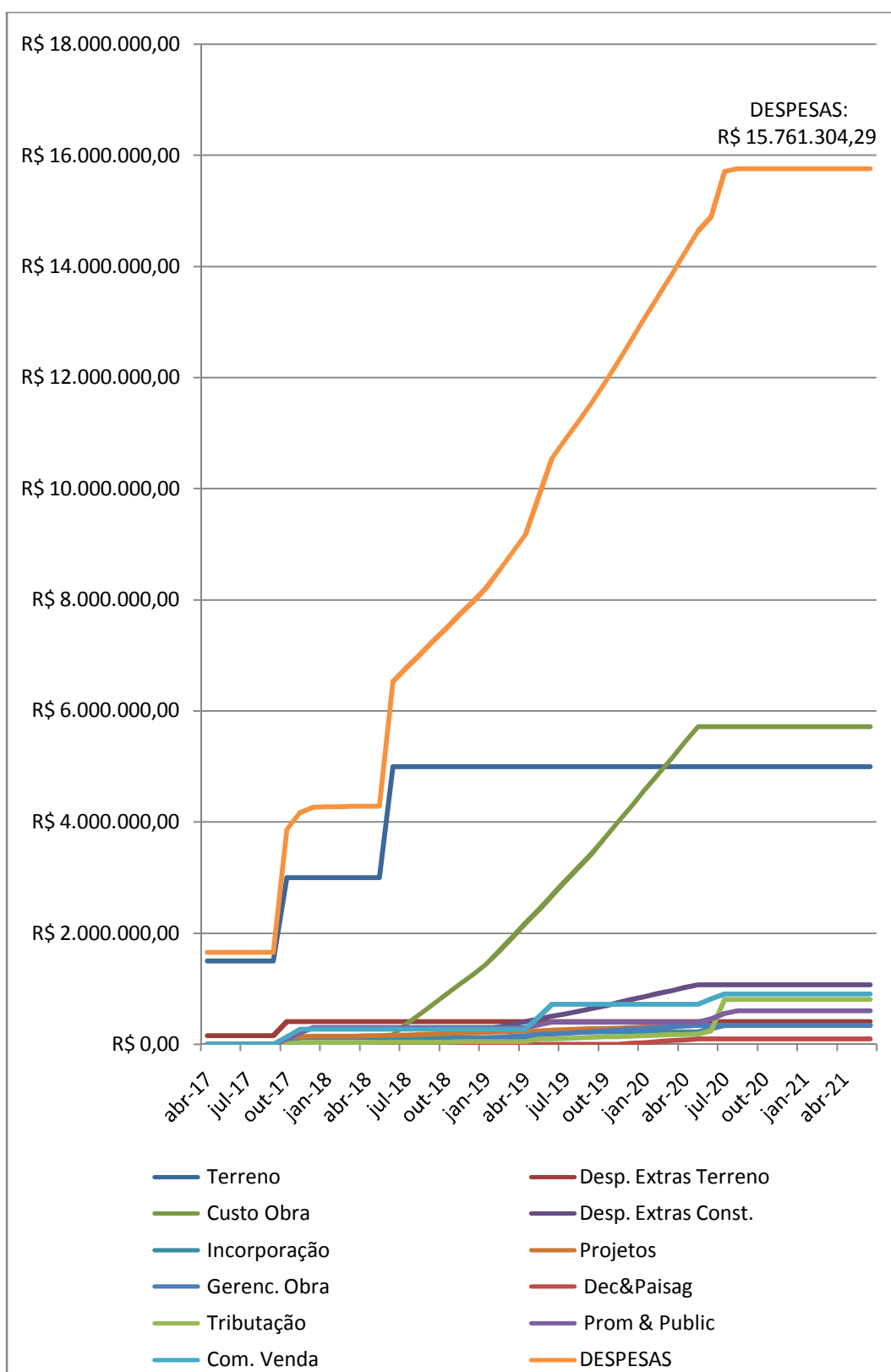


Gráfico 5.7: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Reuso de Águas Cinzas
Fonte: Autor

5.2.3.2

Receitas totais

Este cenário tem seu preço de venda majorado a fim de equalizar o resultado obtido neste cenário com o resultado de pelo incorporador no cenário convencional. O gráfico 5.8 mostra o fluxo de caixa das receitas do empreendimento, configurando um VGV de R\$ 20.284.880,00. Este montante é R\$ 156.880,00 maior que o aferido no fluxo do empreendimento convencional, devido o aumento de R\$ 53,00 no valor do metro quadrado de venda. Este aumento equivalente a 0,78% no preço das unidades é necessário para igualar neste cenário os mesmos 22,30% de Margem alcançados no cenário convencional. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE K.

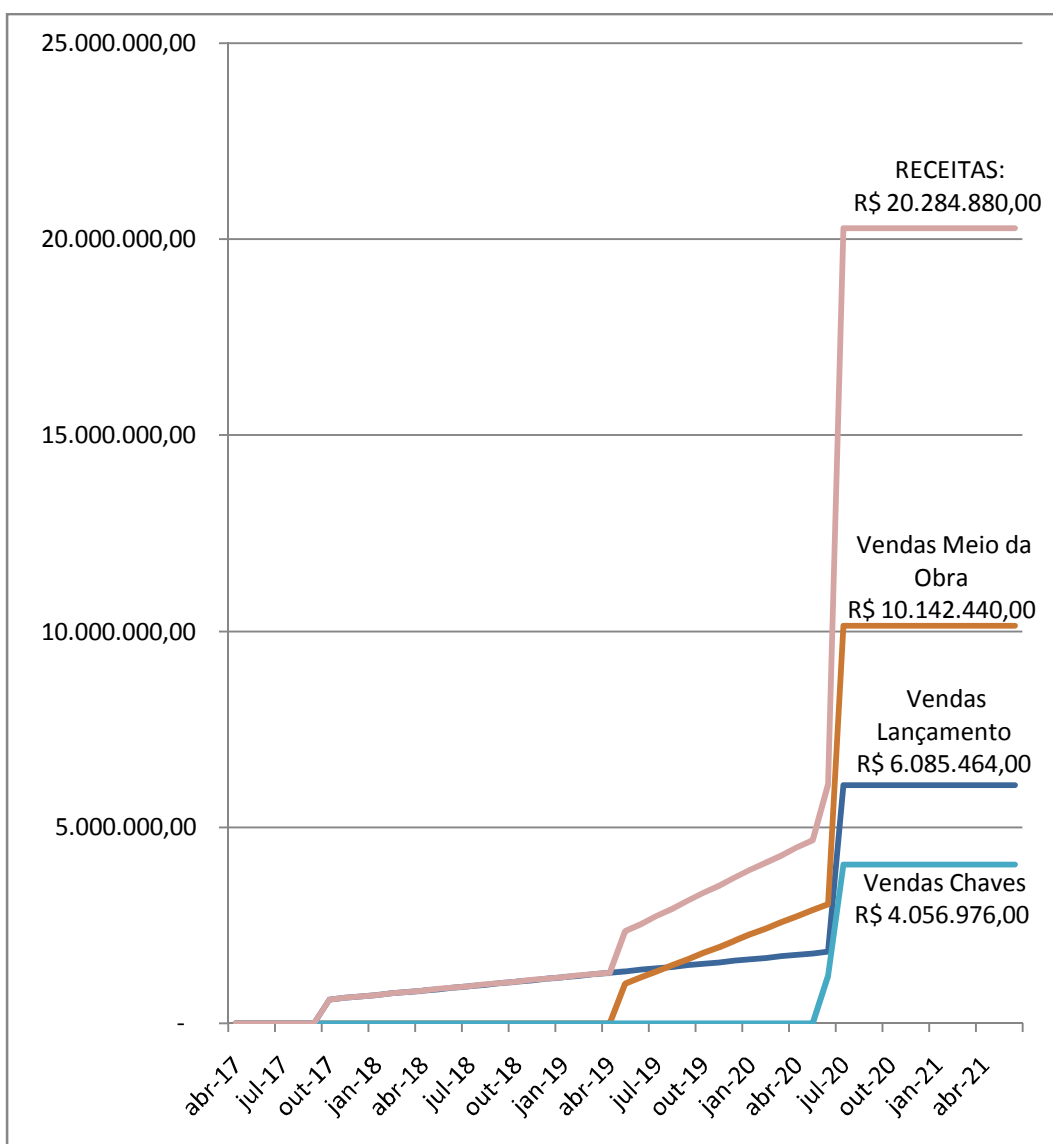


Gráfico 5.8: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Reuso de Águas Cinzas
Fonte: Autor

5.2.3.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.523.575,71, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse efetuado pelos bancos financiadores. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 9.962.490,11. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE L.

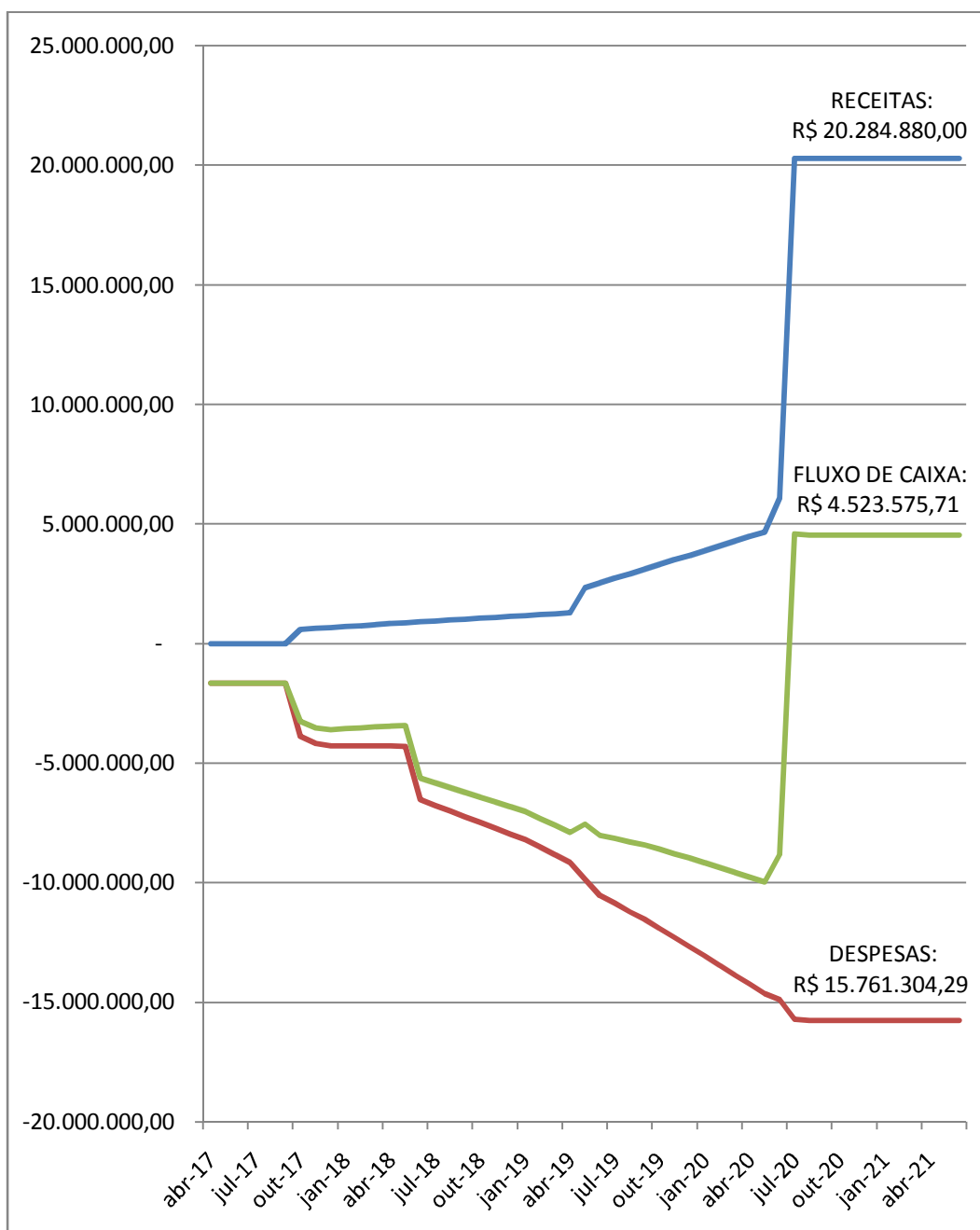


Gráfico 5.9: Resultado do Empreendimento com Sistema de Reuso de Águas Cinzas
Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, verifica-se uma Taxa Interna de Retorno de 20,12%. A Margem é calculada em função do Lucro (R\$ 4.523.575,71) sobre Receitas (R\$ 20.284.880,00), resultando num percentual de 22,30% para o empreendimento. A relação de Receitas (R\$ 20.284.880,00) sobre Despesas (R\$ 15.761.304,29) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29 (ver Tabela 5.14).

Tabela 5.14: Indicadores de Resultado do Cenário com Reuso de Águas Cinzas

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,12%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.523.575,71
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 9.962.490,11
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	10,97
VPL à 12% A. A	R\$ 1.364.697,43
VPL à 16% A. A	R\$ 633.849,23
VPL à 18% A. A	R\$ 312.598,47

Fonte: Autor.

5.2.4 Cenário com captação de água de chuvas

O estudo econômico do empreendimento que faz uso de sistema de captação de água de chuvas possui parâmetros idênticos ao estudo realizado para o cenário convencional, porém inclui o acréscimo do custo de obra referente à implementação do sistema. Este acréscimo tende a reduzir o resultado financeiro do projeto para o incorporador, e portanto o preço vendas é aumentado de forma a equalizar os índices de resultados financeiros, evitando a perda de retorno do investimento em comparação com o cenário convencional.

5.2.4.1

Despesas totais

Conforme observado no Capítulo 4.3.2, o custo total desta tecnologia perfaz R\$ 16.309,13. A velocidade de desembolso deste valor é igual à velocidade de desembolso da construção convencional, que é de 25% para os primeiros 8 meses, 35% entre o 9º e 16º meses, e 40% nos últimos 8 meses de obra.

Em função das despesas de Incorporação, Gerenciamento de Obra, Projetos e Decoração/Paisagismo estarem vinculadas ao custo da construção, e

os custos com Promoção e Publicidade, Financiamento Social e Comissão estarem atrelados ao VGV, as despesas do empreendimento aumentam em R\$ 22.404,13. Isto configura o montante de R\$ 15.662.860,67, conforme Gráfico 5.10. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE M.

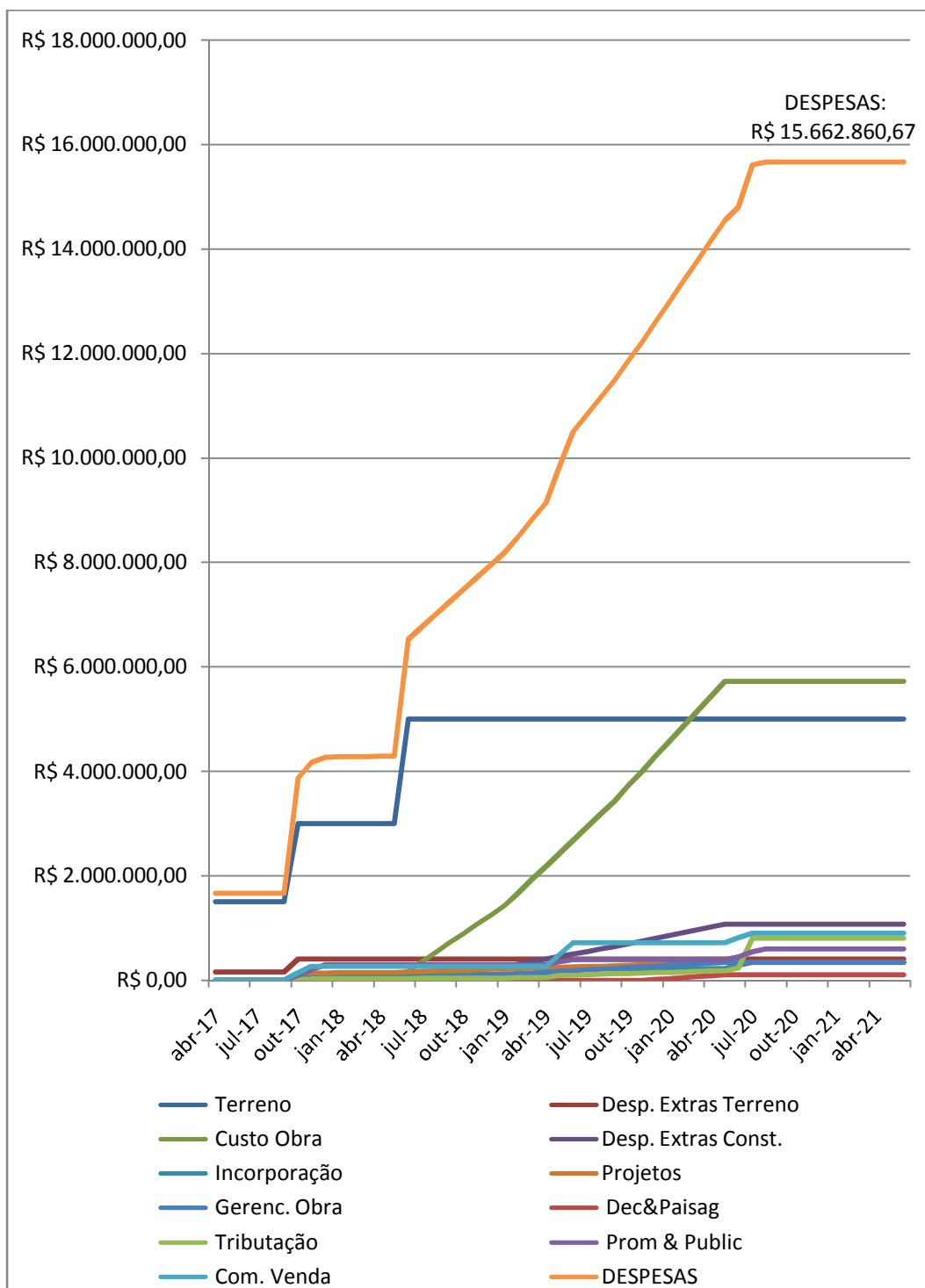


Gráfico 5.10: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas
Fonte: Autor

5.2.4.2

Receitas totais

O Gráfico 5.11 mostra o fluxo de caixa das receitas do empreendimento, configurando um montante de vendas igual à R\$ 20.157.600,00. Este montante é R\$ 29.600,00 maior que o aferido no fluxo do empreendimento convencional, devido ao aumento em R\$ 9,00 no valor do metro quadrado de venda. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE N.

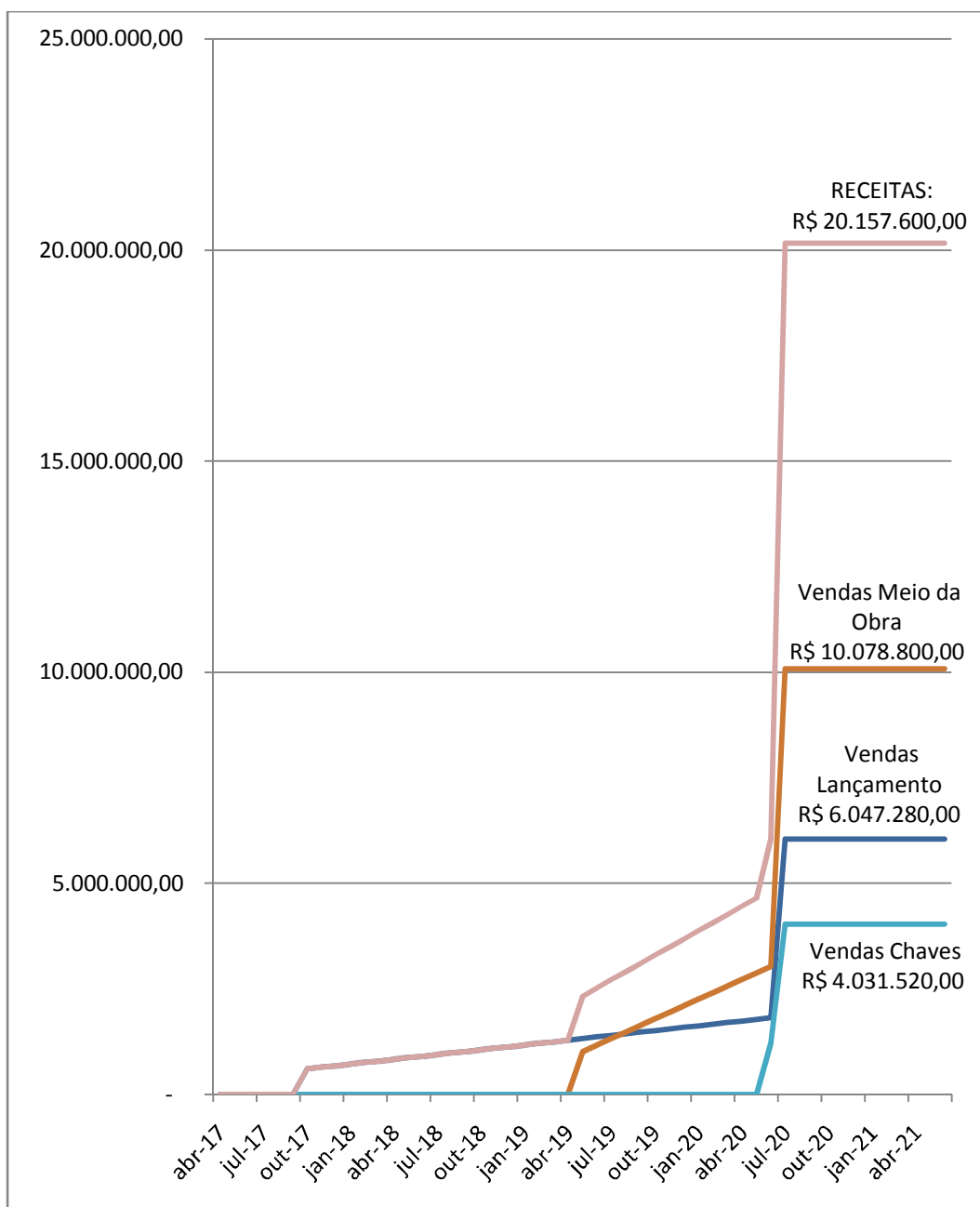


Gráfico 5.11: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas

Fonte: Autor

5.2.4.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.494.739,33, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse efetuado pelos bancos financiadores. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 9.900.911,26. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE O.

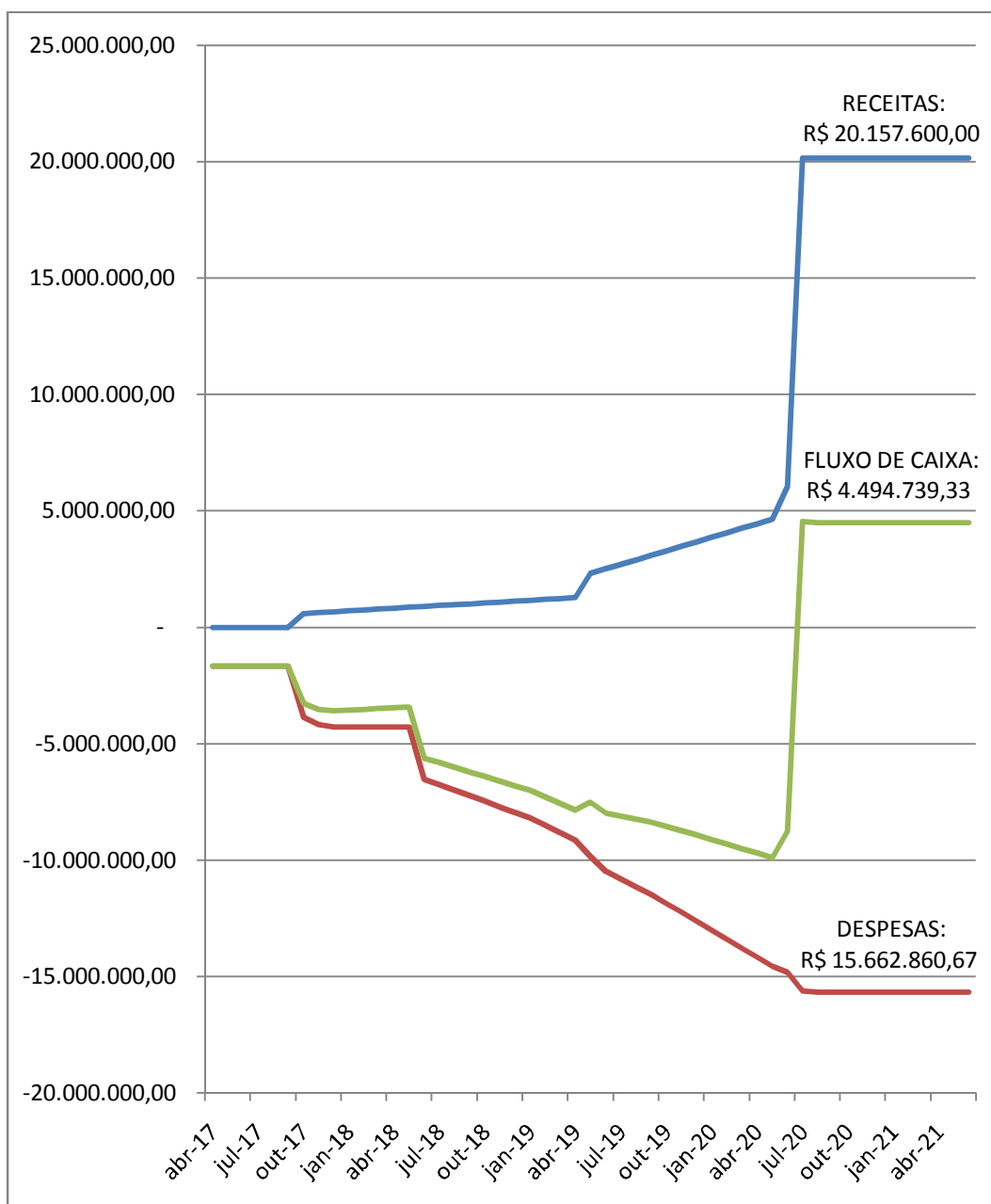


Gráfico 5.12: Resultado do Empreendimento com Captação de Água de Chuvas

Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, verificam-se os principais indicadores de resultado do empreendimento. A Taxa Interna de Retorno resultante é de 20,07%. A Margem é calculada em função do Lucro (R\$ 4.494.739,33) sobre Receitas (R\$ 20.157.600,00), resultando num percentual de 22,30% para o empreendimento. A relação de Receitas (R\$ 20.157.600,00) sobre Despesas (R\$ 15.662.860,67) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29 (ver Tabela 5.15).

