



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Desenvolvimento Sustentável em Comunidades Rurais: Estudo de Caso do KUDURA

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Território e Gestão do Ambiente

Autor:

Tiago José Silva Crespo

Orientadores:

Pedro Lopes Tavares (DEC-FCTUC)

Fausto Seixas Freire (DEM-FCTUC)

Colaboração Institucional



RVE.SOL – Soluções de Energia Rural, Lda
Web site: www.rvesol.pt
Email: info@rvesol.com
Telef.: 244 824 348 NIF: 509 583 288



EST – Empresa Serviços Técnicos, Lda
Web site: www.est.pt/ Email: est@est.pt
Telef.: 244 850 900

Coimbra, Julho, 2013

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar ao professor Pedro Tavares e ao professor Fausto Freire por me terem orientado e apoiado ao longo do semestre com a realização desta dissertação.

Agradeço também ao Vivian Vendeirinho da empresa RVE.SOL e à Universidade de Coimbra pela oportunidade que me deram em participar no estágio de verão naquela empresa e que me deu a conhecer o projeto Kudura, na altura ainda em fase experimental.

Estarei para sempre grato aos meus pais pela preciosa ajuda que me têm dado e pelos sacrifícios que fazem para que o meu futuro seja o melhor possível e à minha avó Maria que já não está entre nós.

Não devo esquecer a restante família e amigos, principalmente os da faculdade que também contribuíram, de algum modo, com ideias e também pelos momentos únicos que vivemos neste últimos anos.

A toda a gente que referi e outros mais, um sincero Muito Obrigado!

RESUMO

A sociedade atual é marcada por uma constante procura pela satisfação das suas necessidades económicas e energéticas, muitas vezes nocivas para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a sua própria saúde. As comunidades rurais, principalmente em países menos desenvolvidos, têm ainda mais dificuldades nesse aspeto, pois estão bastante dependentes dos escassos recursos que a natureza oferece, e muitas vezes recorrem ao uso de produtos mais poluentes como fertilizantes sintéticos para a agricultura, querosene para iluminação, carvão e lenha para cozinhar e aquecimento, bastante prejudiciais à saúde humana e ao ambiente.

De forma a tentar minimizar estes problemas, várias são as iniciativas que procuram dar a conhecer novas técnicas, ferramentas e tecnologias ambientalmente mais limpas e muitas vezes a baixo custo para estas comunidades, tornando-as mais sustentáveis económica, social e ambientalmente.

O projeto Kudura enquadra-se nesse tipo de iniciativas, pois é uma solução que procura satisfazer diretamente as necessidades energéticas, agrícolas e de água potável, e indiretamente pode promover hábitos de higiene, minimizar os impactes do Homem na natureza, reduzir a taxa de analfabetismo, sendo mais um pequeno passo para a erradicação da pobreza.

Nesta dissertação avalia-se o grau de integração da comunidade neste projeto, benefícios económicos quer para a empresa quer para a população e o impacto que tem e terá no futuro da comunidade. Realizaram-se cálculos com base nos consumos atuais e fizeram-se previsões para os próximos 20 anos.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável, Kudura, impactes ambientais, necessidades energéticas, abastecimento de água, produção de biogás, comunidades rurais

ABSTACT

Contemporary society is marked by a constant concern for meeting their economic and energetic needs, often harmful to the environment and therefore for their own health. Rural communities, especially in less developed countries have more difficulties in this aspect, since they are highly dependent on the scarce resources that nature provides, and often resort to the use of more polluting products such as synthetic fertilizers for agriculture, kerosene for lighting, charcoal and firewood for cooking and heating, which are very harmful to human health and the environment.

In order to minimize these problems, there are several initiatives designed to spread new techniques, tools and environmentally friendly technologies, often at low cost to these communities, making them more sustainable economically, socially and environmentally.

The Kudura project fits this kind of initiatives, since it is a solution that seeks to directly satisfy the energetic, potable water and agriculture needs, and can indirectly promote hygiene, minimize the impacts of man in nature, reduce the rate of illiteracy and is, above all, another small step towards the eradication of poverty.

This thesis evaluated the level of integration of the community in this project, the economic benefits either to the enterprise or to the population and the impact it has and will have in the future of the community. Calculations were made for actual and for the next 20 years conditions based on the current consumption.

Key-words: sustainable development, Kudura, environmental impacts, energetic needs, water supply, biogas supply, rural communities

ÍNDICE

1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Motivação	1
1.2 Objetivos da Dissertação	2
1.3 Estrutura do Trabalho	2
2. Enquadramento Teórico	4
2.1 Do Desenvolvimento ao Desenvolvimento Sustentável: Evolução Histórica	4
2.2 Desenvolvimento Sustentável.....	6
2.2.1 Considerações Gerais	6
2.2.2 As comunidades rurais	7
2.2.3 A pobreza, erros de políticas e de mercado.....	8
2.2.4 A Participação das comunidades e o papel das ONG	11
2.3 Soluções para promover o Desenvolvimento Sustentável.....	12
3. Projetos em comunidades rurais.....	14
3.1 Exemplos de Projetos Comunitários.....	14
3.2 Produção de Biogás nos Países em Desenvolvimento.....	16
4. Estudo de Caso: O Projeto Kudura	18
4.1 Introdução	18
4.2 Caracterização da Aldeia: Necessidades e Impactes	20
4.3 Implementação e Descrição do Sistema Kudura	25
4.3.1 Considerações gerais	25
4.3.2 Abastecimento de água.....	27
4.3.3 Fornecimento de energia	29
4.3.4 Sistema de monitorização.....	30
5. Resultados e Discussão	32
5.1 Análise do Ciclo de Produção dos Componentes Principais do Kudura	32
5.2 Fase de Montagem do Kudura	33

5.3	Fase de Operação/Funcionamento do Kudura na Comunidade	35
5.3.1	Tratamento e consumo de água potável	35
5.3.2	Produção de energia fotovoltaica	36
5.3.3	Produção de Biogás	38
5.4	Modelos de Intervenção	40
5.5	Fim de Vida do Kudura	51
5.6	Impacto do Kudura nas Populações, Empresa e Ambiente	52
6.	Conclusões	54
7.	Referências Bibliográficas	57
Anexo A	60
Anexo B	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Produção de biogás a partir de vários substratos animais e vegetais (Bond e Templeton, 2010)	17
Tabela 4.1- Despesas mensais das famílias quenianas	21
Tabela 4.2- Consumo médio de combustível em quilogramas por habitante e por dia e em toneladas por ano	21
Tabela 4.3- Emissões de GEE e partículas	22
Tabela 4.4- Percentagem de carbono (C), azoto (N) e fração molar N/C em biocombustíveis popularmente usados no Quênia (Kituyi et al, 2001) e respetiva percentagem de CO ₂ por tonelada de combustível	22
Tabela 4.5- Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos Gases de Efeito Estufa referentes ou não ao Protocolo de Quioto (Sanhueza, 2009).....	23
Tabela 4.6- Emissões dos gases e partículas em termos de CO ₂ -equivalente (ton/ano).....	24
Tabela 4.7- Dados energéticos: valor calorífico e energia	24
Tabela 5.1- Distâncias de transporte e respetivas emissões de CO ₂	32
Tabela 5.2 - Custos de instalação do Kudura	33
Tabela 5.3 - Emissões referentes ao transporte por navio de carga entre Leixões (Portugal) e Mombasa (Quênia)	34
Tabela 5.4 - Emissões de CO ₂ emitidas entre Leiria e Leixões (Portugal) e Mombasa e Sidonge (Quênia).....	34
Tabela 5.5 - Consumos médios e totais de água do 1º semestre de 2013.....	36
Tabela 5.6 - Potencial de energia elétrica produzida por painéis fotovoltaicos	36
Tabela 5.7 - Médias e totais dos consumos de energia elétrica relativos ao primeiro semestre de 2013	37
Tabela 5.8 - Energia produzida pelo biodigestor (em condições ótimas)	39
Tabela 5.9 - Emissões de CO ₂ resultantes do uso do biogás	39
Tabela 5.10 - Modelo de Intervenção do Kudura – antes e depois da instalação no terreno, análise de diferentes modelos: Custos/pagamentos e previsões de emissões de CO ₂	41
Tabela 5.11 - Número de Kuduras instalados considerados em cada modelo (baseline = condições pré-Kudura)	42
Tabela 5.12 - Custos mensais dos serviços/produtos fornecidos pelo Kudura por família	42
Tabela 5.13 - Modelo de investimento do Kudura - total investido e os pagamentos totais recebidos	43
Tabela 5.14 - Total das emissões previstas para tempo de operação de 20 anos	43
Tabela 5.15 – Total de emissões de CO ₂ evitadas para tempo de operação de 20 anos.....	44
Tabela 5.16- Comparação entre o CO ₂ libertado pelas famílias antes da instalação do Kudura e a média do CO ₂ libertado em 20 anos de funcionamento do equipamento	44