Tabela 5.15: Indicadores de Resultado do Cenário com Captação de Água de Chuvas

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,07%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.494.739,33
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 9.900.911,26
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	10,90
VPL à 12% A. A	R\$ 1.350.567,52
VPL à 16% A. A	R\$ 623.038,78
VPL à 18% A. A	R\$ 303.233,57

Fonte: Autor.

5.2.5

Cenário com uso de hidrômetros individualizados

Os parâmetros utilizados seguem os parâmetros definidos no estudo do cenário convencional, porém conta com a inclusão do custo de implementação dos hidrômetros individualizados no custo de construção global. Este custo é relativamente baixo em relação ao custo global de construção, mas ainda assim gera a necessidade de leve incremento no preço de vendas, a fim de equalizar seu resultado com o resultado do cenário convencional.

5.2.5.1

Despesas totais

As despesas totais correspondem aos custos de construção acrescidos dos demais custos de incorporação, contando com o incremento do custo de implementação do sistema de medição individualizado. Conforme visto no Capítulo 4.4.2, o custo de implementação deste sistema é de R\$ 2.310,00 no custo de obra. Conforme explicado no Capítulo 5.2.2.1, este custo extra gera um maior dispêndio com custos administrativos de incorporação atrelados ao custo de obra. Da mesma forma, a necessidade de aumento no preço de vendas gera

um aumento em custos atrelados percentualmente ao VGV do empreendimento. Estes acréscimos resultam no aumento real de R\$ 3.371,95 em relação às despesas totais do estudo convencional, pois o fluxo de caixa demonstra que o montante de despesas totais é de R\$ 15.643.828,49, conforme Gráfico 5.13. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE P.

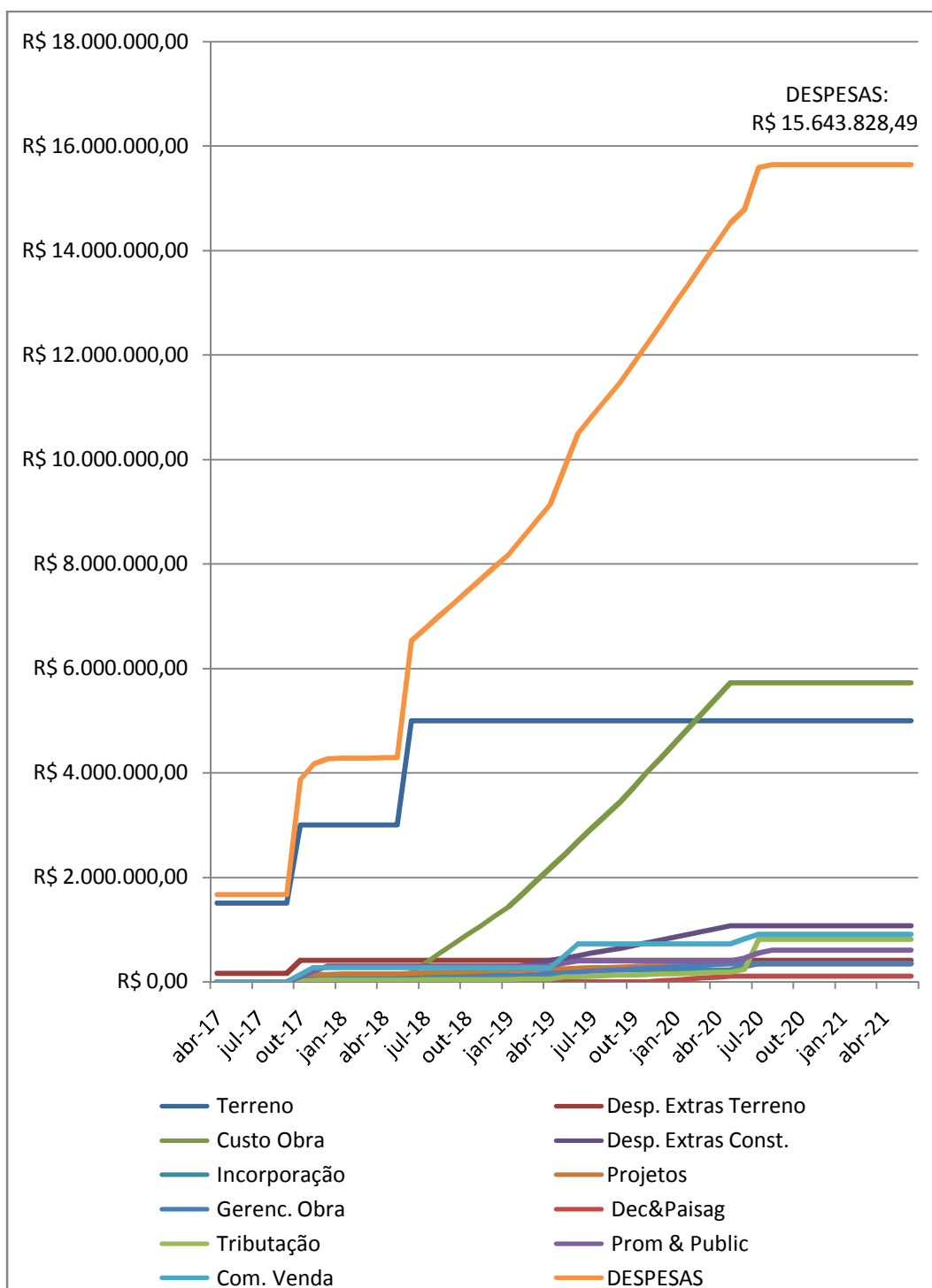


Gráfico 5.13: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados
Fonte: Autor

5.2.5.2

Receitas totais

As receitas totais do empreendimento equivalem ao VGV gerado pelas vendas dos apartamentos. Conforme antecipado no Capítulo 5.2.5, é necessário realizar um incremento no preço de vendas do empreendimento para igualar o resultado financeiro deste cenário com o resultado financeiro do cenário convencional. A fim de manter o mesmo índice de 20,05% referente à TIR e 22,30% referente à Margem, faz-se necessário aumentar em R\$ 2,00 o valor do metro quadrado de venda, passando de R\$ 6.800,00 no cenário convencional para R\$ 6.802,00 no cenário com uso de hidrômetros individualizados. O VGV resultante é de R\$ 20.133.920,00, conforme demonstrado no Gráfico 5.13. O fluxo de receitas completo pode ser conferido no APÊNDICE Q.

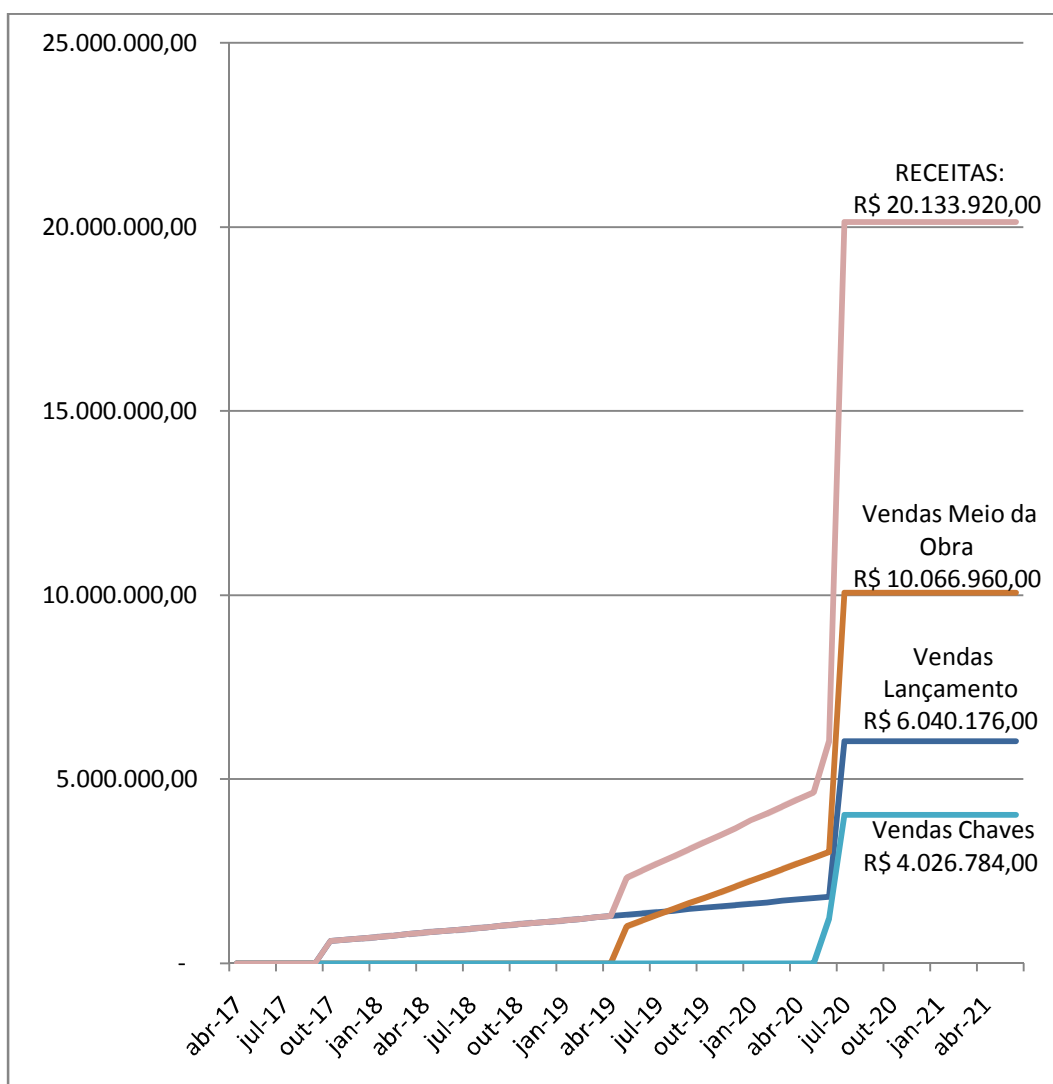


Gráfico 5.14: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados
Fonte: Autor

5.2.5.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.490.091,51, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse efetuado pelos bancos financiadores. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 9.888.747,89. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE R.

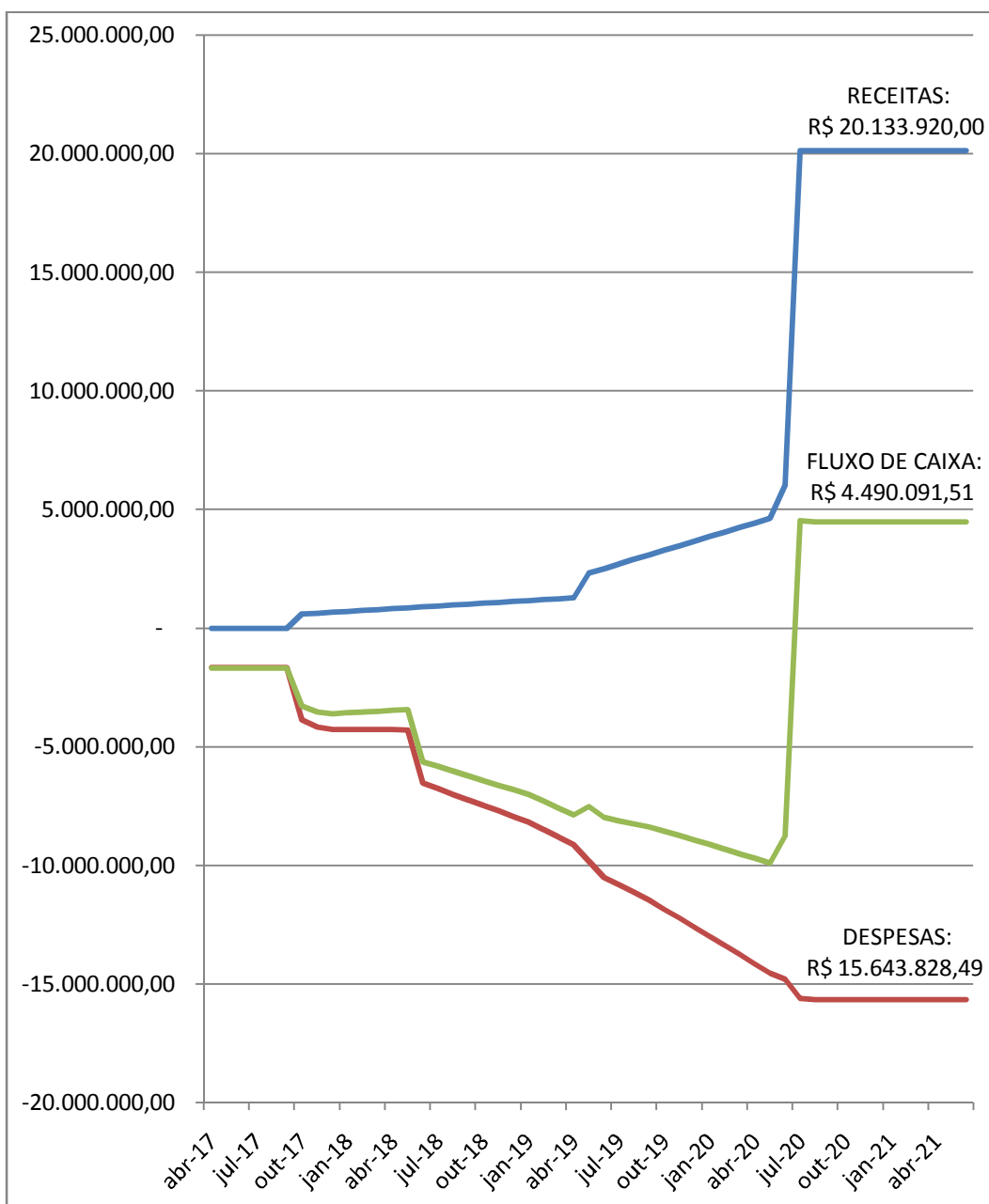


Gráfico 5.15: Resultado do Empreendimento com Uso de Hidrômetros Individualizados
Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, é possível calcular a TIR do empreendimento. O cálculo é realizado através de planilha automatizada, resultando numa Taxa Interna de Retorno de 20,06%. A Margem é calculada em função do Lucro (R\$ 4.490.091,51) sobre Receitas (R\$ 20.133.920,00), resultando num percentual de 22,30%. para o empreendimento, equalizando-se este estudo com o cenário Convencional. A relação de Receitas (R\$ 20.133.920,00) sobre Despesas (R\$ 15.643.828,49) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29 (ver Tabela 5.16).

Tabela 5.16: Indicadores de Resultado do Cenário com uso de Hidrômetros Individualizados

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,06%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.490.091,51
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 9.888.747,89
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	10,89
VPL à 12% A. A.	R\$ 1.348.500,14
VPL à 16% A. A.	R\$ 621.548,58
VPL à 18% A. A.	R\$ 301.993,79

Fonte: Autor.

5.2.6 Cenário com uso de todas as soluções

Este cenário apresenta o uso das soluções sobrepostas, a fim de mensurar os impactos financeiros para o incorporador. Para efeito comparativo, desconsidera-se o fato de que o sistema de reuso de águas cinzas e o sistema de captação de água de chuvas possuem a mesma finalidade de suprir a demanda de água não potável da edificação.

5.2.6.1 Despesas totais

As despesas totais correspondem aos custos de construção acrescidos dos demais custos de incorporação, contando com o incremento do custo de implementação de todos os sistemas sobrepostos. O custo de implementação de todos os sistemas é resultado da soma de todos os custos de implementação, sendo de R\$ 250.739,10 adicionais ao custo global de obra (ver Tabela 5.17).

Tabela 5.17: Custo total de todos os sistemas sustentáveis

Solução Sustentável	Custo (R\$)
Uso de Energia Solar Fotovoltáica	R\$ 143.874,00
Reúso de Águas Cinzas	R\$ 88.245,97
Captação de Água de Chuvas	R\$ 16.309,13
Uso de Hidrômetros Individualizados	R\$ 2.310,00
TOTAL	R\$ 250.739,10

Fonte: Autor.

Conforme explicado no Capítulo 5.2.2.1, o custo extra referente à implementação dos sistemas gera um maior dispêndio com custos administrativos de incorporação atrelados ao custo de obra. Da mesma forma, a necessidade de aumento no preço de vendas gera um aumento em custos atrelados percentualmente ao VGV do empreendimento. Estes acréscimos resultam no aumento real de R\$ 343,171,05 em relação às despesas totais do estudo convencional.

O fluxo de caixa demonstra que o montante de despesas totais é de R\$ 15.983.627,59, conforme Gráfico 5.16. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE S.

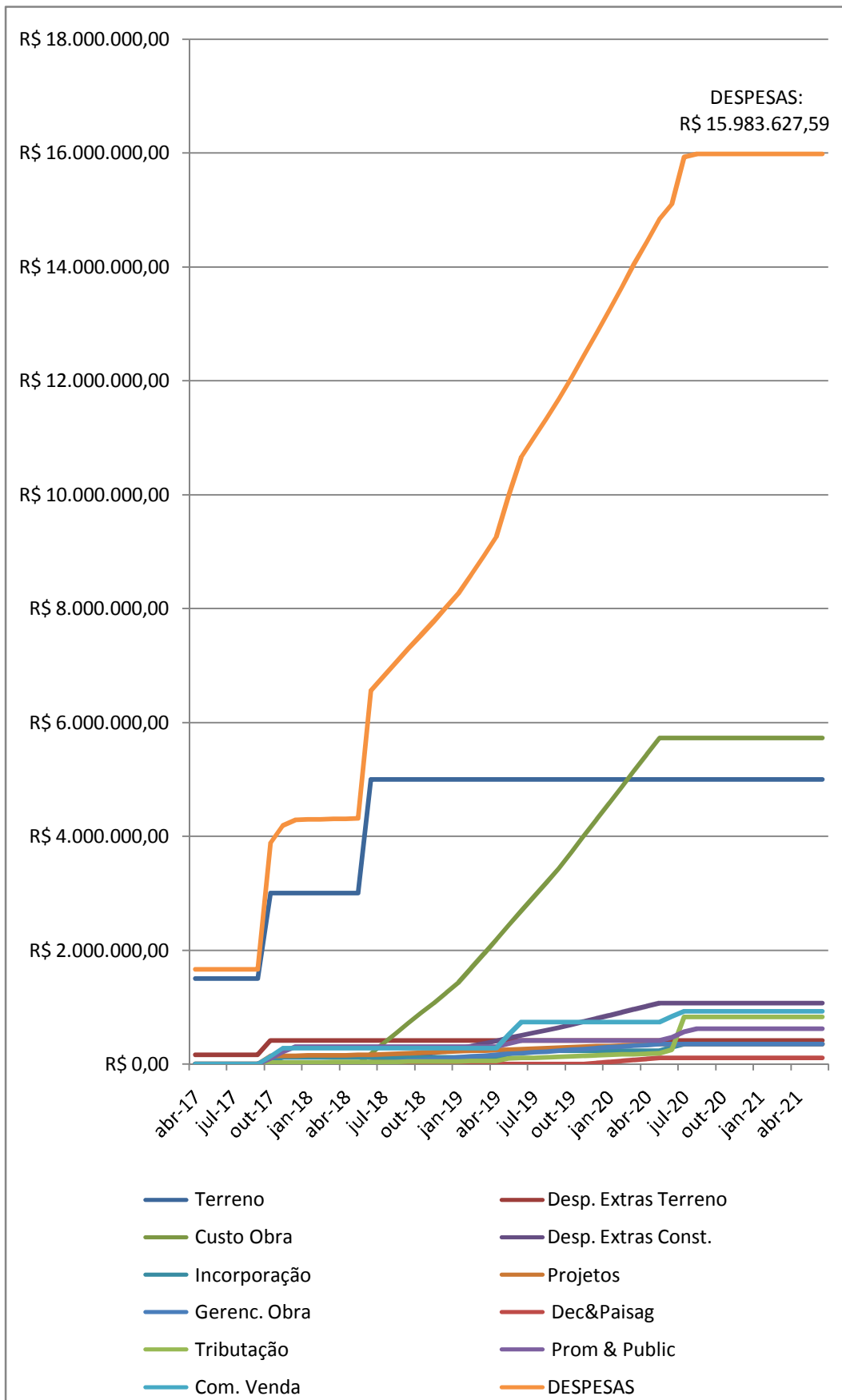


Gráfico 5.16: Gráfico de Despesas Totais do Empreendimento com uso de todas as Soluções
 Fonte: Autor

5.2.6.2

Receitas totais

As receitas totais do empreendimento com uso de todas as soluções equivalem ao VGV gerado pelas vendas dos apartamentos. Conforme antecipado no Capítulo 5.2.5, é necessário realizar um incremento no preço de vendas do empreendimento para igualar o resultado financeiro deste cenário com o resultado financeiro do cenário convencional. A fim de manter o mesmo índice de 20,05% referente à TIR e/ou 22,30% referente à Margem, faz-se necessário aumentar em R\$ 150,00 o valor de venda, passando de R\$ 6.800,00 no cenário convencional para R\$ 6.950,00 no cenário com implementação de todos os sistemas. O VGV resultante é de R\$ 20.572.000,00, conforme demonstrado no Gráfico 5.17. O fluxo de receitas completo pode ser conferido no APÊNDICE T.

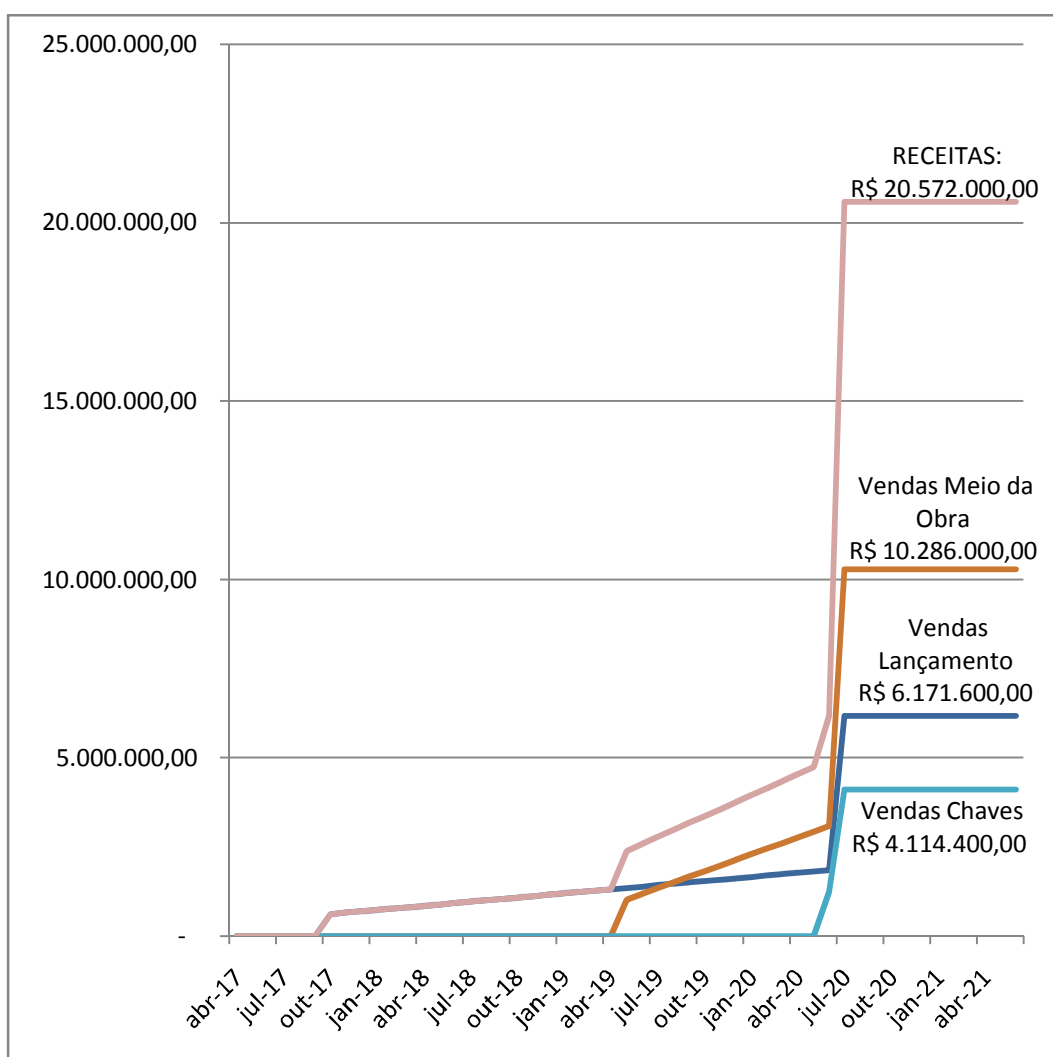


Gráfico 5.17: Gráfico de Receitas Totais do Empreendimento com uso de todas as Soluções
Fonte: Autor

5.2.6.3

Resultado

O resultado entre Despesas e Receitas gera um fluxo de caixa acumulado de R\$ 4.588.372,41, sendo o *Payback* alcançado no 40º mês, por conta dos recebimentos ocorridos durante o momento do Repasse efetuado pelos bancos financiadores. Verifica-se que a exposição máxima de caixa acontece no 38º mês, no valor de R\$ 10.101.649,75. Os valores detalhados podem ser conferidos no APÊNDICE U.

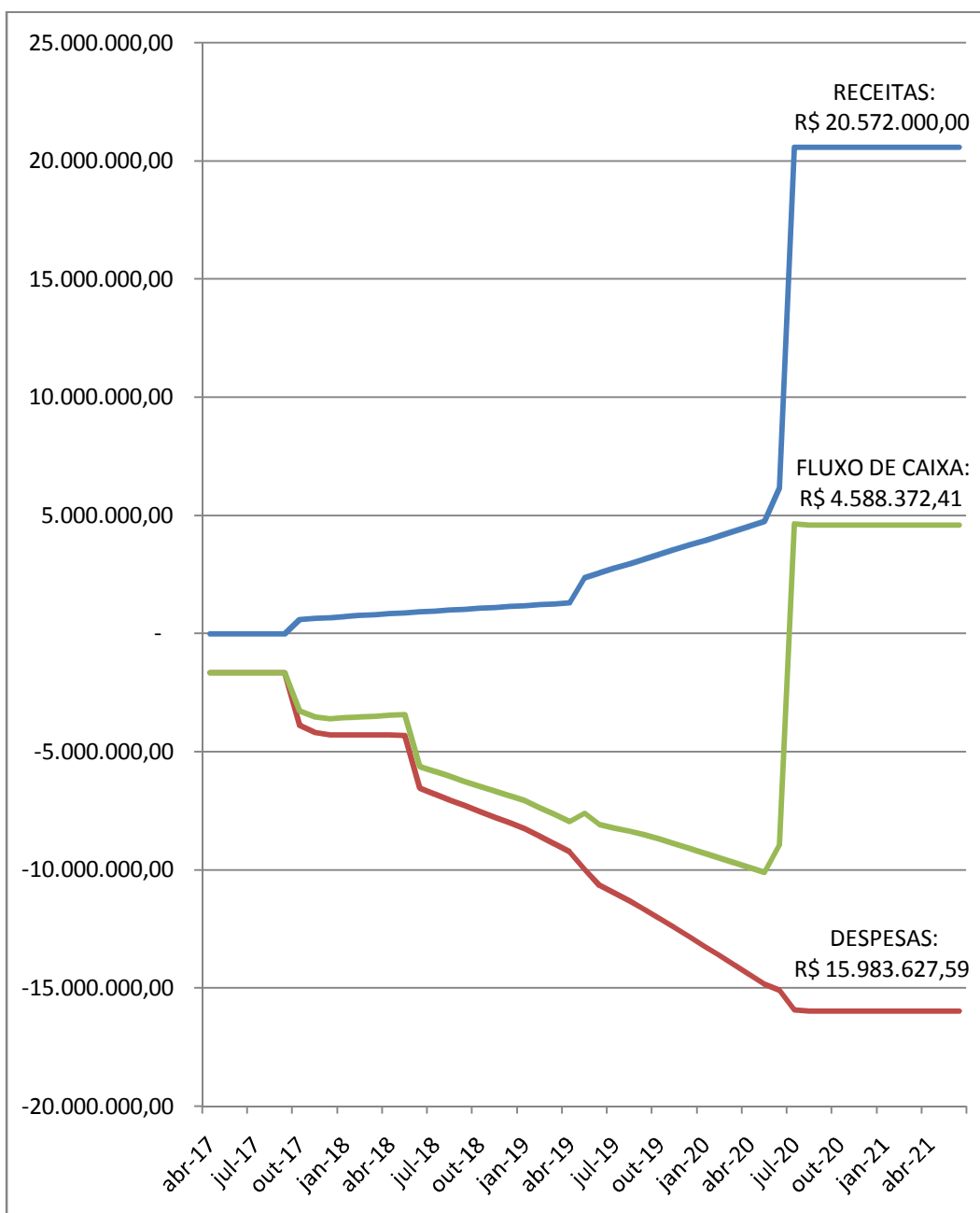


Gráfico 5.18: Resultado do Empreendimento com uso de todas as Soluções
Fonte: Autor

A partir da análise do fluxo de caixa acumulado, é possível calcular a TIR do empreendimento. O cálculo é realizado através de planilha automatizada, resultando numa Taxa Interna de Retorno de 20,25%. A Margem é calculada em função do Lucro (R\$ 4.588.372,41) sobre Receitas (R\$ 20.572.000,00), resultando num percentual de 22,30% para o empreendimento. A relação de Receitas (R\$ 20.572.000,00) sobre Despesas (R\$ 15.983.627,59) fornece o indicador de Coverage calculado em 1,29 (ver Tabela 5.18).

Tabela 5.18: Indicadores de Resultados do Cenário com uso de todas as Soluções

INDICADOR	VALOR
Taxa Interna de Retorno A. A.	20,25%
Margem	22,30%
Lucro	R\$ 4.588.372,41
Payback	40
Exposição Máxima	R\$ 10.101.649,75
Coverage	1,29
Lucro / Terreno	11,12
VPL à 12% A. A.	R\$ 1.396.373,96
VPL à 16% A. A.	R\$ 658.051,89
VPL à 18% A. A.	R\$ 333.546,79

Fonte: Autor.

5.3

Estudos de viabilidade financeira para o comprador

A partir dos estudos de viabilidade financeira de incorporação são obtidos dados para realizar os estudos de viabilidade voltados para o cliente comprador. A principal informação fornecida é referente ao incremento no preço de venda das unidades em cada cenário, correspondendo aos custos dos sistemas para o adquirente do imóvel. Em conjunto aos dados sobre economias resultantes, é possível apresentar para cada cenário o período de retorno do investimento para este consumidor, escolhendo-se dois indicadores: *payback* descontado e Valor Presente Líquido. Estas metodologias de análise são utilizadas por Motta (2014) e Bagatini et al (2015) para verificar a viabilidade financeira de sistemas fotovoltaicos em edificações.

Para este trabalho, não se utiliza uma possível taxa anual de depreciação dos equipamentos, mas se considera que no mês posterior ao fim do período de vida útil dos mesmos há necessidade de re-investir 100% do custo de implementação do mesmo. Esta situação é visível ao se analisar a viabilidade do sistema fotovoltaico e de hidrômetros individualizados, cujos períodos de vida útil são respectivamente de 20 e 10 anos. Para os sistemas de reuso de águas cinzas e captação de água de chuvas, o período de vida útil é estimado em 60

anos, não se aplicando este conceito. Da mesma forma, conforme mencionado por Cordeiro (2009, p. 120), não se considera um possível valor residual dos equipamentos ao final de sua vida útil, pois parte-se do princípio de que os mesmos não terão valor comercial devido ao desgaste provocado pelo seu funcionamento.

5.3.1 Cenário com uso de energia solar fotovoltaica

Para este cenário, verificou-se a necessidade de se realizar um aumento de R\$ 86,00 no metro quadrado de venda do imóvel. Em função dos 92,5 m² de área, a inclusão do sistema resulta num acréscimo equivalente a R\$ 7.955,00 para o apartamento, o que corresponde ao investimento à mais realizado pelo comprador para adquirir o imóvel.

Para o cálculo de *payback* descontado, aplica-se uma taxa de desconto para trazer os valores do fluxo de caixa à valor presente. Concomitantemente, é necessário considerar o fator de correção monetária nos custos de operação, bem como a correção tarifária que modifica anualmente os valores de economia do consumo. Observa-se que no caso deste sistema, o custo de operação é igual à zero.

A fim de trazer o fluxo de caixa para valor presente, utiliza-se como taxa de desconto, equivalente à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o índice de 11,25% ao ano, correspondente à Taxa Selic vigente no mês base de Abril de 2017 (BRASIL, 2017). Em relação ao reajuste tarifário anual, utiliza-se a taxa divulgada pela ANEEL (2017) de 9,78%, correspondente ao último reajuste anual ocorrido em 15/03/2017 referente à tarifa residencial operada pela distribuidora Light S.A. Desta forma, a Tabela 5.19 demonstra anualmente o fluxo de caixa do investimento, para o período pré-definido de 60 anos.

Para o primeiro ano, a economia de consumo mensal de R\$ 94,89 corresponde à R\$ 1.138,68 anuais. O fluxo de caixa indica que o saldo fica positivo após 8,2 anos, tornando o investimento viável para o período de 20 anos, equivalente ao tempo de vida útil do sistema. Após este período, verifica-se a necessidade de fazer novamente o investimento no sistema no 21º e 41º anos. Nestes eventos, adota-se que o custo do sistema é igual ao custo de implementação calculado no Capítulo 4.1.2, pois se considera que estes investimentos são realizados diretamente pelo condomínio, não havendo necessidade de considerar o valor majorado pelos custos de incorporação.

Trabalha-se também com a hipótese de que no momento desses re-investimentos o custo será idêntico ao valor base do mês de abril de 2017, considerando que o efeito da correção monetária é anulado pelo provável barateamento do custo da tecnologia após o período de 21 e 41 anos. Assim, mesmo com a necessidade de efetuar dois re-investimentos, o saldo do fluxo de caixa sempre se mantém positivo após 8 anos e 2 meses, confirmando a viabilidade do investimento.

Tabela 5.19: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema fotovoltaico por apartamento

Ano	Investimento	Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado	Valor Presente Líquido	Saldo
0	-R\$ 7.955,00				-R\$ 7.955,00	
1		R\$ 0,00	R\$ 1.138,68	R\$ 1.138,68	R\$ 1.023,53	-R\$ 6.931,47
2		R\$ 0,00	R\$ 1.250,04	R\$ 1.250,04	R\$ 1.010,01	-R\$ 5.921,46
3		R\$ 0,00	R\$ 1.372,30	R\$ 1.372,30	R\$ 996,66	-R\$ 4.924,80
4		R\$ 0,00	R\$ 1.506,51	R\$ 1.506,51	R\$ 983,49	-R\$ 3.941,30
5		R\$ 0,00	R\$ 1.653,84	R\$ 1.653,84	R\$ 970,50	-R\$ 2.970,81
6		R\$ 0,00	R\$ 1.815,59	R\$ 1.815,59	R\$ 957,67	-R\$ 2.013,13
7		R\$ 0,00	R\$ 1.993,15	R\$ 1.993,15	R\$ 945,02	-R\$ 1.068,11
8		R\$ 0,00	R\$ 2.188,09	R\$ 2.188,09	R\$ 932,53	-R\$ 135,58
9		R\$ 0,00	R\$ 2.402,08	R\$ 2.402,08	R\$ 920,21	R\$ 784,63
10		R\$ 0,00	R\$ 2.637,00	R\$ 2.637,00	R\$ 908,05	R\$ 1.692,68
11		R\$ 0,00	R\$ 2.894,90	R\$ 2.894,90	R\$ 896,05	R\$ 2.588,74
12		R\$ 0,00	R\$ 3.178,02	R\$ 3.178,02	R\$ 884,21	R\$ 3.472,95
13		R\$ 0,00	R\$ 3.488,83	R\$ 3.488,83	R\$ 872,53	R\$ 4.345,48
14		R\$ 0,00	R\$ 3.830,04	R\$ 3.830,04	R\$ 861,00	R\$ 5.206,48
15		R\$ 0,00	R\$ 4.204,62	R\$ 4.204,62	R\$ 849,62	R\$ 6.056,10
16		R\$ 0,00	R\$ 4.615,83	R\$ 4.615,83	R\$ 838,40	R\$ 6.894,50
17		R\$ 0,00	R\$ 5.067,26	R\$ 5.067,26	R\$ 827,32	R\$ 7.721,82
19		R\$ 0,00	R\$ 5.562,84	R\$ 5.562,84	R\$ 733,83	R\$ 8.455,65
20		R\$ 0,00	R\$ 6.106,89	R\$ 6.106,89	R\$ 724,13	R\$ 9.179,78
21	-R\$ 4.496,06	R\$ 0,00	R\$ 6.704,14	R\$ 6.704,14	R\$ 714,57	R\$ 5.398,29
22		R\$ 0,00	R\$ 7.359,80	R\$ 7.359,80	R\$ 705,12	R\$ 6.103,42
23		R\$ 0,00	R\$ 8.079,59	R\$ 8.079,59	R\$ 695,81	R\$ 6.799,22
24		R\$ 0,00	R\$ 8.869,78	R\$ 8.869,78	R\$ 686,61	R\$ 7.485,84
25		R\$ 0,00	R\$ 9.737,24	R\$ 9.737,24	R\$ 677,54	R\$ 8.163,38
26		R\$ 0,00	R\$ 10.689,54	R\$ 10.689,54	R\$ 668,59	R\$ 8.831,96
27		R\$ 0,00	R\$ 11.734,98	R\$ 11.734,98	R\$ 659,75	R\$ 9.491,72
28		R\$ 0,00	R\$ 12.882,66	R\$ 12.882,66	R\$ 651,04	R\$ 10.142,75
29		R\$ 0,00	R\$ 14.142,59	R\$ 14.142,59	R\$ 642,43	R\$ 10.785,19
30		R\$ 0,00	R\$ 15.525,73	R\$ 15.525,73	R\$ 633,94	R\$ 11.419,13
31		R\$ 0,00	R\$ 17.044,15	R\$ 17.044,15	R\$ 625,57	R\$ 12.044,70
32		R\$ 0,00	R\$ 18.711,06	R\$ 18.711,06	R\$ 617,30	R\$ 12.662,00
33		R\$ 0,00	R\$ 20.541,01	R\$ 20.541,01	R\$ 609,15	R\$ 13.271,15
34		R\$ 0,00	R\$ 22.549,92	R\$ 22.549,92	R\$ 601,10	R\$ 13.872,25
35		R\$ 0,00	R\$ 24.755,30	R\$ 24.755,30	R\$ 593,15	R\$ 14.465,40
36		R\$ 0,00	R\$ 27.176,37	R\$ 27.176,37	R\$ 585,32	R\$ 15.050,72
37		R\$ 0,00	R\$ 29.834,22	R\$ 29.834,22	R\$ 577,58	R\$ 15.628,30
38		R\$ 0,00	R\$ 32.752,00	R\$ 32.752,00	R\$ 569,95	R\$ 16.198,25
39		R\$ 0,00	R\$ 35.955,15	R\$ 35.955,15	R\$ 562,42	R\$ 16.760,67
40		R\$ 0,00	R\$ 39.471,56	R\$ 39.471,56	R\$ 554,99	R\$ 17.315,66
41	-R\$ 4.496,06	R\$ 0,00	R\$ 43.331,88	R\$ 43.331,88	R\$ 547,65	R\$ 13.367,25
42		R\$ 0,00	R\$ 47.569,74	R\$ 47.569,74	R\$ 540,42	R\$ 13.907,67
43		R\$ 0,00	R\$ 52.222,06	R\$ 52.222,06	R\$ 533,28	R\$ 14.440,95
44		R\$ 0,00	R\$ 57.329,37	R\$ 57.329,37	R\$ 526,23	R\$ 14.967,18
45		R\$ 0,00	R\$ 62.936,19	R\$ 62.936,19	R\$ 519,28	R\$ 15.486,45
46		R\$ 0,00	R\$ 69.091,35	R\$ 69.091,35	R\$ 512,42	R\$ 15.998,87
47		R\$ 0,00	R\$ 75.848,48	R\$ 75.848,48	R\$ 505,65	R\$ 16.504,52
48		R\$ 0,00	R\$ 83.266,46	R\$ 83.266,46	R\$ 498,96	R\$ 17.003,48
49		R\$ 0,00	R\$ 91.409,92	R\$ 91.409,92	R\$ 492,37	R\$ 17.495,85
50		R\$ 0,00	R\$ 100.349,81	R\$ 100.349,81	R\$ 485,86	R\$ 17.981,72
51		R\$ 0,00	R\$ 110.164,02	R\$ 110.164,02	R\$ 479,44	R\$ 18.461,16
52		R\$ 0,00	R\$ 120.938,06	R\$ 120.938,06	R\$ 473,11	R\$ 18.934,27
53		R\$ 0,00	R\$ 132.765,81	R\$ 132.765,81	R\$ 466,86	R\$ 19.401,13
54		R\$ 0,00	R\$ 145.750,30	R\$ 145.750,30	R\$ 460,69	R\$ 19.861,82
55		R\$ 0,00	R\$ 160.004,68	R\$ 160.004,68	R\$ 454,60	R\$ 20.316,42
56		R\$ 0,00	R\$ 175.653,14	R\$ 175.653,14	R\$ 448,60	R\$ 20.765,02
57		R\$ 0,00	R\$ 192.832,02	R\$ 192.832,02	R\$ 442,67	R\$ 21.207,68
58		R\$ 0,00	R\$ 211.690,99	R\$ 211.690,99	R\$ 436,82	R\$ 21.644,50
59		R\$ 0,00	R\$ 232.394,37	R\$ 232.394,37	R\$ 431,05	R\$ 22.075,55
60		R\$ 0,00	R\$ 255.122,54	R\$ 255.122,54	R\$ 425,35	R\$ 22.500,90

Fonte: Autor.

5.3.2 Cenário com reuso de águas cinzas

O estudo de viabilidade financeira de incorporação demonstra que inclusão do sistema de reuso de águas cinzas gera um aumento do preço de vendas da ordem de R\$ 53,00 por metro quadrado. Isto resulta na necessidade de investimento de mais R\$ 4.902,50 por parte do comprador para se adquirir o imóvel.

Para se obter o indicador de *payback* descontado, aplicam-se simultaneamente uma taxa de correção monetária ao custo de operação, uma taxa equivalente ao reajuste anual da tarifa de água e uma taxa de desconto (entendida como a Taxa Mínima de Atratividade). A taxa de correção monetária é estabelecida em função do índice IGP-M acumulado para os últimos doze meses, tomando como mês base Abril de 2017. Verifica-se o valor deste índice equivalente à 3,37% (ADVFN BRASIL, 2017). Para estabelecer a taxa de reajuste anual a ser aplicada, toma-se por base o último reajuste anual efetuado pela CEDAE, equivalente à 12,709% para o período de Agosto de 2016 à Junho de 2017 (AGENERSA, 2016). A Taxa Mínima de Atratividade adotada é equivalente à Taxa Selic vigente no período de Abril de 2017, correspondente à 11,25% ao ano (BRASIL, 2017).

A partir destas premissas, é elaborado fluxo de caixa do investimento constante na Tabela 5.20. Para o primeiro ano, o custo operacional mensal de R\$ 10,74 equivale a um custo anual de R\$ 128,88, e a economia de consumo mensal de R\$ 17,73 corresponde à R\$ 212,76 anuais. Conforme o Capítulo 4.2.4, estipula-se um período de vida útil de 60 anos para o sistema, não havendo necessidade de re-investimento durante este período. Verifica-se assim que o retorno do investimento encontrado pelo método de *payback* descontado é alcançado após 29 anos e 7 meses de operação do sistema. Pode-se avaliar que o sistema é viável para o período de análise, porém observa-se que se trata de um investimento de longo prazo, podendo ser considerado pouco atrativo para o comprador.

Tabela 5.20: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema de reuso de águas cinzas por apartamento

Ano	Investimento	Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado	Valor Presente Líquido	Saldo
0	-R\$ 4.902,50				-R\$ 4.902,50	
1		R\$ 128,88	R\$ 212,76	R\$ 83,88	R\$ 75,40	-R\$ 4.827,10
2		R\$ 133,22	R\$ 239,88	R\$ 106,66	R\$ 86,18	-R\$ 4.740,92
3		R\$ 137,71	R\$ 270,47	R\$ 132,75	R\$ 96,42	-R\$ 4.644,51
4		R\$ 142,35	R\$ 304,95	R\$ 162,60	R\$ 106,15	-R\$ 4.538,36
5		R\$ 147,15	R\$ 343,83	R\$ 196,68	R\$ 115,41	-R\$ 4.422,95
6		R\$ 152,11	R\$ 387,66	R\$ 235,55	R\$ 124,25	-R\$ 4.298,70
7		R\$ 157,24	R\$ 437,09	R\$ 279,85	R\$ 132,69	-R\$ 4.166,01
8		R\$ 162,54	R\$ 492,81	R\$ 330,27	R\$ 140,76	-R\$ 4.025,25
9		R\$ 168,01	R\$ 555,64	R\$ 387,63	R\$ 148,49	-R\$ 3.876,76
10		R\$ 173,67	R\$ 626,48	R\$ 452,80	R\$ 155,92	-R\$ 3.720,84
11		R\$ 179,53	R\$ 706,35	R\$ 526,82	R\$ 163,06	-R\$ 3.557,77
12		R\$ 185,58	R\$ 796,40	R\$ 610,82	R\$ 169,95	-R\$ 3.387,83
13		R\$ 191,83	R\$ 897,93	R\$ 706,10	R\$ 176,59	-R\$ 3.211,24
14		R\$ 198,30	R\$ 1.012,41	R\$ 814,11	R\$ 183,01	-R\$ 3.028,22
15		R\$ 204,98	R\$ 1.141,48	R\$ 936,50	R\$ 189,24	-R\$ 2.838,99
16		R\$ 211,89	R\$ 1.287,01	R\$ 1.075,12	R\$ 195,28	-R\$ 2.643,71
17		R\$ 219,03	R\$ 1.451,09	R\$ 1.232,06	R\$ 201,16	-R\$ 2.442,55
19		R\$ 226,41	R\$ 1.636,08	R\$ 1.409,68	R\$ 185,96	-R\$ 2.256,59
20		R\$ 234,04	R\$ 1.844,67	R\$ 1.610,63	R\$ 190,98	-R\$ 2.065,61
21		R\$ 241,93	R\$ 2.079,85	R\$ 1.837,92	R\$ 195,90	-R\$ 1.869,71
22		R\$ 250,08	R\$ 2.345,01	R\$ 2.094,93	R\$ 200,71	-R\$ 1.669,00
23		R\$ 258,51	R\$ 2.643,97	R\$ 2.385,46	R\$ 205,43	-R\$ 1.463,57
24		R\$ 267,22	R\$ 2.981,05	R\$ 2.713,83	R\$ 210,08	-R\$ 1.253,49
25		R\$ 276,22	R\$ 3.361,10	R\$ 3.084,88	R\$ 214,65	-R\$ 1.038,83
26		R\$ 285,53	R\$ 3.789,61	R\$ 3.504,08	R\$ 219,17	-R\$ 819,67
27		R\$ 295,15	R\$ 4.272,75	R\$ 3.977,60	R\$ 223,62	-R\$ 596,04
28		R\$ 305,10	R\$ 4.817,48	R\$ 4.512,38	R\$ 228,04	-R\$ 368,01
29		R\$ 315,38	R\$ 5.431,66	R\$ 5.116,28	R\$ 232,41	-R\$ 135,60
30		R\$ 326,01	R\$ 6.124,15	R\$ 5.798,14	R\$ 236,75	R\$ 101,15
31		R\$ 337,00	R\$ 6.904,91	R\$ 6.567,92	R\$ 241,06	R\$ 342,21
32		R\$ 348,35	R\$ 7.785,22	R\$ 7.436,87	R\$ 245,35	R\$ 587,56
33		R\$ 360,09	R\$ 8.777,76	R\$ 8.417,67	R\$ 249,63	R\$ 837,19
34		R\$ 372,23	R\$ 9.896,84	R\$ 9.524,61	R\$ 253,89	R\$ 1.091,08
35		R\$ 384,77	R\$ 11.158,58	R\$ 10.773,81	R\$ 258,15	R\$ 1.349,23
36		R\$ 397,74	R\$ 12.581,19	R\$ 12.183,45	R\$ 262,40	R\$ 1.611,63
37		R\$ 411,14	R\$ 14.185,17	R\$ 13.774,02	R\$ 266,66	R\$ 1.878,29
38		R\$ 425,00	R\$ 15.993,63	R\$ 15.568,63	R\$ 270,93	R\$ 2.149,22
39		R\$ 439,32	R\$ 18.032,66	R\$ 17.593,34	R\$ 275,20	R\$ 2.424,42
40		R\$ 454,13	R\$ 20.331,65	R\$ 19.877,52	R\$ 279,49	R\$ 2.703,91
41		R\$ 469,43	R\$ 22.923,73	R\$ 22.454,30	R\$ 283,79	R\$ 2.987,70
42		R\$ 485,25	R\$ 25.846,27	R\$ 25.361,02	R\$ 288,12	R\$ 3.275,81
43		R\$ 501,60	R\$ 29.141,41	R\$ 28.639,81	R\$ 292,46	R\$ 3.568,27
44		R\$ 518,51	R\$ 32.856,65	R\$ 32.338,15	R\$ 296,83	R\$ 3.865,11
45		R\$ 535,98	R\$ 37.045,55	R\$ 36.509,57	R\$ 301,24	R\$ 4.166,34
46		R\$ 554,04	R\$ 41.768,49	R\$ 41.214,44	R\$ 305,67	R\$ 4.472,01
47		R\$ 572,72	R\$ 47.093,55	R\$ 46.520,83	R\$ 310,13	R\$ 4.782,14
48		R\$ 592,02	R\$ 53.097,51	R\$ 52.505,49	R\$ 314,63	R\$ 5.096,78
49		R\$ 611,97	R\$ 59.866,91	R\$ 59.254,94	R\$ 319,17	R\$ 5.415,95
50		R\$ 632,59	R\$ 67.499,34	R\$ 66.866,75	R\$ 323,75	R\$ 5.739,70
51		R\$ 653,91	R\$ 76.104,83	R\$ 75.450,92	R\$ 328,37	R\$ 6.068,07
52		R\$ 675,94	R\$ 85.807,43	R\$ 85.131,49	R\$ 333,03	R\$ 6.401,10
53		R\$ 698,72	R\$ 96.747,02	R\$ 96.048,30	R\$ 337,74	R\$ 6.738,85
54		R\$ 722,27	R\$ 109.081,30	R\$ 108.359,03	R\$ 342,50	R\$ 7.081,35
55		R\$ 746,61	R\$ 122.988,08	R\$ 122.241,47	R\$ 347,31	R\$ 7.428,66
56		R\$ 771,77	R\$ 138.667,83	R\$ 137.896,05	R\$ 352,17	R\$ 7.780,83
57		R\$ 797,78	R\$ 156.346,59	R\$ 155.548,81	R\$ 357,08	R\$ 8.137,91
58		R\$ 824,67	R\$ 176.279,22	R\$ 175.454,55	R\$ 362,05	R\$ 8.499,95
59		R\$ 852,46	R\$ 198.753,05	R\$ 197.900,59	R\$ 367,07	R\$ 8.867,02
60		R\$ 881,19	R\$ 224.092,08	R\$ 223.210,89	R\$ 372,15	R\$ 9.239,17