Tabela 5.17 - Receitas da venda de CO ₂ considerando as emissões base e as do ciclo de vida do Kudura	44
Tabela 5.18 - Valor atualizado líquido (VAL) considerando apenas os dados da Tabela 5.13	46
Tabela 5.19 - VAL para o pior cenário – previsão das vendas de CO ₂ mais baixa.....	47
Tabela 5.20 - VAL para o cenário médio – previsão das vendas de CO ₂ média.....	48
Tabela 5.21 - VAL para o melhor cenário – maior valor previsto das vendas de CO ₂	49
Tabela 5.22 - Emissões de CO ₂ e custos da venda de CO ₂ previstos para 2013	50
Tabela 5.23 - Valores médios das receitas de CO ₂ desde 2008 até 2011	51
Tabela A.1 - Consumos de eletricidade relativos ao primeiro semestre de 2013 em kW.h.....	63
Tabela A.2 - Consumos de água potável referentes ao primeiro semestre de 2013, em litros.	64
Tabela A.3 - Água gasta no primeiro semestre de 2013 para manutenção do sistema (sys), em litros.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1- Esboço do sistema Kudura.....	18
Figura 4.2- Localização da aldeia de Sidonge.....	19
Figura 4.3- Aldeia de Sidonge, Distrito de Busia, Quénia	19
Figura 4.4- Esquema explicativo do funcionamento do Kudura (adaptado de Damsø-Jørgensen, 2012).....	26
Figura 4.5- Bomba e reservatório exterior com água não tratada (à esquerda) e reservatório interior com água potável (à direita) (RVE.SOL, 2011/2013a).....	28
Figura 4.6- Crianças a ajudarem na reposição de água no reservatório do Kudura (RVE.SOL, 2011).....	28
Figura 4.7- Biodigestor (à esquerda) e local de armazenamento do biogás (à direita) (RVE.SOL, 2013a)	30
Figura 4.8 - Sistema de monitorização no interior do Kudura (RVE.SOL, 2013a)	31
Figura 5.1 - Consumo de água no primeiro semestre de 2013 (adaptado dos dados da tabela no Anexo A) (RVE.SOL, 2013b).....	35
Figura 5.2- Consumo de energia elétrica de 1 de janeiro a 30 de junho de 2013 (adaptado de RVE.SOL, 2013b)	37
Figura A.1 - Desempenho do biodigestor: temperatura e pressão do biogás	60
Figura A.2 - Energia que é transformada pelo sistema fotovoltaico	60
Figura A.3 - Estado da bateria ao longo do tempo	60
Figura A.4 - Estado de carga da bateria.....	61
Figura A.5 - Variação da temperatura do biodigestor, interior do Kudura, do exterior, da bateria e humidade.....	61
Figura A.6 - Consumos diários de energia elétrica fotovoltaica desde 11 de novembro de 2011, data de inauguração do Kudura em Sidonge	62
Figura A.7 - Consumos diários de água potável produzida no Kudura desde 11 de novembro de 2011	62

ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS, SÍMBOLOS

AM – antes do meio-dia (ante meridiem)

CE – Comissão Europeia

CER – Certified Emissions Reduction ou Reduções Certificadas de Emissões

CFC - Clorofluorcarbonetos

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CO₂-eq – CO₂-equivalente

DGOTDU – Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

EUA – Estados Unidos da América

GEE – Gases de efeito de estufa

GWP – Global Warming Potential ou Potencial de Aquecimento Global

KES – Unidade monetária do Quénia

NMVOC – Non-methan volatile organic compounds ou compostos orgânicos voláteis não-metano

NO_x – Óxidos de azoto

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONG – Organização não-Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PM – Período da tarde/noite (post meridiem)

PPP – Parcerias Público-Privadas

RVE.SOL – Rural Village Energy Solutions

SIDA/VIH – Síndrome da imunodeficiência adquirida/vírus da imunodeficiência humana

TA – Taxa de atualização

UV – Filtro ultravioleta

VAL – Valor Atualizado Líquido

WSP – Water and Sanitation Program

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e Motivação

Atualmente vivemos numa era marcada pela tomada de consciência relativamente às questões ligadas à degradação do meio ambiente (biosfera, recursos hídricos, solos e atmosfera), resultado da má gestão dos recursos naturais por parte do Homem. Os principais responsáveis por essa má gestão são os países desenvolvidos e sua filosofia de crescimento económico que compromete o seu património ambiental.

Foi esta tomada de consciência que trouxe ao mundo um novo conceito de desenvolvimento com base no equilíbrio económico, social e ambiental: o Desenvolvimento Sustentável, assunto principal deste trabalho.

Paralelamente, os países em desenvolvimento são também vítimas da má gestão dos países desenvolvidos, sendo algumas vezes por eles explorados, podendo ainda sofrer de más políticas internas. As suas populações, já por si limitadas económica e socialmente, vêem-se dependentes dos seus recursos naturais que são constantemente explorados.

Neste contexto vão surgindo, nesses países, alguns projetos que visam proporcionar a essas comunidades meios e técnicas para melhor utilização dos recursos disponíveis, tendo como objetivo atingir o equilíbrio económico, social e ambiental.

Deste modo, o projeto Kudura surge como resposta, e será abordado nesta dissertação como estudo de caso, pois é um exemplo de iniciativas humanitárias que é necessário desenvolver nos países menos desenvolvidos. Este projeto tem como foco principal o desenvolvimento de comunidades rurais desses países, cujas necessidades básicas (alimentação, saúde, higiene, água potável, educação) não são satisfeitas. Pretende ainda minimizar os impactos ambientais associados à desflorestação para obtenção de energia, melhorar a qualidade de vida ao fornecer água potável, energia elétrica, biogás para cozinhar e fertilizantes naturais.

A escolha do projeto Kudura no âmbito desta dissertação deve-se à preocupação relativa à carência que as comunidades rurais mais pobres têm em meios e condições que lhes permitam o seu desenvolvimento. Essa preocupação, aliada ao conhecimento da empresa RVE.SOL, surge como oportunidade para desenvolver um tema bastante atual como o Desenvolvimento Sustentável, ao estudar um projeto que emprega tecnologias mais limpas e mais simples destinadas a países menos desenvolvidos.

1.2 Objetivos da Dissertação

O objetivo principal desta dissertação assenta essencialmente na avaliação do projeto Kudura como veículo para o desenvolvimento social, económico e ambiental de comunidades rurais no limiar da pobreza, ou seja, como poderá este projeto contribuir para o Desenvolvimento Sustentável a curto e a longo prazo nessas comunidades. De forma mais específica, pretende-se:

- Conhecer as necessidades e problemas que afetam estas comunidades e descobrir soluções sustentáveis;
- Identificar os impactes ambientais resultantes das atividades quotidianas das pequenas comunidades e procurar formas de os mitigar;
- Reunir informações acerca de projetos e políticas desenvolvidos por entidades públicas e/ou privadas neste tipo de comunidades;
- Divulgar as funcionalidades e potencialidades do projeto Kudura para a resolução dos problemas das comunidades mais pobres;
- Identificar os impactes ambientais, sociais e económicos do Kudura nas comunidades onde será implementado.

1.3 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação é composta por cinco capítulos.

No presente capítulo, *Introdução*, apresenta-se uma breve introdução ao estudo, seguido dos respetivos objetivos e descrição da sua estrutura.