Fonte: Autor.

5.3.3 Cenário com captação de água de chuvas

O cenário com a inclusão de sistema de captação de água de chuvas apresentou a necessidade de realizar um incremento de R\$ 10,00 no valor do metro quadrado de venda, correspondendo à um aumento de R\$ 925,00 no preço de compra do apartamento.

Com relação ao custo de operação anual, este é corrigido pelo índice de IGP-M equivalente à 3,37%, referente ao acumulado de doze meses, mês base de Abril de 2017 (ADVFN BRASIL, 2017). Para a economia de consumo, aplica-se a taxa de reajuste anual aplicada pela CEDAE no período de Agosto de 2016 à Junho de 2017, igual à 12,709% (AGENERSA, 2016). A fim de trazer o fluxo de caixa para valor presente, aplica-se uma Taxa Mínima de Atratividade igual à 11,25%, que corresponde à Taxa Selic vigente em Abril de 2017 (Brasil, 2017). Assim, é elaborada a Tabela 5.21.

Observa-se que o estudo de economia resultante apresentado no Capítulo 4.3.4 demonstrou um saldo inicial negativo de R\$ 3,63 no resultado mensal, equivalente à menos R\$ 43,56 anuais. Isto se deve ao fato do custo de operação e manutenção ser maior que a economia gerada pela diminuição do consumo de água. O resultado passa a ser positivo somente após o 13º ano. Porém, este fator não é suficiente para inverter o saldo negativo no período de 60 anos, apresentando no final da vida útil do sistema um saldo equivalente à menos R\$ 3.788,91. Isto torna o projeto inviável em termos financeiros. Assim, a inclusão deste sistema na edificação somente se justifica sobre o aspecto ambiental e legal, devido à considerável redução de consumo de água e à obrigatoriedade imposta por lei para adoção deste sistema em empreendimentos novos com as características aqui estudadas.

Tabela 5.21: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema de água de chuvas por apartamento

Ano	Investimento	Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado	Valor Presente Líquido	Saldo
0	-R\$ 4.902,50				-R\$ 4.902,50	
1		R\$ 70,20	R\$ 26,64	-R\$ 43,56	-R\$ 39,16	-R\$ 4.941,66
2		R\$ 72,56	R\$ 30,04	-R\$ 42,52	-R\$ 34,36	-R\$ 4.976,01
3		R\$ 75,00	R\$ 33,87	-R\$ 41,13	-R\$ 29,87	-R\$ 5.005,88
4		R\$ 77,52	R\$ 38,18	-R\$ 39,33	-R\$ 25,68	-R\$ 5.031,56
5		R\$ 80,12	R\$ 43,05	-R\$ 37,07	-R\$ 21,75	-R\$ 5.053,32
6		R\$ 82,81	R\$ 48,54	-R\$ 34,27	-R\$ 18,08	-R\$ 5.071,39
7		R\$ 85,60	R\$ 54,73	-R\$ 30,87	-R\$ 14,64	-R\$ 5.086,03
8		R\$ 88,47	R\$ 61,71	-R\$ 26,77	-R\$ 11,41	-R\$ 5.097,44
9		R\$ 91,44	R\$ 69,57	-R\$ 21,87	-R\$ 8,38	-R\$ 5.105,82
10		R\$ 94,52	R\$ 78,44	-R\$ 16,07	-R\$ 5,54	-R\$ 5.111,35
11		R\$ 97,69	R\$ 88,44	-R\$ 9,25	-R\$ 2,86	-R\$ 5.114,21
12		R\$ 100,98	R\$ 99,72	-R\$ 1,26	-R\$ 0,35	-R\$ 5.114,56
13		R\$ 104,37	R\$ 112,43	R\$ 8,06	R\$ 2,02	-R\$ 5.112,55
14		R\$ 107,87	R\$ 126,76	R\$ 18,89	R\$ 4,25	-R\$ 5.108,30
15		R\$ 111,50	R\$ 142,93	R\$ 31,43	R\$ 6,35	-R\$ 5.101,95
16		R\$ 115,25	R\$ 161,15	R\$ 45,90	R\$ 8,34	-R\$ 5.093,61
17		R\$ 119,12	R\$ 181,69	R\$ 62,57	R\$ 10,22	-R\$ 5.083,40
19		R\$ 123,12	R\$ 204,86	R\$ 81,74	R\$ 10,78	-R\$ 5.072,61
20		R\$ 127,26	R\$ 230,97	R\$ 103,72	R\$ 12,30	-R\$ 5.060,32
21		R\$ 131,53	R\$ 260,42	R\$ 128,89	R\$ 13,74	-R\$ 5.046,58
22		R\$ 135,95	R\$ 293,62	R\$ 157,67	R\$ 15,11	-R\$ 5.031,47
23		R\$ 140,52	R\$ 331,06	R\$ 190,54	R\$ 16,41	-R\$ 5.015,06
24		R\$ 145,24	R\$ 373,26	R\$ 228,02	R\$ 17,65	-R\$ 4.997,41
25		R\$ 150,12	R\$ 420,85	R\$ 270,73	R\$ 18,84	-R\$ 4.978,57
26		R\$ 155,17	R\$ 474,50	R\$ 319,34	R\$ 19,97	-R\$ 4.958,60
27		R\$ 160,38	R\$ 535,00	R\$ 374,62	R\$ 21,06	-R\$ 4.937,54
28		R\$ 165,77	R\$ 603,20	R\$ 437,44	R\$ 22,11	-R\$ 4.915,43
29		R\$ 171,34	R\$ 680,11	R\$ 508,77	R\$ 23,11	-R\$ 4.892,32
30		R\$ 177,10	R\$ 766,81	R\$ 589,72	R\$ 24,08	-R\$ 4.868,24
31		R\$ 183,05	R\$ 864,57	R\$ 681,53	R\$ 25,01	-R\$ 4.843,23
32		R\$ 189,20	R\$ 974,80	R\$ 785,60	R\$ 25,92	-R\$ 4.817,31
33		R\$ 195,55	R\$ 1.099,08	R\$ 903,52	R\$ 26,79	-R\$ 4.790,52
34		R\$ 202,12	R\$ 1.239,20	R\$ 1.037,07	R\$ 27,64	-R\$ 4.762,87
35		R\$ 208,92	R\$ 1.397,18	R\$ 1.188,27	R\$ 28,47	-R\$ 4.734,40
36		R\$ 215,93	R\$ 1.575,31	R\$ 1.359,38	R\$ 29,28	-R\$ 4.705,12
37		R\$ 223,19	R\$ 1.776,15	R\$ 1.552,96	R\$ 30,06	-R\$ 4.675,06
38		R\$ 230,69	R\$ 2.002,59	R\$ 1.771,90	R\$ 30,83	-R\$ 4.644,22
39		R\$ 238,44	R\$ 2.257,90	R\$ 2.019,46	R\$ 31,59	-R\$ 4.612,64
40		R\$ 246,45	R\$ 2.545,76	R\$ 2.299,30	R\$ 32,33	-R\$ 4.580,31
41		R\$ 254,73	R\$ 2.870,31	R\$ 2.615,58	R\$ 33,06	-R\$ 4.547,25
42		R\$ 263,29	R\$ 3.236,25	R\$ 2.972,96	R\$ 33,77	-R\$ 4.513,47
43		R\$ 272,14	R\$ 3.648,84	R\$ 3.376,70	R\$ 34,48	-R\$ 4.478,99
44		R\$ 281,28	R\$ 4.114,03	R\$ 3.832,75	R\$ 35,18	-R\$ 4.443,81
45		R\$ 290,73	R\$ 4.638,53	R\$ 4.347,80	R\$ 35,87	-R\$ 4.407,94
46		R\$ 300,50	R\$ 5.229,89	R\$ 4.929,39	R\$ 36,56	-R\$ 4.371,38
47		R\$ 310,60	R\$ 5.896,65	R\$ 5.586,06	R\$ 37,24	-R\$ 4.334,14
48		R\$ 321,03	R\$ 6.648,42	R\$ 6.327,38	R\$ 37,92	-R\$ 4.296,22
49		R\$ 331,82	R\$ 7.496,03	R\$ 7.164,20	R\$ 38,59	-R\$ 4.257,63
50		R\$ 342,97	R\$ 8.451,69	R\$ 8.108,72	R\$ 39,26	-R\$ 4.218,37
51		R\$ 354,49	R\$ 9.529,20	R\$ 9.174,71	R\$ 39,93	-R\$ 4.178,44
52		R\$ 366,41	R\$ 10.744,08	R\$ 10.377,67	R\$ 40,60	-R\$ 4.137,85
53		R\$ 378,72	R\$ 12.113,84	R\$ 11.735,12	R\$ 41,27	-R\$ 4.096,58
54		R\$ 391,44	R\$ 13.658,23	R\$ 13.266,79	R\$ 41,93	-R\$ 4.054,65
55		R\$ 404,59	R\$ 15.399,52	R\$ 14.994,93	R\$ 42,60	-R\$ 4.012,04
56		R\$ 418,19	R\$ 17.362,81	R\$ 16.944,62	R\$ 43,27	-R\$ 3.968,77
57		R\$ 432,24	R\$ 19.576,39	R\$ 19.144,15	R\$ 43,95	-R\$ 3.924,82
58		R\$ 446,76	R\$ 22.072,19	R\$ 21.625,42	R\$ 44,62	-R\$ 3.880,20
59		R\$ 461,77	R\$ 24.886,17	R\$ 24.424,39	R\$ 45,30	-R\$ 3.834,90
60		R\$ 477,29	R\$ 28.058,91	R\$ 27.581,62	R\$ 45,99	-R\$ 3.788,91

Fonte: Autor.

5.3.4 Cenário com uso de hidrômetros individualizados

A solução de medição individualizada gera a necessidade de incremento em R\$ 185,00 no valor de compra do apartamento, correspondente ao aumento de R\$ 2,00 por metro quadrado de área de venda. Os custos de operação e economia de consumo do sistema são calculados no Capítulo 4.4.4, correspondendo respectivamente à R\$ 15,00 mensais (R\$ 180,00 anuais) e R\$ 31,92 (R\$ 383,04 anuais).

Para verificar o *payback* descontado, aplica-se uma taxa de redução equivalente à Taxa Mínima de Atratividade, adotando-se como referência a taxa Selic de 11,25% vigente para o mês base de Abril de 2017 (Brasil, 2017). O custo de operação é taxado a partir do primeiro ano, tomando-se por referência o índice IGP-M acumulado para os doze meses anteriores ao mês base, igual à 3,37% (ADVFN BRASIL, 2017). A economia de consumo também sofre correção durante o período de estudo em função dos reajustes anuais tarifários, neste caso previstos em função da última revisão tarifária implementada pela CEDAE no período de Agosto de 2016 à junho de 2017, equivalente à 12,709% (AGENERSA, 2016).

A Tabela 5.22 demonstra o fluxo de caixa do investimento, na qual se verifica que o *payback* descontado é alcançado após 13 meses de operação. Após 10 anos de uso, estipula-se a troca dos hidrômetros no sistema, perfazendo um custo direto de R\$ 72,19 a ser re-investido no 11º, 21º, 31º, 41º e 51º anos. Nestes eventos, adota-se que o re-investimento é igual ao custo de implementação calculado no Capítulo 4.1.2, pois se considera que a aquisição dos hidrômetros é realizada diretamente pelo condomínio, não havendo necessidade de considerar o valor majorado pelos custos de incorporação. Trabalha-se também com a hipótese de que no momento desses re-investimentos o custo será idêntico ao valor base do mês de abril de 2017, considerando que o efeito da correção monetária é anulado pelo provável barateamento do custo dos instrumentos. Assim, mesmo com a necessidade de efetuar cinco re-investimentos no sistema, o saldo do fluxo de caixa sempre se mantém positivo após 13 meses de operação, confirmando a viabilidade do investimento.

Tabela 5.22: Fluxo de caixa projetado para o investimento no uso de hidrômetros individualizados por apartamento

Ano	Investimento	Custo Operacional	Economia de Consumo	Resultado	Valor Presente Líquido	Saldo
0	-R\$ 185,00				-R\$ 185,00	
1		R\$ 180,00	R\$ 383,04	R\$ 203,04	R\$ 182,51	-R\$ 2,49
2		R\$ 186,05	R\$ 431,87	R\$ 245,83	R\$ 198,62	R\$ 196,13
3		R\$ 192,30	R\$ 486,93	R\$ 294,63	R\$ 213,98	R\$ 410,11
4		R\$ 198,76	R\$ 549,01	R\$ 350,25	R\$ 228,65	R\$ 638,77
5		R\$ 205,44	R\$ 619,01	R\$ 413,57	R\$ 242,69	R\$ 881,46
6		R\$ 212,34	R\$ 697,92	R\$ 485,58	R\$ 256,13	R\$ 1.137,59
7		R\$ 219,48	R\$ 786,90	R\$ 567,43	R\$ 269,03	R\$ 1.406,62
8		R\$ 226,85	R\$ 887,22	R\$ 660,37	R\$ 281,44	R\$ 1.688,06
9		R\$ 234,47	R\$ 1.000,34	R\$ 765,86	R\$ 293,39	R\$ 1.981,46
10		R\$ 242,35	R\$ 1.127,87	R\$ 885,52	R\$ 304,93	R\$ 2.286,39
11	-R\$ 72,19	R\$ 250,49	R\$ 1.271,66	R\$ 1.021,17	R\$ 316,08	R\$ 2.530,28
12		R\$ 258,91	R\$ 1.433,78	R\$ 1.174,87	R\$ 326,88	R\$ 2.857,16
13		R\$ 267,61	R\$ 1.616,58	R\$ 1.348,97	R\$ 337,37	R\$ 3.194,52
14		R\$ 276,60	R\$ 1.822,67	R\$ 1.546,07	R\$ 347,56	R\$ 3.542,08
15		R\$ 285,90	R\$ 2.055,05	R\$ 1.769,15	R\$ 357,49	R\$ 3.899,57
16		R\$ 295,50	R\$ 2.317,05	R\$ 2.021,54	R\$ 367,18	R\$ 4.266,76
17		R\$ 305,43	R\$ 2.612,45	R\$ 2.307,02	R\$ 376,66	R\$ 4.643,42
19		R\$ 315,69	R\$ 2.945,51	R\$ 2.629,81	R\$ 346,92	R\$ 4.990,33
20		R\$ 326,30	R\$ 3.321,03	R\$ 2.994,73	R\$ 355,11	R\$ 5.345,44
21	-R\$ 72,19	R\$ 337,26	R\$ 3.744,43	R\$ 3.407,16	R\$ 363,16	R\$ 5.636,40
22		R\$ 348,60	R\$ 4.221,80	R\$ 3.873,21	R\$ 371,08	R\$ 6.007,49
23		R\$ 360,31	R\$ 4.760,04	R\$ 4.399,73	R\$ 378,90	R\$ 6.386,39
24		R\$ 372,42	R\$ 5.366,90	R\$ 4.994,48	R\$ 386,63	R\$ 6.773,01
25		R\$ 384,93	R\$ 6.051,13	R\$ 5.666,20	R\$ 394,27	R\$ 7.167,28
26		R\$ 397,86	R\$ 6.822,58	R\$ 6.424,72	R\$ 401,84	R\$ 7.569,12
27		R\$ 411,23	R\$ 7.692,40	R\$ 7.281,17	R\$ 409,36	R\$ 7.978,48
28		R\$ 425,05	R\$ 8.673,10	R\$ 8.248,05	R\$ 416,82	R\$ 8.395,30
29		R\$ 439,33	R\$ 9.778,83	R\$ 9.339,50	R\$ 424,25	R\$ 8.819,55
30		R\$ 454,09	R\$ 11.025,54	R\$ 10.571,44	R\$ 431,65	R\$ 9.251,20
31	-R\$ 72,19	R\$ 469,35	R\$ 12.431,18	R\$ 11.961,83	R\$ 439,03	R\$ 9.618,05
32		R\$ 485,12	R\$ 14.016,03	R\$ 13.530,91	R\$ 446,40	R\$ 10.064,45
33		R\$ 501,42	R\$ 15.802,94	R\$ 15.301,52	R\$ 453,77	R\$ 10.518,22
34		R\$ 518,27	R\$ 17.817,65	R\$ 17.299,39	R\$ 461,14	R\$ 10.979,35
35		R\$ 535,68	R\$ 20.089,23	R\$ 19.553,55	R\$ 468,52	R\$ 11.447,87
36		R\$ 553,68	R\$ 22.650,40	R\$ 22.096,72	R\$ 475,91	R\$ 11.923,78
37		R\$ 572,28	R\$ 25.538,10	R\$ 24.965,82	R\$ 483,33	R\$ 12.407,11
38		R\$ 591,51	R\$ 28.793,95	R\$ 28.202,44	R\$ 490,78	R\$ 12.897,89
39		R\$ 611,39	R\$ 32.464,89	R\$ 31.853,51	R\$ 498,26	R\$ 13.396,15
40		R\$ 631,93	R\$ 36.603,84	R\$ 35.971,91	R\$ 505,78	R\$ 13.901,93
41	-R\$ 72,19	R\$ 653,16	R\$ 41.270,47	R\$ 40.617,31	R\$ 513,35	R\$ 14.343,09
42		R\$ 675,11	R\$ 46.532,04	R\$ 45.856,93	R\$ 520,96	R\$ 14.864,05
43		R\$ 697,79	R\$ 52.464,41	R\$ 51.766,62	R\$ 528,63	R\$ 15.392,68
44		R\$ 721,24	R\$ 59.153,10	R\$ 58.431,86	R\$ 536,35	R\$ 15.929,03
45		R\$ 745,47	R\$ 66.694,52	R\$ 65.949,05	R\$ 544,14	R\$ 16.473,16
46		R\$ 770,52	R\$ 75.197,41	R\$ 74.426,89	R\$ 551,99	R\$ 17.025,15
47		R\$ 796,41	R\$ 84.784,33	R\$ 83.987,92	R\$ 559,91	R\$ 17.585,06
48		R\$ 823,17	R\$ 95.593,48	R\$ 94.770,31	R\$ 567,90	R\$ 18.152,96
49		R\$ 850,82	R\$ 107.780,69	R\$ 106.929,87	R\$ 575,97	R\$ 18.728,92
50		R\$ 879,41	R\$ 121.521,65	R\$ 120.642,24	R\$ 584,12	R\$ 19.313,04
51	-R\$ 72,19	R\$ 908,96	R\$ 137.014,45	R\$ 136.105,49	R\$ 592,34	R\$ 19.833,19
52		R\$ 939,50	R\$ 154.482,42	R\$ 153.542,92	R\$ 600,66	R\$ 20.433,85
53		R\$ 971,07	R\$ 174.177,38	R\$ 173.206,31	R\$ 609,06	R\$ 21.042,92
54		R\$ 1.003,70	R\$ 196.383,26	R\$ 195.379,56	R\$ 617,56	R\$ 21.660,48
55		R\$ 1.037,42	R\$ 221.420,16	R\$ 220.382,74	R\$ 626,15	R\$ 22.286,62
56		R\$ 1.072,28	R\$ 249.649,02	R\$ 248.576,74	R\$ 634,83	R\$ 22.921,46
57		R\$ 1.108,31	R\$ 281.476,77	R\$ 280.368,46	R\$ 643,62	R\$ 23.565,07
58		R\$ 1.145,55	R\$ 317.362,24	R\$ 316.216,70	R\$ 652,50	R\$ 24.217,58
59		R\$ 1.184,04	R\$ 357.822,75	R\$ 356.638,72	R\$ 661,50	R\$ 24.879,08
60		R\$ 1.223,82	R\$ 403.441,58	R\$ 402.217,76	R\$ 670,59	R\$ 25.549,67

Fonte: Autor.

5.3.5 Cenário com uso de todas as soluções

O uso de todas as soluções simultaneamente gera a necessidade de incremento igual à R\$ 150,00 por metro quadrado de área de venda, o que resulta num aumento de R\$ 13.875,00 no preço de compra do apartamento.

O cálculo de *payback* descontado leva em consideração os custos operacionais, a economia de consumo gerada e as necessidades de re-investimento decorrentes da inclusão de todas as soluções simultaneamente.

No aspecto da economia de consumo resultante da aplicação de todas as soluções, observa-se que o sistema de reuso de águas cinzas e de captação de água de chuvas possuem a mesma finalidade de suprir a demanda de águas não potáveis no empreendimento. Levando-se em consideração que o sistema de reuso de águas cinzas supre 100% dessa demanda, não cabe incluir no cálculo de economias geradas os valores de redução gerados pelo sistema de captação de água de chuvas. Sendo assim, apenas se consideram as economias de consumo geradas pelo sistema fotovoltaico, pelo sistema de reuso de águas cinzas e pelo uso de hidrômetros individualizados.

Os custos de operação são somados e reajustados em função do IGP-M, cujo índice acumulado para os 12 meses anteriores ao mês base de Abril de 2017 ficou em 3,37% (ADVFN BRASIL, 2017). As economias de consumo são corrigidas em função dos reajustes tarifários anuais para energia e água, correspondendo respectivamente à 9,78% (ANEEL, 2017) e 12,709% (AGENERSA, 2016). O *payback* descontado é obtido aplicando-se aos resultados uma taxa de desconto equivalente à 11,25%, correspondente à taxa Selic vigente no mês base (BRASIL, 2017).

A Tabela 5.23 demonstra o fluxo de caixa do investimento simultâneo em todos os sistemas. Verifica-se que o *payback* descontado é alcançado após 11 anos e 2 meses de operação do empreendimento. Conforme visto nos sistemas fotovoltaico e de medição individualizada, há necessidade de realizar re-investimento nos sistemas após o término da vida útil dos equipamentos. Estes são realizados no 11º, 21º, 31º, 41º e 51º anos de operação, combinando os custos diretos de implantação de novos hidrômetros de medição e instalações fotovoltaicas.

Tabela 5.23: Fluxo de caixa projetado para o investimento no uso de todas as soluções por apartamento

Ano	Investimento (R\$)	Custo Operacional (R\$)	Economia de Consumo S. Fotovoltáico (R\$)	Economia de Consumo S. Águas Cinzas (R\$)	Economia de Consumo Hidrômetros (R\$)	Resultado (R\$)	Valor Presente Líquido (R\$)	Saldo (R\$)
0	-13.875						-13.875	
1		449	1.139	213	383	1.285	1.155	-12.720
2		464	1.250	240	432	1.457	1.178	-11.542
3		480	1.372	270	487	1.650	1.198	-10.344
4		496	1.507	305	549	1.864	1.217	-9.127
5		513	1.654	344	619	2.104	1.235	-7.892
6		530	1.816	388	698	2.371	1.251	-6.642
7		548	1.993	437	787	2.669	1.266	-5.376
8		566	2.188	493	887	3.002	1.279	-4.097
9		585	2.402	556	1.000	3.373	1.292	-2.805
10		605	2.637	626	1.128	3.786	1.304	-1.501
11	-72	625	2.895	706	1.272	4.248	1.315	-258
12		646	3.178	796	1.434	4.762	1.325	1.067
13		668	3.489	898	1.617	5.335	1.334	2.401
14		690	3.830	1.012	1.823	5.975	1.343	3.744
15		714	4.205	1.141	2.055	6.688	1.351	5.096
16		738	4.616	1.287	2.317	7.482	1.359	6.455
17		762	5.067	1.451	2.612	8.368	1.366	7.821
19		788	5.563	1.636	2.946	9.356	1.234	9.055
20		814	6.107	1.845	3.321	10.458	1.240	10.295
21	-4.568	842	6.704	2.080	3.744	11.687	1.246	6.973
22		870	7.360	2.345	4.222	13.057	1.251	8.224
23		899	8.080	2.644	4.760	14.584	1.256	9.480
24		930	8.870	2.981	5.367	16.288	1.261	10.740
25		961	9.737	3.361	6.051	18.189	1.266	12.006
26		993	10.690	3.790	6.823	20.309	1.270	13.276
27		1.026	11.735	4.273	7.692	22.674	1.275	14.551
28		1.061	12.883	4.817	8.673	25.312	1.279	15.830
29		1.097	14.143	5.432	9.779	28.257	1.284	17.114
30		1.133	15.526	6.124	11.026	31.542	1.288	18.402
31	-72	1.171	17.044	6.905	12.431	35.209	1.292	19.622
32		1.211	18.711	7.785	14.016	39.301	1.297	20.918
33		1.252	20.541	8.778	15.803	43.870	1.301	22.219
34		1.294	22.550	9.897	17.818	48.971	1.305	23.525
35		1.337	24.755	11.159	20.089	54.666	1.310	24.835
36		1.382	27.176	12.581	22.650	61.026	1.314	26.149
37		1.428	29.834	14.185	25.538	68.129	1.319	27.468
38		1.476	32.752	15.994	28.794	76.063	1.324	28.792
39		1.526	35.955	18.033	32.465	84.927	1.328	30.120
40		1.577	39.472	20.332	36.604	94.830	1.333	31.453
41	-4.568	1.630	43.332	22.924	41.270	105.896	1.338	28.223
42		1.685	47.570	25.846	46.532	118.263	1.344	29.567
43		1.742	52.222	29.141	52.464	132.086	1.349	30.916
44		1.800	57.329	32.857	59.153	147.539	1.354	32.270
45		1.861	62.936	37.046	66.695	164.816	1.360	33.630
46		1.923	69.091	41.768	75.197	184.134	1.366	34.996
47		1.988	75.848	47.094	84.784	205.739	1.372	36.367
48		2.055	83.266	53.098	95.593	229.903	1.378	37.745
49		2.124	91.410	59.867	107.781	256.934	1.384	39.129
50		2.195	100.350	67.499	121.522	287.176	1.390	40.519
51	-72	2.269	110.164	76.105	137.014	321.015	1.397	41.844
52		2.345	120.938	85.807	154.482	358.883	1.404	43.248
53		2.424	132.766	96.747	174.177	401.266	1.411	44.659
54		2.505	145.750	109.081	196.383	448.710	1.418	46.077
55		2.589	160.005	122.988	221.420	501.824	1.426	47.503
56		2.676	175.653	138.668	249.649	561.294	1.433	48.937
57		2.766	192.832	156.347	281.477	627.889	1.441	50.378
58		2.859	211.691	176.279	317.362	702.473	1.450	51.828
59		2.955	232.394	198.753	357.823	786.015	1.458	53.285
60		3.055	255.123	224.092	403.442	879.602	1.467	54.752

Fonte: Autor.

6

Avaliação dos dados obtidos

Os estudos de viabilidade gerados neste trabalho fornecem os dados financeiros para os diversos cenários apresentados, e faz-se necessário realizar uma análise crítica destas informações. Sendo o empreendimento imobiliário encarado como um produto de mercado, cuja comercialização conta com um produtor e um consumidor, verifica-se a necessidade de avaliar os investimentos sob dois aspectos: a) sob a perspectiva do incorporador imobiliário, o produtor; b) sob a perspectiva do cliente comprador, o consumidor. A avaliação sob estes dois enfoques tem por objetivo destacar as variações de indicadores sensíveis para estes dois grupos participantes do negócio imobiliário.

Conforme observado nos estudos financeiros, a aplicação das soluções sustentáveis gera um acréscimo no custo de construção das unidades habitacionais, e a fim de se manter o retorno financeiro do produto para o produtor, este acréscimo de custo demanda num acréscimo no preço de venda. Esta relação entre preço de venda (receitas) e custo de construção (despesas) promove os diferentes resultados encontrados para cada cenário, a serem vistos a seguir de forma comparativa.

6.1

Sob perspectiva do incorporador imobiliário

A partir dos dados obtidos, são apresentados os comparativos dos indicadores financeiros alcançados nos diferentes cenários de incorporação (ver Tabela 6.1).

Conforme explicado anteriormente no Capítulo 5.2, convencionou-se neste trabalho que os índices de Taxa Interna de Retorno e Margem do cenário convencional são os parâmetros mais significativos para equalizar os cenários sustentáveis. A comparação entre resultados demonstra que para fazer esta equalização, é necessário realizar em todos os cenários sustentáveis um incremento no valor de venda dos imóveis para igualar o índice referente à Margem em 22,30%, que em todos os cenários demonstrou ser o índice mais sensível.

Tabela 6.1: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Incorporador

Tipo de Indicador	Cenário Convencional	Cenário com Geração de Energia Fotovoltaica	Cenário com Reuso de Águas Cinzas	Cenário com Captação de Água de Chuvas	Cenário com Uso de Hidrom. Individualiz.	Cenário com Todas as Soluções
TIR	20,05%	20,16%	20,12%	20,07%	20,06%	20,25%
Margem	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%	22,30%
Payback Incorporador	40	40	40	40	40	40
Coverage	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Resultado / Terreno	10,88	11,02	10,97	10,90	10,89	11,12
Despesas (R\$)	15.640.457	15.837.345	15.761.304	15.662.861	15.643.828	15.983.628
Receitas (R\$)	20.128.000	20.382.560	20.284.880	20.157.600	20.133.920	20.572.000
Resultado (R\$)	4.487.543	4.545.215	4.523.576	4.494.739	4.490.092	4.588.372
VPL à 12% A. A. (R\$)	1.346.898	1.375.157	1.364.697	1.350.568	1.348.500	1.396.374
VPL à 16% A. A. (R\$)	620.169	641.789	633.849	623.039	621.549	658.052
VPL à 18% A. A. (R\$)	300.713	319.441	312.598	3.032.234	301.994	333.547
Exposição Máxima (Necessidade de Investimento) (R\$)	9.887.073	10.010.233	9.962.490	9.900.911	9.888.748	10.101.650
Incremento na Necessidade de Investimento (R\$)	-	123.159	75.417	13.838	1.675	214.576
Custo do Sistema (R\$)	-	143.874	88.246	16.309	2.310	250.739
Incremento Real no Custo de Obra (R\$)	-	196.889	120.848	22.404	3.372	343.171
Incremento no Preço de Vendas por m ² (R\$)	-	86	53	10	2	150

Fonte: Autor.

O uso de energia fotovoltaica veio a ser o sistema mais custoso a ser implementado, gerando uma necessidade de investimento de R\$ 123.159,23 a mais para o incorporador, porém gerou o maior Resultado (Lucro) dentre os quatro sistemas isolados. Da mesma forma, a utilização de hidrômetros individualizados resultou no menor incremento para a necessidade de investimento, na ordem de R\$ 1.674,58, porém o aumento do Resultado foi o menos sensível.

Em relação ao cenário fazendo uso de todas as soluções sustentáveis, houve a necessidade de aumentar o preço de venda por metro quadrado em R\$ 150,00. Foram mantidos os mesmos 22,30% referentes à Margem, e a Taxa Interna de Retorno teve um leve aumento, na ordem de 0,20%. A necessidade de investimento aumenta em R\$ 214.576,44, incremento este equivalente a 2,17% em relação ao investimento no cenário convencional (ver Tabela 6.2). Com relação às Despesas, percebe-se que o aumento de investimento não é idêntico ao custo extra de R\$ 250.739,10 referentes a todos os sistemas. Conforme mencionado no Capítulo 5.2.2.1, isto se deve ao fato dos custos de Incorporação, Gerenciamento de Obras, Projetos e Decoração/Paisagismo estarem atrelados ao custo global da obra. Da mesma forma, os custos de Promoção e Publicidade, Financiamento Social e Comissões de Vendas aumentam em função do aumento do valor de venda das unidades.

Tabela 6.2: Percentual de Incremento nos Valores em comparação ao Cenário Convencional

Tipo de Indicador	Cenário com Geração de Energia Fotovoltaica	Cenário com Reuso de Águas Cinzas	Cenário com Captação de Água de Chuvas	Cenário com Uso de Hidrom. Individualiz.	Cenário com Todas as Soluções
Despesas	1,26%	0,77%	0,14%	0,02%	2,19%
Receitas	1,26%	0,78%	0,15%	0,03%	2,21%
Resultado	1,29%	0,80%	0,16%	0,06%	2,25%
Exposição Máxima	1,25%	0,76%	0,14%	0,02%	2,17%

Fonte: Autor.

Em relação ao comparativo de Receitas do cenário convencional versus o cenário com uso de todas as soluções, a necessidade de majorar o preço de venda do metro quadrado em R\$ 150,00 faz com que o VGV aumente de R\$ 20.128.000,00 para R\$ 20.572.000,00. Isto resulta num acréscimo de R\$ 444.000,00 no VGV projetado. Em termos de percentuais, isto representa um aumento correspondente à 2,21% no VGV, e por consequência, um incremento de R\$ 13.875,00 no preço final da unidade residencial. Levando em consideração o Gráfico 2.1 referente à pesquisa sobre Disposição a Pagar do Consumidor (apresentada no Capítulo 2.1 deste trabalho), o aumento no preço de venda se encontra acima da média de aumento no valor do imóvel aceito pelo público com renda acima de 20 salários mínimos. Porém, a aceitação destes aumentos por parte dos clientes pode ser alcançada se o mesmo for justificado pela apresentação de dados de desempenho da edificação.

6.2

Sob perspectiva do cliente comprador

É possível pressupor que o consumidor possui a preocupação inicial com o grande aporte de capital e o endividamento gerado pela compra do imóvel. Mas a percepção do custo futuro devido à operação do imóvel ainda não se faz presente no momento da escolha por uma residência. Segundo Weis et al (2008), projetos de imóveis são investimentos de alto valor e com uma longa vida útil. Portanto, é interessante que o comprador tenha acesso também a dados sobre a operação do imóvel que esta adquirindo, e mais especificamente sobre os custos decorrentes desta operação. Para tal fim, é elaborada a Tabela 6.3, que apresenta um comparativo com dados de economias e períodos de *Payback* descontados dos investimentos realizados na compra do imóvel sustentável, em comparação com o imóvel dito convencional.

Tabela 6.3: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Cliente Comprador

Tipo de Indicador	Cenário Convencional	Cenário com Geração de Energia Fotovoltáica	Cenário com Reuso de Águas Cinzas	Cenário com Captação de Água de Chuvas	Cenário com Uso de Hidrom. Individualiz.	Cenário com Todas as Soluções
Economia Mensal Bruta (R\$)	-	94,89	17,73	2,22	31,92	146,76
Custo Mensal de Operação (R\$)	-	0,00	10,74	5,85	15,00	31,59
Economia Mensal Líquida (R\$)	-	94,89	6,99	-3,63	16,92	115,17
Custo do Imóvel (R\$)	629.000,00	636.955,00	633.902,50	629.925,00	629.185,00	642.875,00
Investimento no Total Sistema por Apartamento (R\$)		4.496,06	2.757,69	509,66	72,19	7.835,60
Incremento no preço de compra do Imóvel (R\$)	-	7955,00	4902,50	925,00	185,00	13875,00
Payback (em Anos)	-	8,2	29,6	-	1,1	11,2
Saldo à VP em Reais ao Final de 20 anos (R\$)		9179,78	-2065,61	-5060,32	5345,44	10295,34
Saldo à VP em Reais ao Final de 60 anos (R\$)		22.500,90	9.239,17	-3.788,91	25.549,67	54.751,95

Fonte: Autor.

Conforme explicado anteriormente no Capítulo 5.2, a fim de igualar os resultados encontrados para a Taxa Interna de Retorno e Margem, os preços de venda dos imóveis devem sofrer incremento, compensando assim os investimentos feitos pelos empreendedores quanto ao uso das soluções sustentáveis.

O uso de hidrômetros individualizados veio a ser o sistema com *payback* mais imediato dentre todos, na ordem de 13 meses (1,1 ano), sendo também o menor investimento por unidade. A tecnologia fotovoltaica apresentou *payback* ao final de 8,2 anos, gerando um saldo positivo de R\$ 22.500,90 ao final de 60 anos de operação. Em contrapartida, o sistema de captação de água de chuvas resultou em saldo negativo que gerou prejuízo ao longo do seu período de funcionamento, tornando assim sua inclusão inviável em termos financeiros. Isto ocorre pelo fato do custo de operação ser superior à economia gerada. Quanto ao reuso de águas cinzas, também há baixa rentabilidade e o *payback* é somente alcançado ao final de 29,6 anos. Este período é considerado longo, e é decorrente do alto custo para implementação do sistema e baixa demanda por águas não potáveis. Verifica-se assim que sua inclusão é pouco atraente para este caso específico.

Em relação ao cenário fazendo uso de todas as soluções sustentáveis, a inclusão dos sistemas sustentáveis tem seu *payback* estabelecido em 11,2 anos. Destaca-se o fato de que após 20 anos de operação, a economia gerada proporciona um resultado positivo à valor presente de R\$ 10.295,34 por apartamento, excluindo o investimento com a renovação dos equipamentos.

Fazendo esta análise ao final de um período de 60 anos, o lucro sobe para R\$ 54.751,95, incluindo os custos com duas renovações do sistema fotovoltaico (em função de vida útil estimada em 20 anos) e cinco renovações dos hidrômetros individualizados (devido à vida útil de 10 anos dos equipamentos). Fica estabelecido que os sistemas de reuso de águas cinzas e captação de água de chuva possuem vida útil de 60 anos, sem necessidade de renovação dos equipamentos antes deste período.

Estes resultados tornam interessante o uso de duas das quatro soluções para este empreendimento. Retirando do comparativo o sistema de reuso de águas cinzas e de captação de água de chuvas, os resultados tornam-se mais atraentes à médio e longo prazo para o comprador, pois o *payback* descontado é alcançado ao final de 6 anos e 8 meses (ver Tabela 6.4).

Tabela 6.4: Fluxo de caixa projetado para o investimento no sistema fotovoltaico e de hidrômetros individualizados por apartamento

Ano	Investimento (R\$)	Custo Operacional (R\$)	Economia de Consumo S. Fotovoltaico (R\$)	Economia de Consumo Hidrômetros (R\$)	Resultado (R\$)	Valor Presente Líquido (R\$)	Saldo (R\$)
0	-8.048					-8.048	
1		180	1.139	383	1.342	1.206	-6.841
2		186	1.250	432	1.496	1.209	-5.633
3		192	1.372	487	1.667	1.211	-4.422
4		199	1.507	549	1.857	1.212	-3.210
5		205	1.654	619	2.067	1.213	-1.997
6		212	1.816	698	2.301	1.214	-783
7		219	1.993	787	2.561	1.214	431
8		227	2.188	887	2.848	1.214	1.645
9		234	2.402	1.000	3.168	1.214	2.859
10		242	2.637	1.128	3.523	1.213	4.072
11	-72	250	2.895	1.272	3.916	1.212	5.212
12		259	3.178	1.434	4.353	1.211	6.423
13		268	3.489	1.617	4.838	1.210	7.633
14		277	3.830	1.823	5.376	1.209	8.841
15		286	4.205	2.055	5.974	1.207	10.048
16		296	4.616	2.317	6.637	1.206	11.254
17		305	5.067	2.612	7.374	1.204	12.458
19		316	5.563	2.946	8.193	1.081	13.538
20		326	6.107	3.321	9.102	1.079	14.618
21	-4.568	337	6.704	3.744	10.111	1.078	11.127
22		349	7.360	4.222	11.233	1.076	12.203
23		360	8.080	4.760	12.479	1.075	13.278
24		372	8.870	5.367	13.864	1.073	14.351
25		385	9.737	6.051	15.403	1.072	15.423
26		398	10.690	6.823	17.114	1.070	16.494
27		411	11.735	7.692	19.016	1.069	17.563
28		425	12.883	8.673	21.131	1.068	18.631
29		439	14.143	9.779	23.482	1.067	19.697
30		454	15.526	11.026	26.097	1.066	20.763
31	-72	469	17.044	12.431	29.006	1.065	21.755
32		485	18.711	14.016	32.242	1.064	22.819
33		501	20.541	15.803	35.843	1.063	23.882
34		518	22.550	17.818	39.849	1.062	24.944
35		536	24.755	20.089	44.309	1.062	26.006
36		554	27.176	22.650	49.273	1.061	27.067
37		572	29.834	25.538	54.800	1.061	28.128
38		592	32.752	28.794	60.954	1.061	29.189
39		611	35.955	32.465	67.809	1.061	30.249
40		632	39.472	36.604	75.443	1.061	31.310
41	-4.568	653	43.332	41.270	83.949	1.061	27.803
42		675	47.570	46.532	93.427	1.061	28.864
43		698	52.222	52.464	103.989	1.062	29.926
44		721	57.329	59.153	115.761	1.063	30.989
45		745	62.936	66.695	128.885	1.063	32.052
46		771	69.091	75.197	143.518	1.064	33.117
47		796	75.848	84.784	159.836	1.066	34.182
48		823	83.266	95.593	178.037	1.067	35.249
49		851	91.410	107.781	198.340	1.068	36.317
50		879	100.350	121.522	220.992	1.070	37.387
51	-72	909	110.164	137.014	246.270	1.072	38.387
52		940	120.938	154.482	274.481	1.074	39.461
53		971	132.766	174.177	305.972	1.076	40.537
54		1.004	145.750	196.383	341.130	1.078	41.615
55		1.037	160.005	221.420	380.387	1.081	42.696
56		1.072	175.653	249.649	424.230	1.083	43.779
57		1.108	192.832	281.477	473.200	1.086	44.865
58		1.146	211.691	317.362	527.908	1.089	45.955
59		1.184	232.394	357.823	589.033	1.093	47.047
60		1.224	255.123	403.442	657.340	1.096	48.143

Fonte: Autor.

A Tabela 6.5 apresenta o resumo comparativo dos períodos de retorno e os principais valores alcançados no estudo.

Tabela 6.5: Comparativo entre Indicadores de Resultados para o Cliente Comprador: somente sistema solar fotovoltaico e hidrômetros individualizados

Tipo de Indicador	Cenário Convencional	Cenário com Geração de Energia Fotovoltaica	Cenário com Uso de Hidrom. Individualiz.	Cenário com Energia Fotovoltaica e Hidrômetros
Economia Mensal Bruta	-	94,89	31,92	126,81
Custo Mensal de Operação	-	0,00	15,00	15,00
Economia Mensal Líquida	-	94,89	16,92	111,81
Custo do Imóvel	629.000,00	636.955,00	629.185,00	637.047,50
Investimento no Total Sistema por Apartamento		4.496,06	72,19	5.077,91
Incremento no preço de compra do Imóvel	-	7.955,00	185,00	8.047,50
Payback (em Anos)	-	8,17	1,08	6,67
Saldo à VP em Reais ao Final de 20 anos (R\$)		9.179,78	5.345,44	14.617,72
Saldo à VP em Reais ao Final de 60 anos (R\$)		22.500,90	25.549,67	48.143,07

Fonte: Autor.

A partir dos dados obtidos na análise dos custos globais da edificação é possível gerar um comparativo do custo global da edificação convencional versus a construção sustentável ao longo do período de vida de 60 anos do empreendimento.

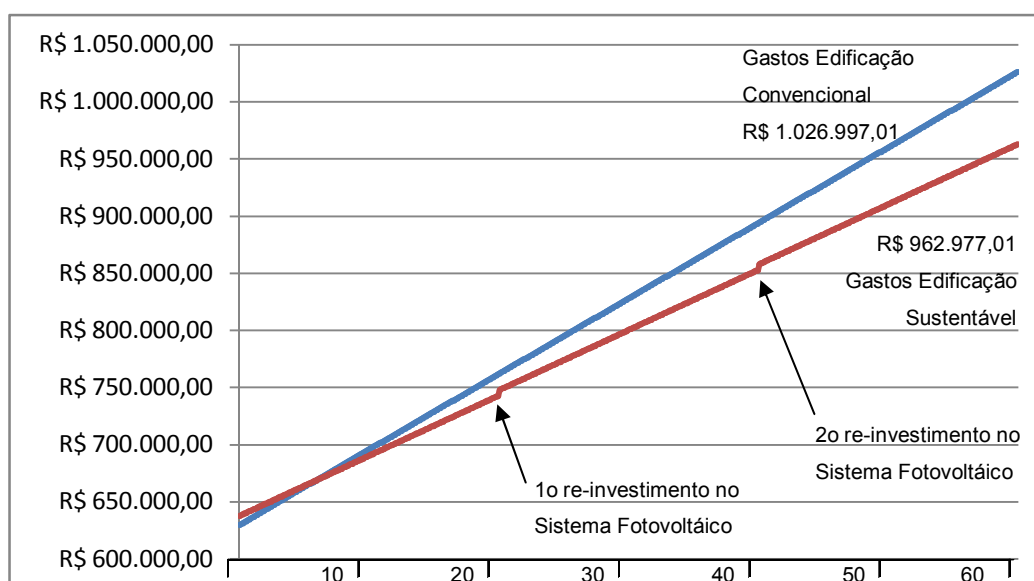


Gráfico 6.1: Comparativo entre os custos globais acumulados ao longo de 60 anos por apartamento

Fonte: Autor

O Gráfico 6.1 demonstra a soma do valor de compra do apartamento acrescentado dos custos de energia e água ao longo de 60 anos (desconsiderando-se o valor presente). Tomando-se por base o empreendimento sustentável fazendo uso das soluções de geração de energia solar fotovoltaica e uso de hidrômetros individualizados versus o empreendimento convencional, verifica-se que embora haja um custo maior inicial na aquisição do imóvel sustentável na ordem de 1,28%, há uma redução no custo global acumulado ao longo do tempo, na ordem de 6,14% ao final do ciclo de 60 anos, mesmo considerando a necessidade de re-investimento na aquisição de hidrômetros a cada dez anos e a necessidade de re-investimento no sistema fotovoltaico a cada 20 anos. O resultado final ao longo de 60 anos é de R\$ 63.010,14 de economia líquida por apartamento, tornando este cenário atraente para o comprador do imóvel sustentável. Observa-se também que estes dados podem ser utilizados de forma positiva para avaliação do imóvel no caso de revenda ou mesmo arrendamento.

Sobre a questão do re-investimento nos sistemas após o término da vida útil, é possível pressupor que a evolução tecnológica tende a diminuir os custos dos sistemas e a aumentar a eficiência dos mesmos. Isto pode levar a resultados financeiros melhores ao final do ciclo de vida da edificação.