No segundo capítulo, *Enquadramento Teórico*, faz-se a introdução ao tema geral que é o Desenvolvimento Sustentável, dando maior ênfase às comunidades rurais de países em desenvolvimento. Neste capítulo relacionam-se os problemas sociais, ambientais e económicos no seio destas comunidades, na medida em que a falha de um deles pode provocar problemas nos outros. São ainda apresentadas algumas soluções que visam a resolução desses mesmos problemas.

O terceiro capítulo, intitulado *Projetos em Comunidades Rurais*, revela diversos exemplos em todo o mundo de como é possível promover o desenvolvimento sustentável, com algum investimento, mas principalmente com o apoio das comunidades e o aproveitamento dos recursos disponíveis (vento, luz solar, resíduos de animais e plantas, etc.). Destaca-se ainda a importância que a produção do biogás tem tido nos países menos desenvolvidos como fonte de energia para as mais diversas atividades, bem como o biofertilizante que também é subproduto da digestão anaeróbia, muito utilizado na agricultura.

O quarto capítulo, *Estudo de Caso: O Projeto Kudura* aborda o estudo de caso desta dissertação, começando por caracterizar o meio onde o projeto decorre, necessidades da população, fontes de água e de energia. Neste capítulo descrevem-se também as características do Kudura como equipamento e como projeto comunitário.

O capítulo 5, *Resultados e Discussão*, apresenta todos os cálculos relativos aos impactes ambientais e económicos desde o fabrico, fase de operação/funcionamento na comunidade até ao fim de vida do Kudura. Na fase de operação e funcionamento são apresentados resultados referentes ao potencial do equipamento e o que foi produzido até ao momento. Nos Modelos de Intervenção, comparam-se os dados relativos à comunidade antes da implementação do Kudura, com o que este equipamento pode oferecer, em termos económicos, energéticos e ambientais. Finalmente é realizado um balanço ao capítulo, onde se resumem os impactes económicos, sociais, ambientais que o Kudura pode gerar, sejam eles positivos ou negativos.

No sexto capítulo, *Conclusão*, é feita uma análise global ao trabalho e são apresentadas propostas de trabalhos futuros.

No último capítulo são apresentadas as referências bibliográficas.

Em anexo encontram-se gráficos e tabelas usados como suporte à maioria dos cálculos efetuados (Anexo A). Também em anexo está uma entrevista informal ao promotor do projeto onde se faz o balanço do projeto Kudura na ótica de alguém que lida diretamente com o assunto (Anexo B).

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Do Desenvolvimento ao Desenvolvimento Sustentável: Evolução Histórica

No final do século XIX assiste-se à transição de uma sociedade agrária para uma sociedade industrial, fruto do surgimento da mecanização e de novas tecnologias que deram origem ao paradigma da modernidade, associando o desenvolvimento ao crescimento e ao aumento da produtividade, onde a busca pela prosperidade material é uma meta (Fontoura, 2002).

A conferência de Estocolmo de 1972 é um marco histórico, uma vez que abordou o equilíbrio entre desenvolvimento e meio ambiente. Nela foi debatido o uso intensivo de tecnologias químicas e mecânicas (Revolução Verde¹) utilizadas na agricultura e indústria, bem como os seus impactes². Desta conferência surge o conceito de ecodesenvolvimento que veio confrontar as concepções economicistas, tecnocratas e autoritárias do planeamento e ainda dos modelos universalistas de desenvolvimento, ao propor soluções específicas para cada território com uma grande participação das pessoas interessadas locais, que devem identificar os seus problemas e procurar formas de os resolver. Esta conferência tem como objetivos transformações nos estilos de vida das populações, a distribuição de riqueza mais equitativa, a redução do consumo supérfluo e o desperdício de recursos (Vieira, 2007).

Em 1987 nasce um novo conceito de Sustentabilidade, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, chefiado pela Primeira-Ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland. Dessa Comissão surgiu o livro “O Nosso Futuro Comum”, também conhecido por “Relatório de Brundtland” que define Desenvolvimento Sustentável como “um desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” abrangendo a esfera social, ambiental e económica (CMMAD, 1991).

Em 1992 realizou-se a Cimeira da Terra, no Rio de Janeiro, na qual os líderes mundiais assinaram convenções sobre as alterações climáticas e a biodiversidade, e foi emitida uma declaração que enumera os 27 princípios sobre o ambiente e o Desenvolvimento Sustentável. Esta Cimeira reconhece que a diversidade biológica não diz respeito só às plantas, animais e microrganismos e aos seus ecossistemas, mas diz respeito também, às pessoas e à sua necessidade de segurança alimentar, medicamentos, ar fresco e água, abrigo e um ambiente

¹ Revolução Verde – Modelo dominante nas décadas de 60/70 caracterizada pelo uso excessivo de fertilizantes, sementes geneticamente modificadas e tecnologias na agricultura, aumentando assim a produtividade e diminuindo os custos de produção.

² Alteração, positiva ou negativa, resultante do efeito de uma ação humana sobre uma determinada componente, física, ecológica, cultural, social ou económica num determinado período de tempo e num dado lugar ou espaço geográfico, comparado com a situação que ocorrerá se essa ação não vier a ter lugar (Partidário e Jesus, 2003)

limpo e saudável para viver (CE, 2008). Dessa Conferência foi proposta a criação da Agenda 21 que constitui o modelo global para o Desenvolvimento Sustentável, englobando tanto questões sociais e culturais como proteção ambiental. A Agenda 21 inclui um capítulo onde sugere às comunidades locais criarem a sua própria versão, uma Agenda 21 Local, de forma a dar resposta a problemas locais, com participação das autoridades. Estas autoridades aproximam as populações ao governo, desempenhando um papel importante na educação, na mobilização e interlocução com este público com vista ao Desenvolvimento Sustentável (DGOTDU, 2000).

Na Cimeira do Milénio, em 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu algumas metas até 2015, tendo em vista os três pilares do Desenvolvimento Sustentável (Rogers *et al*, 2006): erradicação da pobreza, educação primária para todos, igualdade de género, diminuição da mortalidade infantil, melhoria da saúde materna, combate à SIDA/VIH, malária e outras doenças, assegurar a sustentabilidade ambiental (reverter a perda de recursos ambientais, aumentar o acesso à água potável e reduzir moradores em bairros degradados) e desenvolver parcerias globais para o desenvolvimento.

Na primeira década do século XXI várias conferências no âmbito da sustentabilidade foram realizadas, nomeadamente a Cimeira Internacional sobre a Água Potável de Bonn, em 2001, a Cimeira do Financiamento ao Desenvolvimento em Monterrey e a Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, ambas em 2002. Na Cimeira de Joanesburgo a União Europeia lançou duas iniciativas com o objetivo de garantir o abastecimento de energia e água: “Energia para a Erradicação da Pobreza e o Desenvolvimento Sustentável” e “Água para a Vida”, ambas com vista à redução da pobreza (CE, 2008).

Em Fevereiro de 2005 entrou em vigor o Protocolo de Quioto de 1997, após os 55 países responsáveis por 55% das emissões mundiais assinarem, sendo que o último a assinar foi a Rússia, no final de 2004. Atualmente, grande parte dos países mundiais encontra-se ao abrigo deste Protocolo, no qual os países mais desenvolvidos se comprometem em reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de azoto (NO_x), clorofluorcarbonetos (CFC), perfluorcarbonetos e dióxido de enxofre (SO₂), então designados por gases de efeito de estufa (GEE), cada um com propriedades distintas e com capacidade de absorver o calor.

Os passos a tomar quer em países desenvolvidos quer em desenvolvimento eram os seguintes: mitigação das alterações climáticas e tomar medidas de adaptação, preparar inventários nacionais de reservatórios de carbono (nomeadamente florestas) para remoção dos GEE, implementar e cooperar no desenvolvimento e transferência de tecnologias “amigas” do ambiente, desenvolver parcerias na pesquisa e observação da ciência ambiental, impactes e estratégias de resposta; reduzir 5% dos níveis de GEE de 1990 até 2012 (a maior parte dos países europeus deve diminuir 8% (excluindo a Islândia)); redução das emissões das centrais

termoelétricas e da circulação automóvel e apostar nos biocombustíveis nos transportes e aumentar os reservatórios de carbono (florestas) (Rogers *et al*, 2006; CE, 2008). Note-se que os países em desenvolvimento ainda não eram legalmente obrigados a cumprir, pois eram responsáveis apenas por uma pequena percentagem das emissões de GEE.

Como resultado, surgiu em 2005 o Regime de Comércio de Licenças de Emissão de Gases de Efeito de Estufa. Este regime, o maior em todo o mundo, ajuda os países a cumprirem as suas obrigações de redução de CO₂ ao abrigo do Protocolo de Quioto de 97, ao permitir que um país com emissões acima do permitido negocie com outro que as tenha abaixo. O país com excesso de emissões terá que pagar ao outro, e no conjunto ambos os países não podem exceder mais do que o nível acordado (CE, 2008).

Em Junho de 2012 realizou-se a Cimeira Rio+20, sobre a qual Jorge Rio Cardoso (in Expresso@, 2013) refere que os dois temas principais são: “como construir uma economia verde a nível global (contribuindo, dessa forma, para eliminar a pobreza) e como melhorar a coordenação internacional para o Desenvolvimento Sustentável. Na Conferência foram ainda definidas sete áreas prioritárias: emprego, energia, cidades sustentáveis, segurança alimentar e agricultura sustentável, água, oceanos e catástrofes ambientais”.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

2.2.1 Considerações Gerais

“O Desenvolvimento Sustentável deve ser visto como uma forma de o Homem aprender a viver com os recursos que a Terra pode fornecer, em vez de abusar do *capital natural*”³ (Nemerow e Agardy, 2005).

Na Grécia Antiga, Aristóteles defendia que o bem-estar humano existe apenas quando as preferências, quaisquer que sejam, são satisfeitas num determinado tempo; é necessário que as gerações sucessivas deixem para trás recursos suficientes para que as gerações futuras não sejam privadas dessas preferências (Rogers *et al*, 2006).

De acordo com a Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU, 2000), sustentabilidade é um princípio que engloba e domina os outros princípios: os da gestão ambiental e os de tomada de decisão democrática. A sustentabilidade procura a melhoria dos padrões de vida tendo em conta a capacidade de carga do ambiente natural, isto é, sem delapidar os recursos naturais, evitando que as gerações futuras herdem

³ “Capital natural” é a fonte de todos os recursos naturais e os reservatórios que absorvem os subprodutos das atividades humanas. As contas do “capital natural” devem ser recarregadas através de maiores investimentos na recuperação e restabelecimento das florestas, pastagens desertos, quintas, lagos, rios, bacias hidrográficas, oceanos e equilíbrio atmosférico. Esta “economia de restauração” deve recuperar o investimento no habitat humano e infraestruturas, bem como estender o seu tempo de vida

um planeta esgotado, o que lhes impede a satisfação das necessidades e aspirações. A sustentabilidade não deve estar somente ligada ao crescimento económico, mas também à equidade social e ao desenvolvimento cultural. “Não herdamos a Terra dos nossos antepassados. Pedimo-la emprestada aos nossos filhos” – provérbio dos índios americanos Lakota.

Munasinghe (1997), Prémio Nobel da Paz em 2007, define Desenvolvimento Sustentável como um processo dinâmico de mudança, na qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se tornam consistentes, quer para as necessidades atuais como para as futuras. Este autor aborda o Desenvolvimento Sustentável em três dimensões: económica, ecológica e social-cultural. A dimensão económica tem por base a maximização das receitas e manter constante ou aumentar o capital, isto é, o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*; na dimensão ecológica deve manter-se a resiliência e robustez dos sistemas biológicos e físicos, ou seja, manter os processos ecológicos e da vida dos ecossistemas, preservando a diversidade; e, por fim, a dimensão social-cultural que consiste em manter a estabilidade dos sistemas sociais e culturais.

Neste contexto é ainda importante referir a forma como as três dimensões definidas por Munasinghe (1997) se interrelacionam, principalmente nos efeitos que a componente económica e social tem sobre o ambiente. Esses efeitos, designados por impactes ambientais, segundo Westman (1985), resultam da violação de leis, regulamentos ou planos existentes. Os impactes ambientais podem provocar importantes alterações nos processos ecológicos afetando significativamente as espécies, bem como riscos para a saúde humana, dos quais também podem resultar prejuízos económicos ou perturbações sociais.

Impactes ambientais é um assunto transversal no decorrer deste trabalho. Na secção 2.2.3, impacte ambiental será abordado no contexto económico sob designação de externalidade.

Atualmente existem diversos fatores que condicionam o Desenvolvimento Sustentável, dos quais se destacam a pobreza, população, participação das comunidades, poluição, políticas e falhas de mercado, intervenção de organizações internacionais.

2.2.2 As comunidades rurais

No contexto desta dissertação, interessa conhecer como o desenvolvimento sustentável se enquadra nas comunidades rurais. Segundo Sorokin e Zimmerman (1929), *cit in* FEUC@ (2013) numa sociedade rural vivem essencialmente pessoas ligadas ao sector primário e suas famílias, existe um predomínio da natureza sobre o ambiente humano e todas as atividades humanas dependem da natureza. São comunidades isoladas com pouca densidade populacional e por norma com menos possibilidades económicas relativamente às áreas urbanas.

Este tipo de comunidades por terem uma relação muito estreita com a natureza, desde a criação de gado, agricultura até à recolha de lenha das florestas, confere-lhes enorme valor patrimonial, embora por vezes e de forma inconsciente contribua para a sua destruição (Almeida, 1995).

Estas comunidades têm que enfrentar alguns problemas relacionados com os resíduos, nomeadamente desperdícios agrícolas, esgotos e resíduos sólidos municipais. Alguns destes resíduos podem ser usados como alimento de animais ou como combustível em fornos primitivos que provocam diversos problemas para a saúde e para o ambiente. Os resíduos domésticos são muitas vezes lançados para fossas sépticas e recolhidos de vez em quando, pois não há sistemas de tratamento de resíduos, sendo muitas vezes despejados nos cursos de água, causando poluição visual, do solo e da água. Alguns desses cursos de água são usados para irrigação e outros como fonte de água potável. Cerca de metade da biomassa é usada como combustível em fornos de baixa eficiência energética e muito poluentes (Nemerow e Agardy, 2005).

2.2.3 A pobreza, erros de políticas e de mercado

De acordo com CE (2008), pobreza pode ser definida pela escassez dos meios necessários ao desenvolvimento do potencial de cada indivíduo. A pobreza é um fenómeno predominante em comunidades rurais e três quartos dos que vivem em pobreza extrema, ou seja com menos de um dólar por dia, dependem dos recursos naturais que são constantemente explorados.

De acordo com Rogers *et al* (2006), no que diz respeito à pobreza e a sua influência no Desenvolvimento Sustentável, existem diversas ideias que é necessário esclarecer:

- 1) Não são os mais pobres quem polui mais, pois apesar de necessitarem urgentemente de recursos para sobreviver, os impactes resultantes (erosão do solo devido à desflorestação e técnicas agrícolas rudimentares, contaminação das águas, inundações) não têm a mesma magnitude dos impactes causados pelos países desenvolvidos, onde a evolução económica tem maior relevo.
- 2) A redução da pobreza não aumenta o consumo nem a degradação ambiental, pelo contrário, aumentando os ganhos diários, a população terá maior acesso aos bens que necessita sem ter que destruir os recursos naturais locais.
- 3) O aumento populacional não leva necessariamente ao aumento da degradação do ambiente, pois esta depende diretamente do aumento do PIB e da tecnologia.
- 4) O facto das pessoas serem pobres não as impede de querer “investir” no ambiente que as rodeia, pois não tendo outro meio de subsistência, sentem necessidade de o preservar como propriedade comum, principalmente se o território envolvido não

estiver sob o domínio de outrem (governos, empresas, entidades estrangeiras), caso contrário ajudam apenas em troca de certas regalias (salários, propriedades, emprego).

- 5) Pobreza não é sinónimo de falta de conhecimento na gestão dos recursos, pois apesar de não terem os conhecimentos tecnológicos, sabem como gerir os recursos do seu meio, o que é muitas vezes mais apropriado. A tecnologia trazida para estes meios pode tornar-se supérflua se as populações indígenas não as souberem manusear, sendo necessária a presença de pessoal especializado, que pode incluir indígenas formados para o efeito.