É notório que os valores de economia e consumo encontrados podem sofrer alterações para mais ou para menos em função do perfil de consumo de cada família que irá residir na unidade, sendo que os dados apresentados neste estudo configuram previsões em função de um cenário de consumo específico adotado para o empreendimento estudado. Também é importante destacar a sensibilidade dos estudos aos índices de correção monetária como IGP-M, taxa Selic e taxas de reajustes tarifários. Assim, ressalta-se a importância de se estabelecerem normas e metodologias para o cálculo e apresentação de dados de economia em novas edificações, a fim de se padronizar o repasse de informações para o mercado consumidor.

7 Conclusão

A diversidade de variáveis financeiras apresentadas demonstra a complexidade de se formatar um novo negócio imobiliário, bem como a suscetibilidade que o processo imobiliário possui em relação ao fator custo.

Na Introdução deste trabalho, foram apresentados desafios a serem superados no desenvolvimento de um mercado habitacional que faça uso de soluções sustentáveis. Entende-se que há uma sensibilidade muito grande por parte dos incorporadores imobiliários e dos consumidores perante a necessidade de aumento nos preços de venda de empreendimentos deste tipo. E o fato das empresas incorporadoras não realizarem a gestão de operação do empreendimento após a sua comercialização também pode ser considerado como um fator de desinteresse em comercializar imóveis com bom desempenho em termos de consumo energético e de recursos naturais.

O Capítulo 2 apresentou um breve panorama sobre a sustentabilidade no mercado imobiliário brasileiro, mostrando ser recente a adoção de leis que incentivam uma agenda sustentável. A noção de rentabilidade sobre todo o ciclo de vida das edificações é pouco explorado no mercado de habitação do Rio de Janeiro, em parte pela dificuldade de se obterem dados sobre consumo e custos operacionais em empreendimentos deste tipo. Assim, a questão da otimização energética em edificações ainda é pouco trabalhada pelas empresas do mercado carioca, tanto sobre o aspecto ambiental quanto pela economia que geram para seus usuários. Também foi abordada a disposição que os clientes possuem para adquirir à um custo maior unidades residenciais que façam uso de soluções sustentáveis. Verificou-se que os aumentos de preço não podem ser muito excessivos, e sem se demonstrar justificativas corretas para tais incrementos, os imóveis tornam-se pouco atrativos para os clientes.

No Capítulo 3, apresentou-se o empreendimento hipotético utilizado para aplicar os sistemas sustentáveis estudados. Além da caracterização física do empreendimento, foram demonstradas as estimativas de consumo de energia e água, para balizar o dimensionamento dos sistemas sustentáveis e fornecer dados para o estudo de viabilidade financeira.

O Capítulo 4 contou com a apresentação dos quatro sistemas sustentáveis analisados, focando no dimensionamento, custos operacionais e economias geradas em função da redução de consumo de energia e água. Foi verificado que o sistema de captação de água de chuvas inicia sua operação com um

custo de operação mais alto que a economia gerada, sendo o único a demonstrar resultado negativo.

No Capítulo 5 foram demonstrados os resultados financeiros dos estudos de viabilidade. O uso de cada sistema correspondeu a um cenário de estudo, sendo que o cenário convencional (sem uso de nenhum sistema sustentável) serviu de base comparativa para adequar o preço de venda dos demais cenários sustentáveis.

O Capítulo 6 forneceu a avaliação comparativa e qualitativa dos resultados financeiros, sob a perspectiva do incorporador imobiliário e do cliente comprador. Foram expostos os indicadores sensíveis aos dois grupos, destacando-se os índices de TIR e Margem para o incorporador, e os indicadores de incremento de preço de compra do imóvel e *payback* do investimento.

Verificou-se assim que o sistema fotovoltaico é o mais rentável para o incorporador imobiliário em termos de Taxa Interna de Retorno, sendo também o que apresentou melhor resultado em termos de investimento para o cliente comprador, no período de 20 anos. Mesmo representando o sistema mais caro dos quatro analisados, sua aplicação é justificável em função do retorno de investimento à médio prazo para o comprador, bem como pelo fato de apresentar um resultado positivo expressivo ao final de 60 anos de análise. A tecnologia de medição individualizada também demonstrou ser atraente tanto para o incorporador quanto para o consumidor, pois representa o menor investimento para os dois grupos (e por consequência, o menor risco à exposição de caixa), configurando o *payback* mais rápido para o comprador dentre as soluções. Este sistema também demonstrou ser o mais rentável para o período de 60 anos.

Já os sistemas de reuso de água cinzas e captação de água de chuvas demonstraram ser financeiramente pouco atraentes para os consumidores, sendo o segundo considerado economicamente inviável. O sistema de reuso de águas cinzas alcançou o *payback* somente após 29,6 anos, prazo este considerado demasiado longo. Já o sistema de captação de água de chuvas iniciou sua operação com resultados negativos (em função dos custos operacionais serem maiores que a economia de consumo alcançada) e apesar de inverter o resultado operacional negativo após o 13º ano, o sistema não conseguiu gerar lucro ao final dos 60 anos de análise. Devido a estas ponderações negativas, torna-se difícil justificar para os compradores o aumento de preço dos imóveis, classificando estes dois sistemas como pouco interessantes para os incorporadores imobiliários e compradores.

7.1

Considerações finais

O tema da sustentabilidade é foco de estudos dentro do meio acadêmico, mas ainda é pouco aplicado pelas incorporadoras do mercado imobiliário nacional. Deduz-se que a necessidade de formatar negócios de forma veloz e lucrativa suprime a proposta de projetos com foco em soluções sustentáveis. Porém, a criação de um banco de dados com preços parametrizados e a execução de modelagens comparativas entre cenários de construção podem auxiliar nesta questão.

Durante o último trimestre de 2016 e meados de 2017 o mercado imobiliário tem atravessado um momento de desaceleração, porém as empresas incorporadoras seguem implantando novas tecnologias de construção e continuam atrelando seus negócios a novas estratégias de avanço junto ao mercado consumidor. E atualmente pode se considerar a existência de uma consciência generalizada sobre os impactos gerados pelo consumo de energia e água, tanto na esfera ambiental quanto na esfera econômica. Este movimento tem sido corroborado pelo recente embasamento legal que acompanha a elaboração de novas leis sobre geração de energia elétrica em edificações, racionalização do consumo de água e reuso de água não-potável.

Assim, torna-se interessante desenvolver uma agenda sustentável, de forma a alcançar consumidores conscientes sobre a questão ambiental, explorando também a diminuição dos custos operacionais durante o ciclo de vida da edificação, como redução dos gastos com energia e água.

Embora não seja ainda um fator decisivo de compra, a avaliação dos custos de utilização do produto adquirido surge como um elemento a mais de avaliação no processo decisório do comprador, à medida que os consumidores tornam-se cada vez mais atentos a gestão de seus recursos financeiros. Esta questão é visível na busca atual por redução de contas de luz e de água, devido aos impactos que estes causam no orçamento familiar. E apesar de não ser ainda um costume no mercado do Rio de Janeiro, a procura por imóveis com custos de operação reduzidos tende a ser mais um fator determinante ao se optar pela aquisição de um produto imobiliário.

Fica claro que a apresentação dos dados de desempenho e economia de consumo se torna extremamente útil para os usuários, proprietários e locadores dos imóveis, e motiva o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais

eficientes. Isto é corroborado pela conclusão da pesquisa realizada pelo Instituto Sensus (2014):

Neste momento, o consumidor valoriza a perspectiva de economia continuada (itens de racionalização de energia e água) e vê como aspecto negativo ter que pagar caro pelas inovações. Portanto, do ponto de vista mercadológico, as inovações devem ser agregadas com esforços de esclarecimento ao consumidor dos benefícios que trazem em face do valor a ser investido.

De modo geral, as empresas incorporadoras visam apresentar ao mercado produtos que tragam satisfação aos seus clientes, e a oferta de edifícios com baixo consumo torna-se um excelente fator de atratividade. Há assim um potencial considerável para o crescimento de produtos imobiliários residenciais sustentáveis, e o fator de viabilidade financeira destes dependerá da capacidade de explorar a questão da economia gerada durante a operação em contraposição ao aumento do preço de vendas.

Destaca-se a importância da revalidação dos dados sobre eficiência dos sistemas e economias durante a etapa de concepção de projeto, detalhamento e orçamento. Da mesma forma, é extremamente relevante gerar mecanismos de monitoramento de sistemas em operação. Estas ações auxiliam na obtenção de dados mais apurados a serem repassados para os futuros compradores, minimizando desvios que possam configurar propaganda enganosa no momento da comercialização.

Sobre este último aspecto, há necessidade de criar no mercado regras para o repasse de informações no momento da comercialização, estabelecendo-se metodologia para obtenção dos dados de performance e limites de tolerância em relação aos dados de economia informados para o cliente. Conforme visto neste trabalho, os valores de economia encontrados são estimativas geradas para um determinado empreendimento, e são calculados em função de um perfil de consumo estimado. Porém, a economia real só será verificada no momento de operação do empreendimento, sendo resultado do padrão de consumo do comprador durante a operação do imóvel. Desta forma, torna-se relevante buscar uma normatização para a previsão de economias e divulgação de dados para os clientes, admitindo-se níveis de tolerância para possíveis discrepâncias entre os valores divulgados no momento da compra e o resultado efetivo durante a operação. Isto objetiva dar mais segurança jurídica para o negócio, mitigando o risco de descontentamento e processos judiciais por parte dos compradores, caso os níveis de economia não sejam alcançados.

Ressalta-se também a importância de se gerar um banco de dados confiável sobre o consumo em edificações no Rio de Janeiro, em especial em relação ao consumo energético e de água. E isto pode ser alcançado através da interação entre as empresas distribuidoras, órgãos públicos de controle e o setor privado (neste caso, tanto as empresas incorporadoras quanto os condomínios). Além de auxiliar nas projeções de consumo e economia dos sistemas, este ponto é essencial para o melhor estabelecimento de tarifas e controles sanitários, bem como para o desenvolvimento de políticas públicas de incentivo à redução de consumo e geração de fontes alternativas de energia em habitação.

Ainda com relação à interação entre os setores público e privado, torna-se essencial estabelecer condições para que as estratégias públicas de desenvolvimento urbano envolvam o setor privado neste processo, demonstrando os benefícios possíveis de serem alcançados nos aspectos econômicos, sociais e ecológicos. De acordo com Bezerra & Oliveira (2016a), a concessão de incentivos governamentais configura elemento chave para a evolução de programas sustentáveis dentro da construção civil. Estes autores citam como exemplo a qualificação Qualiverde (mencionado no Capítulo 2), instrumento de iniciativa do governo municipal do Rio de Janeiro, que incentivaria a adoção de soluções sustentáveis em edificações através da concessão de benefícios fiscais e edilícios. Já Rogers & Gumuchdjan (2001) tomam como exemplo o desenvolvimento urbano da cidade de Barcelona, citando a atuação do prefeito Pasqual Maragall na década de 90:

Maragall criou uma estrutura em que o setor privado tem vontade de se adaptar à liderança pública, porque os incorporadores, ao mesmo tempo, vêm os benefícios globais de melhorias a longo prazo na cidade e reconhecem a importância do interesse público.

Ainda sobre este ponto, Almeida (2002) destaca que no novo mundo tripolar, o paradigma é o da integração de economia, ambiente e sociedade, conduzida e praticada em conjunto por três grupos básicos: empresários, governo e sociedade civil organizada.

Em relação à concepção e desenvolvimento de imóveis com desempenho energético e de consumo ótimo, há de se destacar importância da etapa de projeto. Conforme Weise et al (2008), é na etapa inicial de projeto que é possível incluir características sustentáveis que podem aumentar a eficiência energética e reduzir custos operacionais. Através da comparação entre diversos projetos de

construção, é possível realizar o cruzamento de todos os custos operacionais, fazer simulações e determinar quais serão as melhores soluções para o empreendimento. Entende-se assim que é com base nestes projetos que podem ser realizados estudos financeiros mais apurados.

Cabe assinalar que, em relação à este trabalho, os estudos são realizados com base em referencial teórico e para um empreendimento específico, e que os resultados para os cenários sustentáveis podem variar caso os sistemas sejam mais aperfeiçoados e otimizados através de planos mais detalhados, contando com projetos específicos e aplicação de novas tecnologias. Também podem haver variações em função de desvios no perfil de consumo dos usuários, além de modificações na quantidade final de habitantes por unidade e de possíveis variações das tarifas de energia e água que se encontrem fora da curva normal de inflação.

Finalmente, porém não menos importante, será fundamental debater a necessidade de buscar melhores formas de interação entre o ambiente construído e o meio ambiente, através de uma gestão ambiental eficiente tanto no processo de construção quanto no processo de operação, a fim de aumentar a qualidade de vida e diminuir impactos nocivos ao nosso ecossistema. Neste sentido, a adoção de novas tecnologias e soluções deve sempre ser considerada a fim de promover o pensamento sustentável.

Assim, este trabalho pretende contribuir para o processo decisório de investimentos em sustentabilidade dentro de empresas incorporadoras na cidade do Rio de Janeiro, bem como justificar a adoção de sistemas já previstos por lei e realçar a discussão sobre otimização de imóveis junto ao mercado consumidor.

Referências bibliográficas

ADVFN BRASIL. **IGP-M em Abril de 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://br.advfn.com/indicadores/igpm/2017>>. Acesso em 28 jun.2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Exemplo de cálculo de consumo de energia elétrica em elevador**. Brasília, DF, 201-?. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/aneel_luz/imagens/tabela_elevadores.gif>. Acesso em 04 fev. 2017.

_____. **Resolução Normativa Nº 482, de 17 de Abril de 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

_____. **Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

_____. ANEEL aprova revisão tarifaria da Light (RJ). **Sala de Imprensa**. Brasília, DF, 14 mar. 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-aprova-reajuste-tarifario-da-light-rj-/656877> Acesso em: 24 jun. 2017.

AGÊNCIA REGULADORA DE ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Agenera concede reajuste tarifário anual à Cedae. **Notícias**. Rio de Janeiro, 06 dez. 2016. Disponível em: <http://www.agenera.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2796:2016-12-06-17-53-58&catid=108:noticias&Itemid=124>. Acesso em 24 jun. 2017.

AGUIAR, Plínio. Edifícios verdes têm menor taxa de vacância. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 04 jun. 2017. Seção Blogs, Radar Imobiliário. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/edificios-verdes-tem-menor-taxa-de-vacancia/>> Acesso em: 05 jun. 2017.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2002. 191p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de Interiores - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992. 13p.

_____. **NBR 5626: Instalação Predial de água Fria**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 5665: Cálculo do tráfego nos elevadores - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1983. P.2.

_____. **NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR-ISO/CIE 8995-1: Iluminação de Ambientes de Trabalho. Parte 1: Interior.** Rio de Janeiro, 2013. 46p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INSÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO & FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **O Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais.** Produto 15. Nota Técnica 13. Coordenação de Robson Gonçalves. São Paulo, 2016.

BAGATINI, F. M. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2015, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** São Leopoldo, RS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CUSTOS, 2015. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3924/3925>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5358/3280>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

BEZERRA, M. M.; OLIVEIRA, A. J. Qualificação Qualiverde: a legislação para edifícios sustentáveis do Rio de Janeiro e análise comparativa com certificações. In: SIMPOSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 5., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 5, p. 42-51, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/qualificao-qualiverde-a-legislao-para-edificios-sustentveis-do-rio-de-janeiro-e-anlise-comparativa-com-certificaes-22490>>. Acesso em: 18 mai. 2017.

_____. Medição individualizada de água: momento e análises de exemplos no Rio de Janeiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 4., 2016, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre, ANPARQ, 2016. Disponível em: <<http://www.anparq.org.br/dvd-enparq-4/SESSAO%2004/S04-02-BEZERRA,%20M;%20OLIVEIRA,%20A.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

_____. **Qualiverde: histórico, projetos e próximos passos.** In: Mix Sustentável, v. 2, n.2. Florianópolis, set 2016. P. 80-86. Disponível em: <<http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2016/09/EDI%C3%87%C3%83O-AGOSTO-2016-VOL-2-N-2.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Histórico das Taxas de Juros.** Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

_____. Lei n.º 10.820, de 17 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a autorização para desconto de prestações em folha de pagamento, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 dez. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.820.htm>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. Lei n.º 10.931, de 2 de agosto de 2004. Dispõe sobre o patrimônio de afetação de incorporações imobiliárias, Letra de Crédito Imobiliário, Cédula de Crédito Imobiliário, Cédula de Crédito Bancário, altera o Decreto-Lei no 911, de 1o de outubro de 1969, as Leis no 4.591, de 16 de dezembro de 1964, no 4.728, de 14 de julho de 1965, e no 10.406, de 10 de janeiro de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/10.931.htm>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. Lei n.º 12.844, de 19 de julho de 2013. Amplia o valor do Benefício Garantia-Safra para a safra de 2011/2012; amplia o Auxílio Emergencial Financeiro, de que trata a Lei no 10.954, de 29 de setembro de 2004, relativo aos desastres ocorridos em 2012; autoriza a distribuição de milho para venda a pequenos criadores, nos termos que especifica; institui medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas originárias de operações de crédito... **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12844.htm#art49i>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Desenvolvimento e Planejamento Estratégico. Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia. **Energia Solar no Brasil e no Mundo: Ano de Referência - 2015**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c;jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>> Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Construção Sustentável**. Brasília, DF, 201-?. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em 07 fev. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. **Conservação e reuso de águas em edificações**. São Paulo, PROL: 2005.

_____. Planalto. Construção civil emprega 13 milhões de pessoas no País. **Portal Planalto**, Brasília, DF, 11 ago. 2016. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2016/08/construcao-civil-emprega-13-milhoes-de-pessoas-no-pais>>. Acesso em 17 mai. 2017.

CABRAL, B. F. et. al. **Impactos sócio-ambientais dos lava-jatos da cidade de Palmas – TO**. Palmas, 2009. Universidade Católica do Tocantins. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-1/3-periodo/Impactos_socioambientais_dos_lava-jatos_da_cidade_de_palmas-to.pdf>. Acesso em 30 abr. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil**. 07, mar. 2017. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

CARVALHO, W. F. **Medição Individualizada de Água em Apartamentos**. Belo Horizonte, 2010. p. 56. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/51.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO. **Potencial Solar – Sun Data**. 30 Nov. 2016. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

CHING, F. D. K.; SHAPIRO, I. M. **Green Building Illustrated**. New Jersey: Wiley, 2014. p. 23.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. P. 16-55.

CORDEIRO, R. B. **Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável.** São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis e Financeiras) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Disponível em: <<https://tede.pucsp.br/bitstream/handle/1755/1/Roberto%20Batista%20Cordeiro.pdf>>. Acesso em 30 abr. 2017.

CUNHA, V. L. **Análise de viabilidade: estudo de caso de incorporação imobiliária.** Porto Alegre, 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148711/001002491.pdf?sequence=1>>. Acesso em 07 abr. 2017.

DÔCE, E. R. **A apropriação do discurso ambiental na comercialização dos empreendimentos imobiliários na região da Barra da Tijuca: um caminho oposto à sustentabilidade.** Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

FERREIRA, A. T. et al. **Sistema de Medição Individualizada de Água: Estudo de Caso de Edifício Comercial em São Paulo.** In: Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 11, n.3. Goiânia, jun 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/37331/pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <carlosstozek@gmail.com> em 25 jul. 2017.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** In: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – Edital 05. Vitória, ABES, 2009. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_5.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2017.

GOODMAN, J. **Determinants of Operating Costs of Multifamily Rental Housing.** Cambridge, 2004. Working Papers – Joint Center for Housing Studies, Harvard University. Disponível em: <<http://www.jchs.harvard.edu/sites/jchs.harvard.edu/files/w04-7.pdf>>. Acesso em: 12 fev 2017.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Empreendimentos LEED.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/empreendimentos-leed.php>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Programa Brasileiro de Etiquetagem. Eficiência Energética - **Lavadoras de roupa automáticas com abertura superior (top load).** Edição 2017. 13 jun. 2017. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/lavadorasTopLoad.pdf>> Acesso em: 24 jun. 2017.

INSTITUTO SENSUS. **Pesquisa Nacional da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – A Inovação na Construção Civil no Brasil sob a Ótica do Consumidor.** [s.l.]: CBIC, 2014. Disponível em: http://www.cbic.org.br/sites/default/files/CBIC_Web.pdf. Acesso em: 08 jan. 2017.

LIGHT. **Procedimentos para a Conexão de Microgeração e Minigeração ao Sistema de Distribuição da Light SESA BT e MT – Até Classe 36,2kV.** Revisão 03. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.light.com.br/Repositorio/Recon/LIGHT_Informacao_Tecnica_DTE_DTP_01_2012_MARCO_2016.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2017.

_____. **Simulador de Consumo da Light**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.light.com.br/para-residencias/Simuladores/consumo.aspx>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/pt-br.php>>. Acesso em 18 abr. 2017.

MOTTA, L. A. **Análise de viabilidade econômica da adoção de soluções energéticas de menor impacto: estudo de caso em um condomínio horizontal na cidade de Londrina**. Londrina, 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Curso Superior em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2391/1/LD_COEAM_2013_2_15.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ORDOÑEZ, R. Energia solar cresceu 70% em dois anos. **O Globo**, Rio de Janeiro, 01 jan. 2017. Seção Economia. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/energia-solar-cresceu-70-em-dois-anos-20715504>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Instituto Pereira Passos. **Bairros Cariocas**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairros Cariocas/index_bairro.htm>. Acesso em: 15 fev. 2017.

_____. Secretaria Municipal da Casa Civil. Instituto Pereira Passos. Conselho Estratégico de Informações da Cidade. **Censo 2010 – A Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/documents/91329/0c746c53-660b-49e6-8da6-85834c220cff>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

_____. Subsecretaria de Vigilância, Fiscalização Sanitária e Controle de Zoonoses. **Dicas e Orientações: Caixas D`água e Cisternas**. Rio de Janeiro, 201-?. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/vigilanciasanitaria/caixas-d-agua-e-cisternas>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Decreto n.º 23.940 de 30 de janeiro de 2004. Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. **Diário Oficial da Cidade do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 31 jan. 2004. Disponível em: <<https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/917561/decreto-23940-04>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

_____. Lei Complementar n.º 112 de 17 de março de 2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade de individualização do medidor de consumo de água em edificações multifamiliares e dá outras providências. **Diário Oficial da Cidade do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 21 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/2122393/DLFE-232581.pdf/LeiComplementar1.1.2.de1.7.deMarcode2.0.1.1..pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto n.º 20.356, de 17 de agosto de 1994. Regulamenta a Lei n.º 1.893, de 20.11.91, que estabelece a obrigatoriedade de limpeza e higienização dos reservatórios de água para fins de manutenção dos padrões de potabilidade. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 18 ago. 1994. Disponível em: <<http://www.secovirio/media/Dec>>.

Estadual 20356-1994 – Limpeza de Caixa d'água.doc>. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. Lei n.º 7.463, de 18 de outubro de 2016. Regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas cinzas para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 19 out. 2016. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/f25edae7e64db53b032564fe005262ef/186e9070198174dd83257ff10059d9d9?OpenDocument&Highlight=0,7.463>>. Acesso em 19 abr. 2017.

RODRIGUES, V. V. **Modelo de análise de risco aplicado a estudos de viabilidade para construção e incorporação de prédios residenciais**. Niterói, 2001. 236 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001. 180p.

SÁ, M. M. **Viabilidade de Empreendedorismo Imobiliário e Incorporações**. Apostila de Aula Ministrado no Curso de MBA em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil FGV-Management. Rio de Janeiro: FGV-Rio, 2010. P. 48.

SELLA, M. B. **Reuso de águas cinzas: avaliação da viabilidade de implantação do sistema em residências**. Porto Alegre, 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34521/000789725.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Convenção Coletiva de Trabalho - 2017**. Rio de Janeiro, 2017. 36 p. Disponível em: <<http://www.sinduscon-rio.com.br/convencao-coletiva/>>. Acesso em: 26 mai. 2017.

_____. **Custos Unitários da Construção – Abril 2017**. Rio de Janeiro, 2017b. Disponível em: <<http://www.sinduscon-rio.com.br/pdfs2017/cub.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2017.

SISTEMA ALERTA RIO DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Dados Pluviométricos**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/download/dados-pluviometricos/>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

UNIÃO EUROPÉIA. Directiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético de edificações (reformulação). **Jornal Oficial da União Europeia**, L153/13, Estrasburgo, 18 jun. 2010. P. 23. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>>. Acesso em 2 jun. 2017.

VALENTINA, R. S. D. **Gerenciamento da qualidade e da quantidade de água cinza em uma edificação residencial de alto padrão com vistas ao reuso não-potável**. Vitória, 2009. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_3159_Disserta%E7%E3o%20Renata_Vers%E3o%20Final.pdf>. Acesso em 30 abr. 2017.