O ponto 3) pode conduzir a algumas contradições, pois o aumento populacional pode levar à competição por propriedades e até mesmo a conflitos, porém não significa que dê origem à sobre-exploração dos recursos (terra e água), mas sim a ameaças à sobrevivência e subsistência, como é o caso dos conflitos do Sudão, Mali e Índia.

Os autores referem ainda que a pobreza se deve a vários fatores: falta de bens e dinheiro; fome e falta de alimentos; falta de acesso a estruturas básicas como abrigo, água potável, energia, transporte; falta de acesso à educação (muitas vezes impossível de pagar); situações de fraca saúde e doença; exclusão social, pois as pessoas sentem-se “sem voz” e não como parte integrante da sociedade. Perante o cenário de pobreza, algumas mulheres tomam a iniciativa de procurar melhores condições de vida para a família, sujeitando-se a qualquer trabalho e são também elas quem mais procura pelo microcrédito para começar algum negócio.

As populações mais pobres estão muitas vezes dependentes de terras sensíveis, que podem ser desertificadas, ou então vivem em zonas húmidas e de potencial agrícola mas não possuem a tecnologia e técnicas modernas como seleção de sementes, fertilizantes ou sistemas de rega. Nas zonas urbanas a pobreza deve-se à falta de saúde ambiental, de acesso à educação, acesso à água potável, abrigo e saneamento. Em zonas costeiras, a ocorrência de catástrofes naturais como *tsunamis*, tornados, etc., deixam as populações fragilizadas devido à destruição das habitações e meios de sustento (plantações agrícolas, florestas).

A União Europeia tem cooperado para o desenvolvimento com a ONU e outras organizações internacionais para resolver o problema da pobreza global e ajudar os mais pobres a enfrentar os seus desafios (CE, 2008)

“Superar a pobreza não é um gesto de caridade. É um ato de justiça, é a proteção de um direito humano fundamental: o direito à dignidade e à vida decente” – Nelson Mandela *cit in* (CE, 2008).

Tal como a pobreza, as falhas de política e mercado são condicionantes do Desenvolvimento Sustentável. As primeiras podem ser por omissão quando os governos não atuam no tempo necessário ou benéfico, ou quando os governos agem sem haver necessidade ou mesmo

quando a ação pode ser prejudicial. Má governação retarda, contrai e distorce o desenvolvimento de um país, onde os mais prejudicados são sempre os menos favorecidos (Rogers *et al*, 2006).

No caso das falhas de mercado, há situações onde os preços praticados não refletem o valor social e/ou económico de uma ação ou produto. Exemplo disso é o facto de os preços das matérias-primas serem muito baixos, normalmente com origem em países menos desenvolvidos, e os produtos finais geralmente fabricados nos países mais desenvolvidos e que ao serem revendidos aos países mais pobres possuem um valor demasiado elevado devido à tecnologia e mão-de-obra envolvida, o que se torna insustentável para estes últimos. Existe ainda a situação de a um recurso ser dado valor como tendo apenas um único fim, quando na realidade o seu valor pode ser bem superior se fosse melhor aproveitado: é o caso das florestas tropicais, a que se dá valor pela madeira que fornecem, quando podem ser fonte de plantas medicinais, alimento, além de serem ótimos mecanismos de retenção de água e fixação do solo, entre outros fins. Este tipo de ações pode levar à perda irreversível de ecossistemas únicos em troca de benefícios mínimos e, em muitos casos, indiretos para as populações locais.

Economicamente, o Desenvolvimento Sustentável é igualmente condicionado pela produção ineficiente (inerente à tecnologia, mão-de-obra e métodos utilizados), falhas na avaliação das externalidades, má distribuição da riqueza e dos recursos, o consumo excessivo e/ou supérfluo, onde o único objetivo é o crescimento económico e que pode não satisfazer as necessidades básicas das populações.

Segundo Nunes (2009), externalidades (efeitos ou impactes sobre o exterior) “são atividades que envolvem a imposição involuntária de custos ou de benefícios, isto é, que têm efeitos positivos ou negativos sobre terceiros sem que estes tenham oportunidade de o impedir e sem que tenham a obrigação de os pagar ou o direito de ser indemnizados. Quando os efeitos provocados pelas atividades são positivos, estas são designadas por externalidades positivas. Quando os efeitos são negativos, designam-se por externalidades negativas”.

O mesmo autor afirma também que as externalidades positivas podem resultar, por exemplo, da investigação e desenvolvimento, pois trazem benefícios à sociedade, sem que esta tenha que pagar por isso. Para as externalidades negativas há o exemplo da poluição gerada por uma atividade económica.

De acordo com Rogers *et al* (2006), as externalidades também podem ser espaciais e temporais, quando implicam uma dada região ou quando apenas têm consequências no futuro, respetivamente. O fumo sobre uma cidade é exemplo das primeiras, e o fenómeno das alterações climáticas é exemplo das segundas, porque os seus efeitos só serão sentidos no futuro.

Como exemplos de externalidades temos a degradação dos terrenos agrícolas devido à agricultura intensiva, 33% da biodiversidade terrestre está em risco, 70% das reservas pesqueiras mundiais estão sobreexploradas, 58% dos corais estão destruídos ou ameaçados e ainda 20% das florestas tropicais foram limpas desde 1960.

Todos estes problemas ambientais causam danos negativos na economia, custando aos países em desenvolvimento cerca de 4 a 8% do PIB. A fraca qualidade ambiental e o uso ineficiente dos recursos, associados à escassez de água, degradação do solo e perda de biodiversidade condicionam a produtividade e, conseqüentemente, a segurança alimentar e competitividade destes países (Rogers *et al*, 2006).

2.2.4 A Participação das comunidades e o papel das ONG

A participação das populações locais e outras partes interessadas no desenvolvimento regional/local é essencial para que a exploração dos recursos seja sustentável e ninguém fique prejudicado com as decisões tomadas. As entidades interessadas incluem os cidadãos beneficiários, os próprios governos (locais, regionais, do país ou até estrangeiros), Organizações não-Governamentais, entre outras, os cidadãos beneficiários são as comunidades onde os projetos vão ser implementados. As populações são, assim, informadas dos projetos e investimentos a serem realizados, além de poderem contribuir com informações necessárias. As partes interessadas devem também discutir ideias e as conseqüências dos projetos com as entidades envolvidas de modo a chegar a um consenso. Ao participarem ativamente, as populações sentem-se motivadas e valorizadas (DGOTDU, 2000).

De acordo com Rui Nabeiro, “as comunidades locais são cada vez mais o fator decisivo para se conseguir o Desenvolvimento Sustentável do planeta. (...) É necessário criar plataformas de diálogo para se desenvolverem parcerias de longo prazo, geradoras de valor para todos os parceiros interessados” (*cit in* Anuário de Sustentabilidade, 2008).

As comunidades devem ter voz ativa e alertar as autoridades locais para os problemas ambientais, sociais e económicos, pois muitas vezes a não-ação dessas autoridades deve-se à falta de conhecimento de caso e da inércia das populações.

Como forma de resolver os problemas das populações, existem grupos de interesses designados por organizações sem fins lucrativos ou Organizações não-Governamentais (ONG), que se reúnem em torno de um único interesse ou de uma área de interesses, podendo ser grupos locais de protesto até grupos de influência nacional ou internacional como a Greenpeace (DGOTDU, 2000).

Estas organizações são “autónomas, isto é, sem vínculo com o governo, voltadas para o atendimento das necessidades de organizações de base popular, complementando a ação do Estado. Têm as suas ações financiadas por agências de cooperação internacional, em função dos projetos a serem desenvolvidos, e contam com trabalho voluntário. Atuam através da

promoção social, visando a contribuir para um processo de desenvolvimento que supõe transformações estruturais da sociedade” (Landim, 1988 *cit in* Tenório, 2005).

As atividades destas organizações abrangem as mais diversas áreas sociais, como o “desenvolvimento rural e de comunidades, fomento à participação no poder local, economia solidária e microcrédito, educação e cultura, habitação e urbanismo, segurança alimentar, saúde e meio ambiente, relações de género e interétnicas, assistência social a grupos vulneráveis (...), defesa dos direitos humanos” (Hadad, 2002).

2.3 Soluções para promover o Desenvolvimento Sustentável

Quer os países desenvolvidos quer os países em desenvolvimento têm problemas ambientais semelhantes, principalmente no que ao esgotamento dos recursos diz respeito, apesar das diferenças inerentes a estas sociedades. Devido a essas diferenças, as formas de conjugar fatores económicos, sociais e ambientais e mitigar os problemas existentes, também são distintas (Rogers *et al*, 2006).

Nos países em desenvolvimento a prioridade é a redução da pobreza, contudo não devemos descuidar a componente ambiental, pelo que algumas medidas têm que ser adotadas: satisfazer as necessidades básicas (saúde, educação, alimentação, higiene, abrigo), emprego produtivo, controlo sobre os recursos comuns e propriedades, apostar nas energias renováveis e controlo da população.

Por outro lado, nos países desenvolvidos, a integração do ambiente no desenvolvimento terá maior peso, assentando nas seguintes medidas: avaliação do ciclo de vida, aposta em tecnologias para o desenvolvimento, mitigação rural-urbana, aposta nas energias renováveis e cooperação regional e internacional.

Atualmente, segundo Nemerow e Agardy (2005) alguns países como a China, Alemanha e Japão traçaram alguns objetivos para uma economia mais sustentável: alcançar grande nível de produtividade e utilidade mas reduzindo a poluição por unidade de recurso consumido; conservar e recuperar o “capital natural” e o ambiente, as duas bases para todas as atividades económicas; usar os dois objetivos acima como motores do desenvolvimento regional, criação de emprego e incentivo ao desenvolvimento.

Estes objetivos servem para racionalizar a nossa economia, pelo que podemos aprender com os sistemas naturais e criar uma economia onde “o que é desperdício para uns, é alimento para outros”, ou seja, o que para umas indústrias são resíduos sem utilidade, para outras podem ser matérias-primas, reaproveitando os recursos de forma paralela.

Ainda de acordo com Nemerow e Agardy (2005), a recuperação dos ecossistemas pode ser conseguida através de: redução dos riscos de cheias, aumentando a absorção da água a montante através da vegetação (árvores, pântanos, etc.); bioprocessamento de poluentes a

montante através dos pântanos e áreas húmidas; evitar poluição proveniente da agricultura; sequestro do CO₂ para reduzir o efeito das alterações climáticas; desenvolver o ecoturismo: restaurantes, alojamento, etc.

Estas medidas permitirão criar emprego, aumentar os lucros, reconstruir o “capital natural”, aumentar a biodiversidade, criar e recuperar os reservatórios naturais de poluição humana, aumentar a resiliência ecológica⁴. Esta reestruturação terá que ser ao nível dos ambientes naturais (aquíferos, zonas húmidas, rios, lagos, zonas costeiras, florestas, a própria atmosfera, etc.) e artificiais (locais de extração, geração e recolha de recursos, infraestruturas rurais e urbanas, todo o tipo de edifícios, sistemas de transportes, saneamento, entre outros). É também necessário recuperar o balanço dos ciclos do carbono, oxigénio, azoto, enxofre.

Os autores Nemerow e Agardy (2005) destacam o papel da Engenharia do Ambiente como crucial no que diz respeito ao futuro do planeta e sobrevivência humana a longo prazo, antecipando esse mesmo futuro e resolver no presente o que pode ser prejudicial no futuro. Para isso há que assegurar a justiça ambiental e igualdade social, aconselhar as pessoas a ajustarem as suas vidas de desperdício, ao converter a filosofia destruidora e exploradora para uma que promova a proteção a longo termo do ambiente e sustentabilidade.

Deste modo, o engenheiro do ambiente é um agente de mudança com a função de proteger a saúde pública, promover a segurança e bem-estar, salvaguardar o ambiente natural (terra, água e ar) do qual a vida depende, aplicar a tecnologia que simule os processos naturais de tratamento dos resíduos de modo a conservar recursos e energia, promover a sustentabilidade e capacidade assimilativa da biosfera.

⁴ Aumento da capacidade de se adaptar à mudança

3. PROJETOS EM COMUNIDADES RURAIS

Existem diversos tipos de projetos em comunidades rurais isoladas e mais necessitadas cuja finalidade é fornecer condições às populações de produzirem o próprio combustível e reduzir a dependência para os combustíveis fósseis, relativamente dispendiosos e bastante nocivos quer para a saúde pública quer para o meio ambiente, como é o caso do carvão, querosene e outros derivados do petróleo.

Os exemplos apresentados de seguida refletem o esforço que muitas instituições, empresas e investigadores realizam de forma a proporcionar às comunidades mais necessitadas bens e serviços essenciais à melhoria da sua qualidade de vida.

3.1 Exemplos de Projetos Comunitários

A Fact-Foundation é uma organização relativamente “pequena mas profissional e ativa que promove os biocombustíveis e bioenergia para o desenvolvimento local nos países em desenvolvimento. Foi fundada pelo falecido professor Kees Daey Ouwens, um renomado pioneiro holandês em energias renováveis. A missão da FACT é fornecer os parceiros locais (investidores sociais, ONGs, OG e de negócios) e ONGs internacionais com o conhecimento factual e experiência em biocombustíveis e bioenergia para o desenvolvimento local e no apoio às comunidades rurais e agricultores. A FACT Foundation estimula a inovação na área dos biocombustíveis e da bioenergia e torna tais sistemas mais acessíveis e confiáveis, aumentando a sua sustentabilidade a longo prazo.”

Resumidamente, esta fundação tem projetos espalhados um pouco por todo o mundo, em especial no Peru, Honduras, Quênia, Laos, Mali, Moçambique, e cuja atividade consiste na plantação de *Jatropha curcas* para produção de biodiesel, construção de biodigestores, instalação de rede elétrica, adaptações da maquinaria, etc. (Fact Foundation@, 2013)

O Department for International Development (DFID, 2011) elaborou um estudo acerca do potencial dos biodigestores em pequena escala em países subsaarianos como meio de erradicação da pobreza. O principal objetivo do estudo era tornar possível a aquisição destes biodigestores pelas famílias destes países, ou seja, obtê-los ao mais baixo custo possível de modo a melhorar as suas condições de vida e minimizar os impactos sobre o ambiente (desflorestação, entre outros). O uso de biodigestores nesta região é bastante limitado pois requer certo nível de especialização e monitorização constante. Outro fator que limita a sua utilização é a quantidade de dejetos animais necessários diariamente para o funcionamento eficaz do biodigestor (mínimo de 30kg ou 15kg no caso de resíduos vegetais).

No aspeto socioeconómico realizou-se um estudo sobre as condições socioeconómicas das populações e avaliou-se a fiabilidade do sistema de biogás em áreas urbanas.

No aspeto ambiental calcularam-se as necessidades energéticas de cada habitação. Os resultados do uso de biodigestores mostram que há melhorias na qualidade do ar interior, comparativamente à queima de lenha, o que reduz os problemas de saúde e a desflorestação.

Como resultado da digestão anaeróbia, além do biogás, obtém-se fertilizante natural que pode ser usado na agricultura ou para crescimento de algas para alimentação de peixes. É também um ótimo substituto aos fertilizantes sintéticos, bastante prejudiciais ao meio ambiente.

O Projeto “Trees Water and People” (Trees Water and People@ 2013) foi implementado em comunidades tribais de Dakota do Sul (EUA), em 2002, com o objetivo de reduzir as elevadas contas de energia das famílias, melhorar as condições de vida (especialmente idosos e crianças), desenvolver competências no âmbito das energias renováveis e desenvolver oportunidades de emprego naquelas comunidades. Para esse efeito, instalaram-se sistemas de aquecimento solar, turbinas eólicas e plantaram-se árvores quebra-vento para mais de 130 famílias.

Um estudo realizado no Quênia foi desenvolvido por Ezzati e Kammen (2002), no qual se avaliou até que ponto há melhoria na saúde das famílias quando há alteração dos combustíveis usados nas habitações (para cozinhar ou aquecimento). Este estudo revela que há melhorias na qualidade do ar interior das habitações e consequente saúde dos habitantes, em relação ao que havia sido diagnosticado inicialmente, resultado das intervenções ambientais operadas para a redução da exposição ao fumo do interior das habitações: (1) mudança do combustível de madeira para carvão vegetal, (2) mudança na tecnologia dos fogões daslareiras tradicionais melhoradas para fornos de madeira (em cerâmica) melhorados, (3) mudança de localização da cozinha de dentro para fora de casa, e (4) a combinação das duas últimas intervenções: cozinhar na rua com fogões a madeira melhorados. A última intervenção foi incluída porque muitos fogões melhorados são portáteis e podem ser usados na rua.