WEISE, A. D.; SCHULTZ, C. A.; TRIERWEILLER, A. C. Custos Imobiliários: a Aplicação dos Conceitos do Custo de Ciclo de Vida. In: Congresso UFSC de

controladoria e finanças (2:2008, Florianópolis) / Organizado por Ernesto Fernando R. Vicente. – Florianópolis: UFSC/Departamento de Ciências Contábeis/ UFSC, 2008. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2008. Disponível em: <dvl.ccn.ufsc.br/congresso/anais/2CCF/20080810162708.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

APÊNDICE A

Cálculo de Potência para Bomba de Recalque do Sistema de Água Potável

O sistema de recalque de água potável da edificação conta com as seguintes características:

- a. Vazão calculada em função da opção de se encher o reservatório superior de 32.400 Litros em 5 horas, gerando uma necessidade de vazão de 6,48 m³/h.
- b. Altura manométrica calculada em planilha específica, no valor de 36 metros.

Opta-se pela utilização de motobomba modelo BC-92 S/T HÁ, marca Schneider, com potência de 3,00 cv, conforme catálogo da fabricante.

Para cálculo do consumo de energia, aplica-se ao valor da potência sua equivalência em Watts, que é de 735,5 Watt/cv. Sendo assim, tem-se:

$$P (W) = P (cv) \times 735,5$$

$$P = 3,00 \times 735,5$$

$$P = 2.207 \text{ Watts}$$

APÊNDICE B

Cálculo de Potência para Bomba de Recalque do Sistema de Reuso de Águas Cinzas

O sistema de recalque para as instalações de reuso de águas cinzas conta com as seguintes características:

- a. Vazão calculada em função da opção de se abastecer o reservatório superior de acumulação pelo volume total diário demandado de 5.427 Litros em 1 hora, gerando uma necessidade de vazão de 5,43 m³/h.
- b. Altura manométrica calculada em planilha específica, no valor de 36 metros.

Opta-se pela utilização de motobomba modelo BC-92 1B, marca Schneider, com potência de 3,00 cv, conforme catálogo da fabricante.

Para cálculo do consumo de energia, aplica-se ao valor da potência sua equivalência em Watts, que é de 735,5 Watt/cv. Sendo assim, tem-se:

$$P (W) = P (cv) \times 735,5$$

$$P = 3,00 \times 735,5$$

$$P = 2.207 \text{ Watts}$$

APÊNDICE C

Cálculo de Potência para Bomba de Recalque do Sistema de Captação de Água de Chuvas

O sistema de recalque para as instalações de reuso de águas cinzas conta com as seguintes características:

- a. Vazão calculada em função da estimativa de operação da bomba duas vezes na semana (oito eventos mensais), durante meia hora em cada evento, enchendo 2.858 Litros por evento (equivalente ao consumo mensal de 22.836 dividido por oito eventos), resultando numa vazão de 5,72 m³/h.
- b. Altura manométrica calculada em planilha específica, no valor de 36 metros.

Opta-se pela utilização de motobomba modelo BC-92 1B, marca Schneider, com potência de 3,00 cv, conforme catálogo da fabricante.

Para cálculo do consumo de energia, aplica-se ao valor da potência sua equivalência em Watts, que é de 735,5 Watt/cv. Sendo assim, tem-se:

$$P (W) = P (cv) \times 735,5$$

$$P = 3,00 \times 735,5$$

$$P = 2.207 \text{ Watts}$$

APÊNDICE D

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário convencional.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	56.603,98	135.849,55	2.122,65	-	-	-	24.153,60	100.640,00	135.864,00	2.205.233,78	3.867.733,78
nov/17		-	-	-	-	56.603,98	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	100.640,00	135.864,00	296.740,23	4.164.474,01
dez/17		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	100.640,00	-	104.272,25	4.268.746,26
jan/18		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	-	-	3.632,25	4.272.378,51
fev/18		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	-	-	3.632,25	4.276.010,76
mar/18		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	-	-	3.632,25	4.279.643,01
abr/18		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	-	-	3.632,25	4.283.275,26
mai/18		-	-	-	-	-	-	2.122,65	-	-	-	1.509,60	-	-	3.632,25	4.286.907,51
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	2.235.708,57	6.522.616,08
jul/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	6.758.324,65
ago/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	6.994.033,22
set/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	7.229.741,80
out/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	7.465.450,37
nov/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	7.701.158,94
dez/18		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	7.936.867,51
jan/19		-	-	178.780,95	33.483,98	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	235.708,57	8.172.576,08
fev/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	320.614,54	8.493.190,62
mar/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	320.614,54	8.813.805,17
abr/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	1.509,60	-	-	320.614,54	9.134.419,71
mai/19	Meio da Obra	-	-	250.293,33	46.877,57	56.603,98	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	41.765,60	50.320,00	226.440,00	694.234,52	9.828.654,23
jun/19		-	-	250.293,33	46.877,57	56.603,98	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	50.320,00	226.440,00	660.171,75	10.488.825,99
jul/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	-	-	326.807,77	10.815.633,76
ago/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	-	-	326.807,77	11.142.441,53
set/19		-	-	250.293,33	46.877,57	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	-	-	326.807,77	11.469.249,31
out/19		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	-	-	369.260,76	11.838.510,07
nov/19		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	-	7.702,83	-	-	369.260,76	12.207.770,82
dez/19		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	12.594.012,78
jan/20		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	12.980.254,73
fev/20		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	13.366.496,68
mar/20		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	13.752.738,64
abr/20		-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	14.138.980,59
mai/20	Termino da Obra	-	-	286.049,52	53.574,37	-	-	2.122,65	5.660,40	14.151,00	16.981,19	7.702,83	-	-	386.241,95	14.525.222,54
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	56.603,98	-	-	-	-	-	56.010,03	50.320,00	90.576,00	253.510,01	14.778.732,56
jul/20	11	-	-	-	-	56.603,98	-	-	-	-	-	563.584,00	100.640,00	90.576,00	811.403,98	15.590.136,54
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.320,00	-	50.320,00	15.640.456,54
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	5.720.990,37	1.071.487,35	339.623,89	135.849,55	67.924,78	135.849,55	339.623,89	101.887,17	805.120,00	603.840,00	905.760,00	15.640.456,54	

APÊNDICE E

Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário convencional.

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Repasse	Sub-Total Receitas
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	603.840,00	-	-	-	-	-	-	-	603.840,00
nov/17		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
dez/17		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
jan/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
fev/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
mar/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
abr/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
mai/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
jun/18	Início da Obra	-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
jul/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
ago/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
set/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
out/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
nov/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
dez/18		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
jan/19		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
fev/19		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
mar/19		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
abr/19		-	37.740,00	-	-	-	-	-	-	37.740,00
mai/19	Meio da Obra	-	37.740,00	-	1.006.400,00	-	-	-	-	1.044.140,00
jun/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
jul/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
ago/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
set/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
out/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
nov/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
dez/19		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
jan/20		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
fev/20		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
mar/20		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
abr/20		-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
mai/20	Termino da Obra	-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	-	-	192.570,77
jun/20	Entrega Chaves	-	37.740,00	-	-	154.830,77	-	1.207.680,00	-	1.400.250,77
jul/20	11	-	-	4.226.880,00	-	-	7.044.800,00	-	2.817.920,00	14.089.600,00
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		603.840,00	1.207.680,00	4.226.880,00	1.006.400,00	2.012.800,00	7.044.800,00	1.207.680,00	2.817.920,00	20.128.000,00

APÊNDICE F

Fluxo de caixa acumulado do empreendimento no cenário convencional.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.205.233,78	603.840,00	(1.601.393,78)	(3.263.893,78)	Mês 7
nov/17		296.740,23	37.740,00	(259.000,23)	(3.522.894,01)	Mês 8
dez/17		104.272,25	37.740,00	(66.532,25)	(3.589.426,26)	Mês 9
jan/18		3.632,25	37.740,00	34.107,75	(3.555.318,51)	Mês 10
fev/18		3.632,25	37.740,00	34.107,75	(3.521.210,76)	Mês 11
mar/18		3.632,25	37.740,00	34.107,75	(3.487.103,01)	Mês 12
abr/18		3.632,25	37.740,00	34.107,75	(3.452.995,26)	Mês 13
mai/18		3.632,25	37.740,00	34.107,75	(3.418.887,51)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.235.708,57	37.740,00	(2.197.968,57)	(5.616.856,08)	Mês 15
jul/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(5.814.824,65)	Mês 16
ago/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(6.012.793,22)	Mês 17
set/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(6.210.761,80)	Mês 18
out/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(6.408.730,37)	Mês 19
nov/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(6.606.698,94)	Mês 20
dez/18		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(6.804.667,51)	Mês 21
jan/19		235.708,57	37.740,00	(197.968,57)	(7.002.636,08)	Mês 22
fev/19		320.614,54	37.740,00	(282.874,54)	(7.285.510,62)	Mês 23
mar/19		320.614,54	37.740,00	(282.874,54)	(7.568.385,17)	Mês 24
abr/19		320.614,54	37.740,00	(282.874,54)	(7.851.259,71)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	694.234,52	1.044.140,00	349.905,48	(7.501.354,23)	Mês 26
jun/19		660.171,75	192.570,77	(467.600,99)	(7.968.955,22)	Mês 27
jul/19		326.807,77	192.570,77	(134.237,00)	(8.103.192,22)	Mês 28
ago/19		326.807,77	192.570,77	(134.237,00)	(8.237.429,23)	Mês 29
set/19		326.807,77	192.570,77	(134.237,00)	(8.371.666,23)	Mês 30
out/19		369.260,76	192.570,77	(176.689,99)	(8.548.356,22)	Mês 31
nov/19		369.260,76	192.570,77	(176.689,99)	(8.725.046,21)	Mês 32
dez/19		386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(8.918.717,39)	Mês 33
jan/20		386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(9.112.388,58)	Mês 34
fev/20		386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(9.306.059,76)	Mês 35
mar/20		386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(9.499.730,95)	Mês 36
abr/20		386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(9.693.402,13)	Mês 37
mai/20	Termino da	386.241,95	192.570,77	(193.671,18)	(9.887.073,31)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	253.510,01	1.400.250,77	1.146.740,76	(8.740.332,56)	Mês 39
jul/20	11	811.403,98	14.089.600,00	13.278.196,02	4.537.863,46	Payback
ago/20		50.320,00	-	(50.320,00)	4.487.543,46	Mês 41
TOTAL R\$		15.640.456,54	20.128.000,00	4.487.543,46	4.487.543,46	

APÊNDICE G

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário com uso de energia solar fotovoltaica.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Sistemas Sustentáveis	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	-	57.802,94	138.727,05	2.167,61	-	-	-	24.459,07	101.912,80	137.582,28	2.212.651,76	3.875.151,76
nov/17		-	-	-	-	-	57.802,94	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	101.912,80	137.582,28	300.994,32	4.176.146,08
dez/17		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	101.912,80	-	105.609,10	4.281.755,18
jan/18		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	-	-	3.696,30	4.285.451,48
fev/18		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	-	-	3.696,30	4.289.147,78
mar/18		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	-	-	3.696,30	4.292.844,09
abr/18		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	-	-	3.696,30	4.296.540,39
mai/18		-	-	-	-	-	-	-	2.167,61	-	-	-	1.528,69	-	-	3.696,30	4.300.236,69
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	2.240.688,35	6.540.925,04
jul/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	6.781.613,40
ago/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	7.022.301,75
set/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	7.262.990,10
out/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	7.503.678,46
nov/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	7.744.366,81
dez/18		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	7.985.055,16
jan/19		-	-	4.496,09	178.780,95	33.483,98	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	240.688,35	8.225.743,52
fev/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	327.392,76	8.553.136,28
mar/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	327.392,76	8.880.529,04
abr/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	1.528,69	-	-	327.392,76	9.207.921,80
mai/19	Meio da Obra	-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	57.802,94	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	42.293,81	50.956,40	229.303,80	706.221,02	9.914.142,83
jun/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	57.802,94	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	50.956,40	229.303,80	671.727,46	10.585.870,28
jul/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	-	-	333.664,32	10.919.534,60
ago/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	-	-	333.664,32	11.253.198,92
set/19		-	-	6.294,53	250.293,33	46.877,57	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	-	-	333.664,32	11.586.863,24
out/19		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	-	-	377.016,52	11.963.879,76
nov/19		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	-	7.800,25	-	-	377.016,52	12.340.896,29
dez/19		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	12.735.253,69
jan/20		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	13.129.611,10
fev/20		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	13.523.968,50
mar/20		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	13.918.325,91
abr/20		-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	14.312.683,32
mai/20	Termino da	-	-	7.193,75	286.049,52	53.574,37	-	-	2.167,61	5.780,29	14.450,73	17.340,88	7.800,25	-	-	394.357,41	14.707.040,72
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	-	57.802,94	-	-	-	-	-	56.718,39	50.956,40	91.721,52	257.199,25	14.964.239,97
jul/20	11	-	-	-	-	-	57.802,94	-	-	-	-	-	570.711,68	101.912,80	91.721,52	822.148,94	15.786.388,91
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.956,40	-	50.956,40	15.837.345,31
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	143.875,00	5.720.990,37	1.071.487,35	346.817,64	138.727,05	69.363,53	138.727,05	346.817,64	104.045,29	815.302,40	611.476,80	917.215,20	15.837.345,31	

APÊNDICE H**Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário com uso de energia solar fotovoltaica.**

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Repasse	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.662.500,00)
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	611.476,80	-	-	-	-	-	-	-	611.476,80	(1.601.174,96)
nov/17		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(262.777,02)
dez/17		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(67.391,80)
jan/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	34.521,00
fev/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	34.521,00
mar/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	34.521,00
abr/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	34.521,00
mai/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	34.521,00
jun/18	Início da Obra	-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(2.202.471,05)
jul/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
ago/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
set/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
out/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
nov/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
dez/18		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
jan/19		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(202.471,05)
fev/19		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(289.175,46)
mar/19		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(289.175,46)
abr/19		-	38.217,30	-	-	-	-	-	-	38.217,30	(289.175,46)
mai/19	Meio da Obra	-	38.217,30	-	1.019.128,00	-	-	-	-	1.057.345,30	351.124,28
jun/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(476.721,24)
jul/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(138.658,10)
ago/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(138.658,10)
set/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(138.658,10)
out/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(182.010,30)
nov/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(182.010,30)
dez/19		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
jan/20		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
fev/20		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
mar/20		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
abr/20		-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
mai/20	Termino da Obra	-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	-	-	195.006,22	(199.351,18)
jun/20	Entrega Chaves	-	38.217,30	-	-	156.788,92	-	1.222.953,60	-	1.417.959,82	1.160.760,57
jul/20	11	-	-	4.280.337,60	-	-	7.133.896,00	-	2.853.558,40	14.267.792,00	13.445.643,06
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(50.956,40)
TOTAL		611.476,80	1.222.953,60	4.280.337,60	1.019.128,00	2.038.256,00	7.133.896,00	1.222.953,60	2.853.558,40	20.382.560,00	4.545.214,69

APÊNDICE I

Fluxo de caixa acumulado do empreendimento no cenário com uso de energia solar fotovoltaica.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.212.651,76	611.476,80	(1.601.174,96)	(3.263.674,96)	Mês 7
nov/17		300.994,32	38.217,30	(262.777,02)	(3.526.451,98)	Mês 8
dez/17		105.609,10	38.217,30	(67.391,80)	(3.593.843,78)	Mês 9
jan/18		3.696,30	38.217,30	34.521,00	(3.559.322,78)	Mês 10
fev/18		3.696,30	38.217,30	34.521,00	(3.524.801,78)	Mês 11
mar/18		3.696,30	38.217,30	34.521,00	(3.490.280,79)	Mês 12
abr/18		3.696,30	38.217,30	34.521,00	(3.455.759,79)	Mês 13
mai/18		3.696,30	38.217,30	34.521,00	(3.421.238,79)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.240.688,35	38.217,30	(2.202.471,05)	(5.623.709,84)	Mês 15
jul/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(5.826.180,90)	Mês 16
ago/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(6.028.651,95)	Mês 17
set/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(6.231.123,00)	Mês 18
out/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(6.433.594,06)	Mês 19
nov/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(6.636.065,11)	Mês 20
dez/18		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(6.838.536,16)	Mês 21
jan/19		240.688,35	38.217,30	(202.471,05)	(7.041.007,22)	Mês 22
fev/19		327.392,76	38.217,30	(289.175,46)	(7.330.182,68)	Mês 23
mar/19		327.392,76	38.217,30	(289.175,46)	(7.619.358,14)	Mês 24
abr/19		327.392,76	38.217,30	(289.175,46)	(7.908.533,60)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	706.221,02	1.057.345,30	351.124,28	(7.557.409,33)	Mês 26
jun/19		671.727,46	195.006,22	(476.721,24)	(8.034.130,56)	Mês 27
jul/19		333.664,32	195.006,22	(138.658,10)	(8.172.788,66)	Mês 28
ago/19		333.664,32	195.006,22	(138.658,10)	(8.311.446,75)	Mês 29
set/19		333.664,32	195.006,22	(138.658,10)	(8.450.104,85)	Mês 30
out/19		377.016,52	195.006,22	(182.010,30)	(8.632.115,15)	Mês 31
nov/19		377.016,52	195.006,22	(182.010,30)	(8.814.125,45)	Mês 32
dez/19		394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(9.013.476,63)	Mês 33
jan/20		394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(9.212.827,81)	Mês 34
fev/20		394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(9.412.179,00)	Mês 35
mar/20		394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(9.611.530,18)	Mês 36
abr/20		394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(9.810.881,36)	Mês 37
mai/20	Termino da	394.357,41	195.006,22	(199.351,18)	(10.010.232,54)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	257.199,25	1.417.959,82	1.160.760,57	(8.849.471,97)	Mês 39
jul/20	11	822.148,94	14.267.792,00	13.445.643,06	4.596.171,09	Payback
ago/20		50.956,40	-	(50.956,40)	4.545.214,69	Mês 41
TOTAL R\$		15.837.345,31	20.382.560,00	4.545.214,69	4.545.214,69	

APÊNDICE J

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário com reuso de águas cinzas.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Sistemas Sustentáveis	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	-	57.339,36	137.614,47	2.150,23	-	-	-	24.341,86	101.424,40	136.922,94	2.209.793,26	3.872.293,26
nov/17		-	-	-	-	-	57.339,36	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	101.424,40	136.922,94	299.358,30	4.171.651,56
dez/17		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	101.424,40	-	105.095,99	4.276.747,55
jan/18		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	-	-	3.671,59	4.280.419,14
fev/18		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	-	-	3.671,59	4.284.090,73
mar/18		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	-	-	3.671,59	4.287.762,32
abr/18		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	-	-	3.671,59	4.291.433,92
mai/18		-	-	-	-	-	-	-	2.150,23	-	-	-	1.521,37	-	-	3.671,59	4.295.105,51
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	2.238.762,98	6.533.868,49
jul/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	6.772.631,48
ago/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	7.011.394,46
set/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	7.250.157,45
out/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	7.488.920,43
nov/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	7.727.683,42
dez/18		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	7.966.446,40
jan/19		-	-	2.757,69	178.780,95	33.483,98	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	238.762,98	8.205.209,39
fev/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	324.772,03	8.529.981,42
mar/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	324.772,03	8.854.753,45
abr/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	1.521,37	-	-	324.772,03	9.179.525,48
mai/19	Meio da Obra	-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	57.339,36	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	42.091,13	50.712,20	228.204,90	701.598,25	9.881.123,73
jun/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	57.339,36	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	50.712,20	228.204,90	667.270,00	10.548.393,73
jul/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	-	-	331.013,53	10.879.407,26
ago/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	-	-	331.013,53	11.210.420,79
set/19		-	-	3.860,76	250.293,33	46.877,57	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	-	-	331.013,53	11.541.434,33
out/19		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	-	-	374.018,06	11.915.452,38
nov/19		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	-	7.762,87	-	-	374.018,06	12.289.470,44
dez/19		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	12.680.690,30
jan/20		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	13.071.910,17
fev/20		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	13.463.130,03
mar/20		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	13.854.349,90
abr/20		-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	14.245.569,76
mai/20	Termino da	-	-	4.412,30	286.049,52	53.574,37	-	-	2.150,23	5.733,94	14.334,84	17.201,81	7.762,87	-	-	391.219,86	14.636.789,62
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	-	57.339,36	-	-	-	-	-	56.446,58	50.712,20	91.281,96	255.780,10	14.892.569,73
jul/20	11	-	-	-	-	-	57.339,36	-	-	-	-	-	567.976,64	101.424,40	91.281,96	818.022,36	15.710.592,09
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.712,20	-	50.712,20	15.761.304,29
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	88.245,97	5.720.990,37	1.071.487,35	344.036,18	137.614,47	68.807,24	137.614,47	344.036,18	103.210,86	811.395,20	608.546,40	912.819,60	15.761.304,29	

APÊNDICE K

Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário com reuso de águas cinzas.

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Repasse	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.662.500,00)
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	608.546,40	-	-	-	-	-	-	-	608.546,40	(1.601.246,86)
nov/17		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(261.324,15)
dez/17		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(67.061,84)
jan/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	34.362,56
fev/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	34.362,56
mar/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	34.362,56
abr/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	34.362,56
mai/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	34.362,56
jun/18	Início da Obra	-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(2.200.728,83)
jul/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
ago/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
set/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
out/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
nov/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
dez/18		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
jan/19		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(200.728,83)
fev/19		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(286.737,88)
mar/19		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(286.737,88)
abr/19		-	38.034,15	-	-	-	-	-	-	38.034,15	(286.737,88)
mai/19	Meio da Obra	-	38.034,15	-	1.014.244,00	-	-	-	-	1.052.278,15	350.679,90
jun/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(473.198,31)
jul/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(136.941,84)
ago/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(136.941,84)
set/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(136.941,84)
out/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(179.946,37)
nov/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(179.946,37)
dez/19		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
jan/20		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
fev/20		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
mar/20		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
abr/20		-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
mai/20	Termino da Obra	-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	-	-	194.071,69	(197.148,18)
jun/20	Entrega Chaves	-	38.034,15	-	-	156.037,54	-	1.217.092,80	-	1.411.164,49	1.155.384,38
jul/20	11	-	-	4.259.824,80	-	-	7.099.708,00	-	2.839.883,20	14.199.416,00	13.381.393,64
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(50.712,20)
TOTAL		608.546,40	1.217.092,80	4.259.824,80	1.014.244,00	2.028.488,00	7.099.708,00	1.217.092,80	2.839.883,20	20.284.880,00	4.523.575,71

APÊNDICE L

Fluxo de caixa acumulado do empreendimento no cenário com reuso de águas cinzas.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.209.793,26	608.546,40	(1.601.246,86)	(3.263.746,86)	Mês 7
nov/17		299.358,30	38.034,15	(261.324,15)	(3.525.071,01)	Mês 8
dez/17		105.095,99	38.034,15	(67.061,84)	(3.592.132,85)	Mês 9
jan/18		3.671,59	38.034,15	34.362,56	(3.557.770,29)	Mês 10
fev/18		3.671,59	38.034,15	34.362,56	(3.523.407,73)	Mês 11
mar/18		3.671,59	38.034,15	34.362,56	(3.489.045,17)	Mês 12
abr/18		3.671,59	38.034,15	34.362,56	(3.454.682,62)	Mês 13
mai/18		3.671,59	38.034,15	34.362,56	(3.420.320,06)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.238.762,98	38.034,15	(2.200.728,83)	(5.621.048,89)	Mês 15
jul/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(5.821.777,73)	Mês 16
ago/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(6.022.506,56)	Mês 17
set/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(6.223.235,40)	Mês 18
out/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(6.423.964,23)	Mês 19
nov/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(6.624.693,07)	Mês 20
dez/18		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(6.825.421,90)	Mês 21
jan/19		238.762,98	38.034,15	(200.728,83)	(7.026.150,74)	Mês 22
fev/19		324.772,03	38.034,15	(286.737,88)	(7.312.888,62)	Mês 23
mar/19		324.772,03	38.034,15	(286.737,88)	(7.599.626,50)	Mês 24
abr/19		324.772,03	38.034,15	(286.737,88)	(7.886.364,38)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	701.598,25	1.052.278,15	350.679,90	(7.535.684,48)	Mês 26
jun/19		667.270,00	194.071,69	(473.198,31)	(8.008.882,79)	Mês 27
jul/19		331.013,53	194.071,69	(136.941,84)	(8.145.824,64)	Mês 28
ago/19		331.013,53	194.071,69	(136.941,84)	(8.282.766,48)	Mês 29
set/19		331.013,53	194.071,69	(136.941,84)	(8.419.708,32)	Mês 30
out/19		374.018,06	194.071,69	(179.946,37)	(8.599.654,69)	Mês 31
nov/19		374.018,06	194.071,69	(179.946,37)	(8.779.601,06)	Mês 32
dez/19		391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(8.976.749,23)	Mês 33
jan/20		391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(9.173.897,41)	Mês 34
fev/20		391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(9.371.045,59)	Mês 35
mar/20		391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(9.568.193,76)	Mês 36
abr/20		391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(9.765.341,94)	Mês 37
mai/20	Termino da	391.219,86	194.071,69	(197.148,18)	(9.962.490,11)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	255.780,10	1.411.164,49	1.155.384,38	(8.807.105,73)	Mês 39
jul/20	11	818.022,36	14.199.416,00	13.381.393,64	4.574.287,91	Payback
ago/20		50.712,20	-	(50.712,20)	4.523.575,71	Mês 41
TOTAL R\$		15.761.304,29	20.284.880,00	4.523.575,71	4.523.575,71	

APÊNDICE M

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário com captação de água de chuvas.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Sistemas Sustentáveis	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	-	56.739,89	136.175,74	2.127,75	-	-	-	24.189,12	100.788,00	136.063,80	2.206.084,29	3.868.584,29
nov/17		-	-	-	-	-	56.739,89	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	100.788,00	136.063,80	297.231,26	4.165.815,55
dez/17		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	100.788,00	-	104.427,57	4.270.243,12
jan/18		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	-	-	3.639,57	4.273.882,68
fev/18		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	-	-	3.639,57	4.277.522,25
mar/18		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	-	-	3.639,57	4.281.161,81
abr/18		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	-	-	3.639,57	4.284.801,38
mai/18		-	-	-	-	-	-	-	2.127,75	-	-	-	1.511,82	-	-	3.639,57	4.288.440,94
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	2.236.273,12	6.524.714,06
jul/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	6.760.987,18
ago/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	6.997.260,29
set/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	7.233.533,41
out/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	7.469.806,53
nov/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	7.706.079,64
dez/18		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	7.942.352,76
jan/19		-	-	509,66	178.780,95	33.483,98	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	236.273,12	8.178.625,88
fev/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	321.382,95	8.500.008,83
mar/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	321.382,95	8.821.391,78
abr/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	1.511,82	-	-	321.382,95	9.142.774,73
mai/19	Meio da Obra	-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	56.739,89	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	41.827,02	50.394,00	226.773,00	695.605,04	9.838.379,77
jun/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	56.739,89	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	50.394,00	226.773,00	661.492,18	10.499.871,96
jul/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	-	-	327.585,29	10.827.457,25
ago/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	-	-	327.585,29	11.155.042,54
set/19		-	-	713,52	250.293,33	46.877,57	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	-	-	327.585,29	11.482.627,83
out/19		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	-	-	370.140,21	11.852.768,03
nov/19		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	-	7.714,16	-	-	370.140,21	12.222.908,24
dez/19		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	12.610.070,42
jan/20		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	12.997.232,59
fev/20		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	13.384.394,77
mar/20		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	13.771.556,94
abr/20		-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	14.158.719,12
mai/20	Termino da	-	-	815,46	286.049,52	53.574,37	-	-	2.127,75	5.673,99	14.184,97	17.021,97	7.714,16	-	-	387.162,18	14.545.881,29
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	-	56.739,89	-	-	-	-	-	56.092,40	50.394,00	90.709,20	253.935,49	14.799.816,78
jul/20	11	-	-	-	-	-	56.739,89	-	-	-	-	-	564.412,80	100.788,00	90.709,20	812.649,89	15.612.466,67
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.394,00	-	50.394,00	15.662.860,67
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	16.309,13	5.720.990,37	1.071.487,35	340.439,34	136.175,74	68.087,87	136.175,74	340.439,34	102.131,80	806.304,00	604.728,00	907.092,00	15.662.860,67	

APÊNDICE N

Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário com captação de água de chuvas.