Relativamente ao aproveitamento energético de resíduos orgânicos no Quênia, Nzila *et al* (2010) elaboraram um estudo onde foram selecionados cinco tipos diferentes de resíduos orgânicos (milho, cevada, algodão, chá e cana de açúcar) e avaliaram o seu potencial de energia através da análise de biometano a 30° durante 30 dias. A tecnologia do biogás tem a capacidade de converter grandes quantidades de resíduos orgânicos em energia renovável de forma economicamente sustentável, substituindo assim as fontes de energia fósseis insustentáveis, e reduzindo a dependência relativamente a esses combustíveis. Os resultados provenientes da pesquisa são promissores e garantem uma maior consideração de outros resíduos biológicos disponíveis no local para análise de energia potencial.

3.2 Produção de Biogás nos Países em Desenvolvimento

Toda a matéria orgânica se decompõe por ação de microrganismos, seja sob condições aeróbias ou sob condições anaeróbias, das quais resulta a liberação de gases como o CO₂ e metano. Este último resulta sobretudo da decomposição anaeróbia, ou seja, na ausência de oxigênio, estima-se que anualmente são libertadas cerca de 800 milhões de toneladas para a atmosfera resultantes da degradação natural da matéria orgânica. O metano tem um valor calorífico de 21 a 24 MJ/m³, sendo por isso um ótimo meio de obtenção de energia. Existem vários tipos de sistemas criados pelo homem com a finalidade de decompor a matéria orgânica de forma anaeróbia (excrementos de animais, resíduos vegetais, lamas de ETAR, etc.), os chamados bio-reatores, gerando como subprodutos o biogás e biofertilizante. Existem dois tipos de processos anaeróbios: os que aproveitam a energia contida no biogás para que possa ser utilizada posteriormente, e os que não o fazem, como a maior parte das ETAR (Bond e Templeton, 2010).

A propagação da tecnologia de biogás ganhou impulso nas décadas de 1970 e 1980, quando os altos preços do petróleo motivaram pesquisas sobre fontes alternativas de energia, principalmente em muitos países asiáticos, latino-americanos e africanos (Ni e Nyns, 1996). Nos países em desenvolvimento, o biogás alimenta diversos equipamentos como fornos e fogões. A eficiência dos fogões de biogás é de 20% a 56%, embora esses números sejam fortemente afetados pelas condições operacionais e de projeto do fogão (Itodo *et al*, 2007).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS@, 2013), mais de três mil milhões de pessoas em todo o mundo continuam a usar combustíveis sólidos, incluindo madeira, estrume, resíduos agrícolas e carvão, para suprir suas necessidades energéticas. Cozinhar com combustíveis sólidos em lareiras ou fogões resultam em altos níveis de poluição do ar, devido a poluentes como pequenas partículas e monóxido de carbono. A poluição do ar interior é responsável por cerca 2,7% das doenças mundiais.

Segundo Bond e Templeton (2010), o uso do biogás como combustível tem diversas vantagens, tais como: redução de organismos patogênicos e consequente redução de doenças; baixos custos energéticos para cozinhar, iluminação, etc.; baixo custo dos fertilizantes que resulta em melhores colheitas; redução das emissões de gases com efeito de estufa e de NO_x, melhorando a qualidade do ar interior das habitações e consequentemente a saúde dos ocupantes; redução na recolha de lenha, que permite conservar a floresta e consequente redução da erosão do solo, ao mesmo tempo que permite às famílias dedicarem o seu tempo a outras atividades; diminuição da procura por combustíveis alternativos.

Pelo contrário a operação e manutenção é trabalhosa; o tempo de funcionamento é aproximadamente 20 anos; requer fonte de alimentação confiável; equipamento pouco adequado em regiões frias e em regiões áridas; requer saída confiável para as lamas tratadas;

as lamas de digestão mesofílica são pouco higiênicas; elevados custos de construção face ao rendimento; e além de reduzida, existe sempre libertação de GEE, especialmente o CO₂.

Os digestores de baixa carga funcionam melhor em regiões tropicais, especialmente quando a temperatura estiver acima de 20 ° C durante todo o ano.

Atualmente, além dos resíduos animais, têm-se utilizado resíduos vegetais (Tabela 3.1) para produção de biogás, como derivados do milho, cevada, etc. Além disso, alguns projetos já incorporam aquecimento por energia solar e dispositivos de poupança de água têm sido propostas para permitir a difusão em regiões mais frias e mais áridas da China (Chen *et al.*, 2010). Na Índia, os resíduos sólidos urbanos e resíduos de culturas como a casca de arroz e bagaço de cana também têm potencial de geração de biogás (Bond e Templeton, 2010).

Tabela 3.1 - Produção de biogás a partir de vários substratos animais e vegetais (Bond e Templeton, 2010)

Substrate	Daily production (kg/animal)	% DM	Biogas yield (m ³ /kg DM)	Biogas yield (m ³ /animal/day) ^a
Pig manure	2	17	3.6–4.8	1.43
Cow manure	8	16	0.2–0.3	0.32
Chicken manure	0.08	25	0.35–0.8	0.01
Human excrement/sewage	0.5	20	0.35–0.5	0.04
Straw, grass		–80	0.35–0.4	
Water hyacinth		7	0.17–0.25	
Maize		20–48	0.25–0.40 ^b	
Barley		25–38	0.62–0.86	
Rye		33–46	0.67–0.68	
Triticale		27–41	0.68–0.77	
Sugar beet		22	0.76	
Hemp		28–36	0.25–0.27 ^b	
Alfafa		14–35	0.43–0.65	
Rice straw		87	0.18	
Rice straw hull (husks)		86	0.014–0.018	
Baggase			0.165 (m ³ /kg organic DM)	
Leaf litter			0.06 (m ³ /kg)	

DM = dry matter, a = based on mean biogas yield (m³/kg DM), b = calculated from methane yield based on biogas of 55% methane.

4. ESTUDO DE CASO: O PROJETO KUDURA

4.1 Introdução

O estudo de caso desta dissertação é o projeto Kudura. Este projeto teve início em 2011 por iniciativa da empresa RVE.SOL – Soluções de Energia Rural Lda., sediada em Leiria, com a contribuição de vários parceiros nacionais e internacionais. Com o lema “Changing Rural Life Forever” ou seja “Mudar a vida rural para sempre”, este projeto tem como principal foco as comunidades mais pobres de países em desenvolvimento, como é o caso de muitos países africanos.

Kudura foi o nome escolhido para o projeto, pois na língua Kiswahili significa “Poder da mudança”, o que condiz com o slogan da empresa, sendo simultaneamente uma forma de ser facilmente memorizado pelas populações locais.

O projeto em si consiste na reunião de tecnologias consideradas sustentáveis num único contentor, cujos objetivos assentam em abastecer e facilitar o acesso a água potável e energia às populações rurais que não tenham acesso a estes bens essenciais e ainda contribuir para a sustentabilidade energética e ambiental. As tecnologias utilizadas são, então, um sistema de purificação de água através de um sistema de ultrafiltração, um biodigestor anaeróbio para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos animais, e ainda um sistema solar fotovoltaico colocado no telhado do contentor (Figura 4.1). Este sistema foi implementado pela primeira vez numa aldeia do Quênia com o objetivo fornecer água potável a toda a população e reduzir o uso de certos combustíveis (querosene e lenha) associados a graves problemas de saúde e ambientais.



Figura 4.1- Esboço do sistema Kudura

Este projeto teve a sua primeira experiência na aldeia de Sidonge junto à fronteira ocidental com o Uganda, nas imediações do rio Sio, a norte do lago Vitória (Figura 4.2 e Figura 4.3).