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repassé	Sinal	Mensais	Repassé	Sinal	Repassé	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.662.500,00)
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	604.728,00	-	-	-	-	-	-	-	604.728,00	(1.601.356,29)
nov/17		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(259.435,76)
dez/17		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(66.632,07)
jan/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	34.155,93
fev/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	34.155,93
mar/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	34.155,93
abr/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	34.155,93
mai/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	34.155,93
jun/18	Início da Obra	-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(2.198.477,62)
jul/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
ago/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
set/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
out/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
nov/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
dez/18		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
jan/19		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(198.477,62)
fev/19		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(283.587,45)
mar/19		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(283.587,45)
abr/19		-	37.795,50	-	-	-	-	-	-	37.795,50	(283.587,45)
mai/19	Meio da Obra	-	37.795,50	-	1.007.880,00	-	-	-	-	1.045.675,50	350.070,46
jun/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(468.638,22)
jul/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(134.731,33)
ago/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(134.731,33)
set/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(134.731,33)
out/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(177.286,25)
nov/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(177.286,25)
dez/19		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
jan/20		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
fev/20		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
mar/20		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
abr/20		-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
mai/20	Termino da Obra	-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	-	-	192.853,96	(194.308,21)
jun/20	Entrega Chaves	-	37.795,50	-	-	155.058,46	-	1.209.456,00	-	1.402.309,96	1.148.374,47
jul/20	11	-	-	4.233.096,00	-	-	7.055.160,00	-	2.822.064,00	14.110.320,00	13.297.670,11
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(50.394,00)
TOTAL		604.728,00	1.209.456,00	4.233.096,00	1.007.880,00	2.015.760,00	7.055.160,00	1.209.456,00	2.822.064,00	20.157.600,00	4.494.739,33

APÊNDICE O

Fluxo de caixa acumulado do empreendimento no cenário com captação de água de chuvas.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.206.084,29	604.728,00	(1.601.356,29)	(3.263.856,29)	Mês 7
nov/17		297.231,26	37.795,50	(259.435,76)	(3.523.292,05)	Mês 8
dez/17		104.427,57	37.795,50	(66.632,07)	(3.589.924,12)	Mês 9
jan/18		3.639,57	37.795,50	34.155,93	(3.555.768,18)	Mês 10
fev/18		3.639,57	37.795,50	34.155,93	(3.521.612,25)	Mês 11
mar/18		3.639,57	37.795,50	34.155,93	(3.487.456,31)	Mês 12
abr/18		3.639,57	37.795,50	34.155,93	(3.453.300,38)	Mês 13
mai/18		3.639,57	37.795,50	34.155,93	(3.419.144,44)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.236.273,12	37.795,50	(2.198.477,62)	(5.617.622,06)	Mês 15
jul/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(5.816.099,68)	Mês 16
ago/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(6.014.577,29)	Mês 17
set/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(6.213.054,91)	Mês 18
out/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(6.411.532,53)	Mês 19
nov/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(6.610.010,14)	Mês 20
dez/18		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(6.808.487,76)	Mês 21
jan/19		236.273,12	37.795,50	(198.477,62)	(7.006.965,38)	Mês 22
fev/19		321.382,95	37.795,50	(283.587,45)	(7.290.552,83)	Mês 23
mar/19		321.382,95	37.795,50	(283.587,45)	(7.574.140,28)	Mês 24
abr/19		321.382,95	37.795,50	(283.587,45)	(7.857.727,73)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	695.605,04	1.045.675,50	350.070,46	(7.507.657,27)	Mês 26
jun/19		661.492,18	192.853,96	(468.638,22)	(7.976.295,49)	Mês 27
jul/19		327.585,29	192.853,96	(134.731,33)	(8.111.026,82)	Mês 28
ago/19		327.585,29	192.853,96	(134.731,33)	(8.245.758,15)	Mês 29
set/19		327.585,29	192.853,96	(134.731,33)	(8.380.489,48)	Mês 30
out/19		370.140,21	192.853,96	(177.286,25)	(8.557.775,73)	Mês 31
nov/19		370.140,21	192.853,96	(177.286,25)	(8.735.061,97)	Mês 32
dez/19		387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(8.929.370,19)	Mês 33
jan/20		387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(9.123.678,40)	Mês 34
fev/20		387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(9.317.986,61)	Mês 35
mar/20		387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(9.512.294,83)	Mês 36
abr/20		387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(9.706.603,04)	Mês 37
mai/20	Termino da	387.162,18	192.853,96	(194.308,21)	(9.900.911,26)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	253.935,49	1.402.309,96	1.148.374,47	(8.752.536,78)	Mês 39
jul/20	11	812.649,89	14.110.320,00	13.297.670,11	4.545.133,33	Payback
ago/20		50.394,00	-	(50.394,00)	4.494.739,33	Mês 41
TOTAL R\$		15.662.860,67	20.157.600,00	4.494.739,33	4.494.739,33	

APÊNDICE P

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário com uso de hidrômetros individualizados.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Sistemas Sustentáveis	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	-	56.623,23	135.895,75	2.123,37	-	-	-	24.160,70	100.669,60	135.903,96	2.205.376,62	3.867.876,62
nov/17		-	-	-	-	-	56.623,23	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	100.669,60	135.903,96	296.830,21	4.164.706,83
dez/17		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	100.669,60	-	104.303,02	4.269.009,84
jan/18		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	-	-	3.633,42	4.272.643,26
fev/18		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	-	-	3.633,42	4.276.276,67
mar/18		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	-	-	3.633,42	4.279.910,09
abr/18		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	-	-	3.633,42	4.283.543,50
mai/18		-	-	-	-	-	-	-	2.123,37	-	-	-	1.510,04	-	-	3.633,42	4.287.176,92
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	2.235.788,66	6.522.965,58
jul/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	6.758.754,24
ago/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	6.994.542,90
set/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	7.230.331,57
out/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	7.466.120,23
nov/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	7.701.908,89
dez/18		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	7.937.697,55
jan/19		-	-	72,19	178.780,95	33.483,98	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	235.788,66	8.173.486,21
fev/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	320.723,51	8.494.209,72
mar/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	320.723,51	8.814.933,23
abr/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	1.510,04	-	-	320.723,51	9.135.656,74
mai/19	Meio da Obra	-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	56.623,23	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	41.777,88	50.334,80	226.506,60	694.455,98	9.830.112,72
jun/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	56.623,23	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	50.334,80	226.506,60	660.383,19	10.490.495,91
jul/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	-	-	326.918,56	10.817.414,47
ago/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	-	-	326.918,56	11.144.333,03
set/19		-	-	101,06	250.293,33	46.877,57	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	-	-	326.918,56	11.471.251,59
out/19		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	-	-	369.385,98	11.840.637,58
nov/19		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	-	7.705,10	-	-	369.385,98	12.210.023,56
dez/19		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	12.596.396,51
jan/20		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	12.982.769,47
fev/20		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	13.369.142,42
mar/20		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	13.755.515,37
abr/20		-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	14.141.888,33
mai/20	Termino da	-	-	115,50	286.049,52	53.574,37	-	-	2.123,37	5.662,32	14.155,81	16.986,97	7.705,10	-	-	386.372,95	14.528.261,28
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	-	56.623,23	-	-	-	-	-	56.026,50	50.334,80	90.602,64	253.587,18	14.781.848,46
jul/20	11	-	-	-	-	-	56.623,23	-	-	-	-	-	563.749,76	100.669,60	90.602,64	811.645,23	15.593.493,69
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.334,80	-	50.334,80	15.643.828,49
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	2.310,00	5.720.990,37	1.071.487,35	339.739,39	135.895,75	67.947,88	135.895,75	339.739,39	101.921,82	805.356,80	604.017,60	906.026,40	15.643.828,49	

APÊNDICE Q

Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário com uso de hidrômetros individualizados.

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repassé	Sinal	Mensais	Repassé	Sinal	Repassé	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.662.500,00)
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	604.017,60	-	-	-	-	-	-	-	604.017,60	(1.601.359,02)
nov/17		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(259.079,11)
dez/17		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(66.551,92)
jan/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	34.117,68
fev/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	34.117,68
mar/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	34.117,68
abr/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	34.117,68
mai/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	34.117,68
jun/18	Início da Obra	-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(2.198.037,56)
jul/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
ago/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
set/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
out/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
nov/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
dez/18		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
jan/19		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(198.037,56)
fev/19		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(282.972,41)
mar/19		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(282.972,41)
abr/19		-	37.751,10	-	-	-	-	-	-	37.751,10	(282.972,41)
mai/19	Meio da Obra	-	37.751,10	-	1.006.696,00	-	-	-	-	1.044.447,10	349.991,12
jun/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(467.755,78)
jul/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(134.291,15)
ago/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(134.291,15)
set/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(134.291,15)
out/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(176.758,58)
nov/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(176.758,58)
dez/19		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
jan/20		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
fev/20		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
mar/20		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
abr/20		-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
mai/20	Termino da Obra	-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	-	-	192.627,41	(193.745,55)
jun/20	Entrega Chaves	-	37.751,10	-	-	154.876,31	-	1.208.035,20	-	1.400.662,61	1.147.075,43
jul/20	11	-	-	4.228.123,20	-	-	7.046.872,00	-	2.818.748,80	14.093.744,00	13.282.098,77
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(50.334,80)
TOTAL		604.017,60	1.208.035,20	4.228.123,20	1.006.696,00	2.013.392,00	7.046.872,00	1.208.035,20	2.818.748,80	20.133.920,00	4.490.091,51

APÊNDICE R

Fluxo de caixa acumulado do empreendimento no cenário com uso de hidrômetros individualizados.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.205.376,62	604.017,60	(1.601.359,02)	(3.263.859,02)	Mês 7
nov/17		296.830,21	37.751,10	(259.079,11)	(3.522.938,13)	Mês 8
dez/17		104.303,02	37.751,10	(66.551,92)	(3.589.490,04)	Mês 9
jan/18		3.633,42	37.751,10	34.117,68	(3.555.372,36)	Mês 10
fev/18		3.633,42	37.751,10	34.117,68	(3.521.254,67)	Mês 11
mar/18		3.633,42	37.751,10	34.117,68	(3.487.136,99)	Mês 12
abr/18		3.633,42	37.751,10	34.117,68	(3.453.019,30)	Mês 13
mai/18		3.633,42	37.751,10	34.117,68	(3.418.901,62)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.235.788,66	37.751,10	(2.198.037,56)	(5.616.939,18)	Mês 15
jul/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(5.814.976,74)	Mês 16
ago/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(6.013.014,30)	Mês 17
set/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(6.211.051,87)	Mês 18
out/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(6.409.089,43)	Mês 19
nov/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(6.607.126,99)	Mês 20
dez/18		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(6.805.164,55)	Mês 21
jan/19		235.788,66	37.751,10	(198.037,56)	(7.003.202,11)	Mês 22
fev/19		320.723,51	37.751,10	(282.972,41)	(7.286.174,52)	Mês 23
mar/19		320.723,51	37.751,10	(282.972,41)	(7.569.146,93)	Mês 24
abr/19		320.723,51	37.751,10	(282.972,41)	(7.852.119,34)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	694.455,98	1.044.447,10	349.991,12	(7.502.128,22)	Mês 26
jun/19		660.383,19	192.627,41	(467.755,78)	(7.969.884,00)	Mês 27
jul/19		326.918,56	192.627,41	(134.291,15)	(8.104.175,16)	Mês 28
ago/19		326.918,56	192.627,41	(134.291,15)	(8.238.466,31)	Mês 29
set/19		326.918,56	192.627,41	(134.291,15)	(8.372.757,46)	Mês 30
out/19		369.385,98	192.627,41	(176.758,58)	(8.549.516,04)	Mês 31
nov/19		369.385,98	192.627,41	(176.758,58)	(8.726.274,62)	Mês 32
dez/19		386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(8.920.020,16)	Mês 33
jan/20		386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(9.113.765,71)	Mês 34
fev/20		386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(9.307.511,25)	Mês 35
mar/20		386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(9.501.256,80)	Mês 36
abr/20		386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(9.695.002,34)	Mês 37
mai/20	Termino da	386.372,95	192.627,41	(193.745,55)	(9.888.747,89)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	253.587,18	1.400.662,61	1.147.075,43	(8.741.672,46)	Mês 39
jul/20	11	811.645,23	14.093.744,00	13.282.098,77	4.540.426,31	Payback
ago/20		50.334,80	-	(50.334,80)	4.490.091,51	Mês 41
TOTAL R\$		15.643.828,49	20.133.920,00	4.490.091,51	4.490.091,51	

APÊNDICE S

Fluxo de caixa das despesas do empreendimento no cenário com uso de todas as soluções.

Mês	FASES	Terreno	Despesas Extras Terreno	Sistemas Sustentáveis	Custo Obra	Despesas Extras Construção	Incorporação	Arquitetura	Interiores	Técnico	Gerenc. Obra	Dec&Paisag	Tributação	Prom & Public	Com. Venda	Sub-Total Despesas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		1.500.000,00	162.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00	1.662.500,00
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.662.500,00
out/17	Lançamento	1.500.000,00	250.000,00	-	-	-	58.693,47	140.864,34	2.201,01	-	-	-	24.686,40	102.860,00	138.861,00	2.218.166,21	3.880.666,21
nov/17		-	-	-	-	-	58.693,47	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	102.860,00	138.861,00	304.158,38	4.184.824,59
dez/17		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	102.860,00	-	106.603,91	4.291.428,50
jan/18		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	-	-	3.743,91	4.295.172,40
fev/18		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	-	-	3.743,91	4.298.916,31
mar/18		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	-	-	3.743,91	4.302.660,21
abr/18		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	-	-	3.743,91	4.306.404,12
mai/18		-	-	-	-	-	-	-	2.201,01	-	-	-	1.542,90	-	-	3.743,91	4.310.148,03
jun/18	Início da Obra	2.000.000,00	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	2.244.387,15	6.554.535,17
jul/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	6.798.922,32
ago/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	7.043.309,46
set/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	7.287.696,61
out/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	7.532.083,76
nov/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	7.776.470,90
dez/18		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	8.020.858,05
jan/19		-	-	7.835,60	178.780,95	33.483,98	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	244.387,15	8.265.245,20
fev/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	332.427,36	8.597.672,55
mar/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	332.427,36	8.930.099,91
abr/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	1.542,90	-	-	332.427,36	9.262.527,27
mai/19	Meio da Obra	-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	58.693,47	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	42.686,90	51.430,00	231.435,00	715.129,83	9.977.657,10
jun/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	58.693,47	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	51.430,00	231.435,00	680.315,68	10.657.972,77
jul/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	-	-	338.757,20	10.996.729,98
ago/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	-	-	338.757,20	11.335.487,18
set/19		-	-	10.969,84	250.293,33	46.877,57	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	-	-	338.757,20	11.674.244,38
out/19		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	-	-	382.777,31	12.057.021,69
nov/19		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	-	7.872,75	-	-	382.777,31	12.439.799,00
dez/19		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	12.840.184,35
jan/20		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	13.240.569,70
fev/20		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	13.640.955,05
mar/20		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	14.041.340,40
abr/20		-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	14.441.725,75
mai/20	Termino da	-	-	12.536,96	286.049,52	53.574,37	-	-	2.201,01	5.869,35	14.673,37	17.608,04	7.872,75	-	-	400.385,35	14.842.111,10
jun/20	Entrega Chaves	-	-	-	-	-	58.693,47	-	-	-	-	-	57.245,55	51.430,00	92.574,00	259.943,02	15.102.054,12
jul/20	11	-	-	-	-	-	58.693,47	-	-	-	-	-	576.016,00	102.860,00	92.574,00	830.143,47	15.932.197,59
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.430,00	-	51.430,00	15.983.627,59
TOTAL R\$		5.000.000,00	412.500,00	250.739,10	5.720.990,37	1.071.487,35	352.160,84	140.864,34	70.432,17	140.864,34	352.160,84	105.648,25	822.880,00	617.160,00	925.740,00	15.983.627,59	

APÊNDICE T

Fluxo de caixa das receitas do empreendimento no cenário com uso de todas as soluções.

Mês	FASES	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Mensais	Repasse	Sinal	Repasse	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA
abr/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.662.500,00)
mai/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set/17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out/17	Lançamento	617.160,00	-	-	-	-	-	-	-	617.160,00	(1.601.006,21)
nov/17		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(265.585,88)
dez/17		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(68.031,41)
jan/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	34.828,59
fev/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	34.828,59
mar/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	34.828,59
abr/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	34.828,59
mai/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	34.828,59
jun/18	Início da Obra	-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(2.205.814,65)
jul/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
ago/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
set/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
out/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
nov/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
dez/18		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
jan/19		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(205.814,65)
fev/19		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(293.854,86)
mar/19		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(293.854,86)
abr/19		-	38.572,50	-	-	-	-	-	-	38.572,50	(293.854,86)
mai/19	Meio da Obra	-	38.572,50	-	1.028.600,00	-	-	-	-	1.067.172,50	352.042,67
jun/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(483.497,02)
jul/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(141.938,55)
ago/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(141.938,55)
set/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(141.938,55)
out/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(185.958,65)
nov/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(185.958,65)
dez/19		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
jan/20		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
fev/20		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
mar/20		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
abr/20		-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
mai/20	Termino da Obra	-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	-	-	196.818,65	(203.566,70)
jun/20	Entrega Chaves	-	38.572,50	-	-	158.246,15	-	1.234.320,00	-	1.431.138,65	1.171.195,63
jul/20	11	-	-	4.320.120,00	-	-	7.200.200,00	-	2.880.080,00	14.400.400,00	13.570.256,53
ago/20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	(51.430,00)
TOTAL		617.160,00	1.234.320,00	4.320.120,00	1.028.600,00	2.057.200,00	7.200.200,00	1.234.320,00	2.880.080,00	20.572.000,00	4.588.372,41

APÊNDICE U

Fluxo de acumulado do empreendimento no cenário com uso de todas as soluções.

Mês	FASES	Sub-Total Despesas	Sub-Total Receitas	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUM.	Payback
abr/17		1.662.500,00	-	(1.662.500,00)	(1.662.500,00)	Mês 1
mai/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 2
jun/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 3
jul/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 4
ago/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 5
set/17		-	-	-	(1.662.500,00)	Mês 6
out/17	Lançamento	2.218.166,21	617.160,00	(1.601.006,21)	(3.263.506,21)	Mês 7
nov/17		304.158,38	38.572,50	(265.585,88)	(3.529.092,09)	Mês 8
dez/17		106.603,91	38.572,50	(68.031,41)	(3.597.123,50)	Mês 9
jan/18		3.743,91	38.572,50	34.828,59	(3.562.294,90)	Mês 10
fev/18		3.743,91	38.572,50	34.828,59	(3.527.466,31)	Mês 11
mar/18		3.743,91	38.572,50	34.828,59	(3.492.637,71)	Mês 12
abr/18		3.743,91	38.572,50	34.828,59	(3.457.809,12)	Mês 13
mai/18		3.743,91	38.572,50	34.828,59	(3.422.980,53)	Mês 14
jun/18	Início da Obra	2.244.387,15	38.572,50	(2.205.814,65)	(5.628.795,17)	Mês 15
jul/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(5.834.609,82)	Mês 16
ago/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(6.040.424,46)	Mês 17
set/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(6.246.239,11)	Mês 18
out/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(6.452.053,76)	Mês 19
nov/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(6.657.868,40)	Mês 20
dez/18		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(6.863.683,05)	Mês 21
jan/19		244.387,15	38.572,50	(205.814,65)	(7.069.497,70)	Mês 22
fev/19		332.427,36	38.572,50	(293.854,86)	(7.363.352,55)	Mês 23
mar/19		332.427,36	38.572,50	(293.854,86)	(7.657.207,41)	Mês 24
abr/19		332.427,36	38.572,50	(293.854,86)	(7.951.062,27)	Mês 25
mai/19	Meio da Obra	715.129,83	1.067.172,50	352.042,67	(7.599.019,60)	Mês 26
jun/19		680.315,68	196.818,65	(483.497,02)	(8.082.516,62)	Mês 27
jul/19		338.757,20	196.818,65	(141.938,55)	(8.224.455,17)	Mês 28
ago/19		338.757,20	196.818,65	(141.938,55)	(8.366.393,72)	Mês 29
set/19		338.757,20	196.818,65	(141.938,55)	(8.508.332,27)	Mês 30
out/19		382.777,31	196.818,65	(185.958,65)	(8.694.290,92)	Mês 31
nov/19		382.777,31	196.818,65	(185.958,65)	(8.880.249,57)	Mês 32
dez/19		400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(9.083.816,27)	Mês 33
jan/20		400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(9.287.382,97)	Mês 34
fev/20		400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(9.490.949,66)	Mês 35
mar/20		400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(9.694.516,36)	Mês 36
abr/20		400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(9.898.083,05)	Mês 37
mai/20	Termino da	400.385,35	196.818,65	(203.566,70)	(10.101.649,75)	Mês 38
jun/20	Entrega Chaves	259.943,02	1.431.138,65	1.171.195,63	(8.930.454,12)	Mês 39
jul/20	11	830.143,47	14.400.400,00	13.570.256,53	4.639.802,41	Payback
ago/20		51.430,00	-	(51.430,00)	4.588.372,41	Mês 41
TOTAL R\$		15.983.627,59	20.572.000,00	4.588.372,41	4.588.372,41	