Figura 4.2- Localização da aldeia de Sidonge

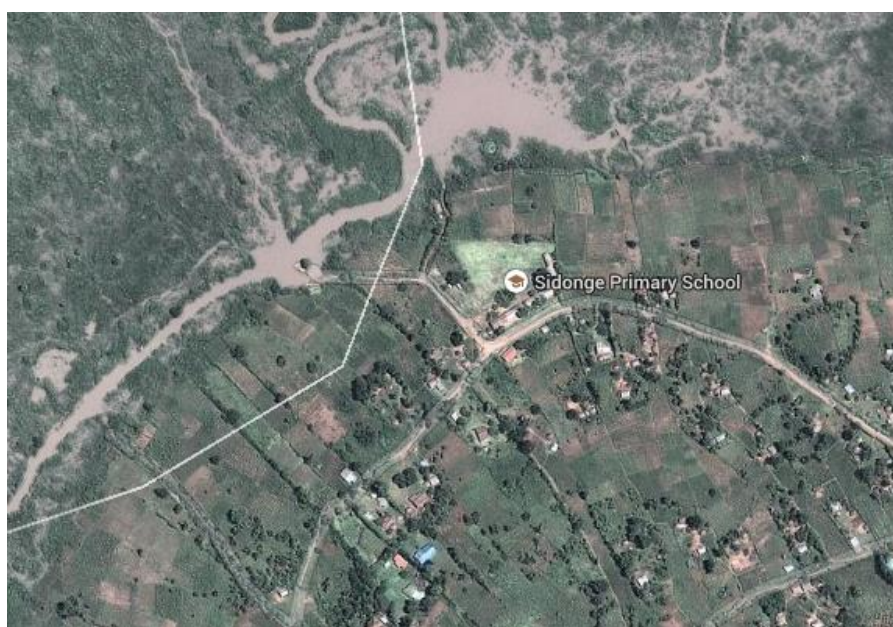


Figura 4.3- Aldeia de Sidonge, Distrito de Busia, Quênia

4.2 Caracterização da Aldeia: Necessidades e Impactes

Na aldeia de Sidonge habitam cerca de 600 pessoas, cuja economia local é a agricultura de subsistência, onde apenas 39,1% podem fazer três refeições por dia e 57,6% podem pagar apenas duas refeições por dia.

As principais razões para tal índice de pobreza são a infertilidade do solo (60%) e baixa precipitação (20%). Apenas 26,9% das famílias usam fertilizantes químicos devido aos altos custos, o que também ajuda a explicar os baixos rendimentos (Damsø-Jørgensen, 2012; Nyamolo e Abagi, 2011).

No âmbito desta dissertação, foi realizado um estudo-base à aldeia com o objetivo de conhecer o modo de vida das pessoas e os impactes que as suas atividades acarretam quer para o ambiente, quer para a sua própria saúde e economia. Os impactes podem ser positivos e negativos para o meio ambiente (emissões de GEE e outros tipos de poluição), sociedade e economia.

Neste estudo, constata-se que os principais gases de efeito estufa (GEE) são o CO₂, CO e NO_x, libertados pela queima de madeira, carvão, querosene e resíduos da agricultura ou pecuária (culturas de milho, estrume, etc), cuja energia é usada principalmente para cozinhar, aquecimento, iluminação e higiene. A remoção de impurezas da água também requer o uso de combustíveis, nomeadamente a madeira, para ferver a água. As lâmpadas de querosene são muito comuns para iluminação, contudo têm muitos riscos associados.

Os números de consumo podem variar dependendo das diferentes fontes de informação, dando maior relevo aos dados do Quênia (obtidos nas aldeias-alvo) e artigos científicos de estudos realizados no Quênia ou países adjacentes. Algumas conclusões são baseadas em cálculos químicos, pelo que a maioria dos resultados apresentados não serão exatamente precisos, mas aproximações possíveis à realidade. Os dados relativos à utilização de resíduos de milho e estrume de vaca foram baseados em estudos realizados no Zimbábue (Accent@, 2013).

Além dos impactes dos GEE, existem outros causados pelas atividades humanas, como é o caso da exploração madeireira e agricultura, para obtenção de alimentos e energia, que podem levar à desflorestação e conseqüentemente à erosão e infertilidade do solo.

De acordo com o relatório de Nyamolo e Abagi (2011), as despesas mensais relacionadas com o querosene, carvão e lenha das famílias quenianas encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Despesas mensais das famílias quenianas

Produto	Custo médio (KES)	Custo médio (€)
Querosene	600	5,07
Carvão vegetal	503,53	4,20
Madeira	363.53	3,03

Os mesmos dados também revelam o consumo anual de combustíveis antes da instalação do Kudura, resumido na Tabela 4.2.

Tabela 4.2- Consumo médio de combustível em quilogramas por habitante e por dia e em toneladas por ano

Combustível	kg/(hab.dia)	(ton/ano)
Madeira	438	263
Carvão vegetal	113	68
Resíduos de milho	3	2
Excrementos de vaca	22	13
Querosene	43,7	26,2

Se considerarmos o peso médio de uma árvore igual a 195 kg e um consumo anual de 13,5 árvores por família, temos 263 toneladas por ano de consumo de lenha, e 1.350 árvores cortadas num ano apenas para fins energéticos.

A Tabela 4.3 traduz as emissões totais de gases de efeito de estufa (GEE) e partículas emitidas pela utilização dos diversos tipos de combustíveis. Dos combustíveis considerados, apenas o querosene liberta gases e partículas tóxicos, embora em quantidades ínfimas, como os NOx, N₂O e NMVOC (compostos não-metano orgânicos voláteis).

Tabela 4.3- Emissões de GEE e partículas

Combustível	CO ₂ ton/ano	CH ₄ ton/ano	CO ton/ano	NO _x ton/ano	NO ton/ano	N ₂ O ton/ano	NMVOC ton/ano
Madeira	458,44		20,596*10 ⁻⁶		0,563		
Carvão vegetal	219,43		10,961*10 ⁻⁶		0,299		
Espigas de milho	2,98		0,141*10 ⁻⁶		0,004		
Excrementos de vaca	14,64						
Querosene	202,8	2,14*10 ⁻⁶	6,23*10 ⁻⁶	310,25*10 ⁻⁶	0,007	2,14*10 ⁻⁶	19,257*10 ⁻⁶
Total	898,29	2,14*10 ⁻⁶	37,928*10 ⁻⁶	310,25*10 ⁻⁶	0,873	2,14*10 ⁻⁶	19,257*10 ⁻⁶

Os valores referentes ao carvão vegetal e espigas de milho foram baseados na Tabela 4.4 (itens assinalados), assumindo que o carvão vegetal (*charcoal*) é produzido a partir de *Olea africana* devido ao seu alto teor em carbono e que as espigas de milho (*maize cobs*) também são queimadas como combustível.

Tabela 4.4- Percentagem de carbono (C), azoto (N) e fração molar N/C em biocombustíveis popularmente usados no Quênia (Kituyi et al, 2001) e respetiva percentagem de CO₂ por tonelada de combustível

Biofuel type	C	N	N/C ratio
Lantana camara	46.5	1.20	2.2
Eucalyptus saligna	48.5	0.20	0.4
Azadirachta indica	48.4	0.37	0.7
Cupressus lusitanica	49.2	0.09	0.2
Acacia senegal	45.3	0.31	0.6
Anacardium occidentale	47.1	0.76	1.4
Pinus patula	47.8	0.90	1.6
Acacia mearsii	48	0.31	0.6
Coconut husks	37.8	0.34	0.8
Coconut shells	51.3	0.09	0.2
Coconut palms	42.2	0.31	0.6
Sugarcane stalks	45	0.07	0.1
Maize cobs	45.2	0.47	0.9
Maize stalks	44.8	0.2	0.4
Charcoal-Olea africana	88.5	0.24	0.2
Charcoal-Lantana camara	80	0.44	0.5

1657,3	kg de CO ₂ por tonelada de combustível
3245	

De modo a poder determinar os impactos ambientais das emissões de GEE calculadas na Tabela 4.3, recorreu-se ao Potencial de Aquecimento Global (GWP – Global Warming Potential) para 100 anos dos vários gases considerados e converteram-se os valores para CO₂ equivalentes, conforme o Protocolo de Quioto. Os fatores de conversão encontram-se na Tabela 4.5.

Tabela 4.5- Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos Gases de Efeito Estufa referentes ou não ao Protocolo de Quioto (Sanhueza, 2009)

	GWPS OF CLIMATE ACTIVE COMPOUNDS		Reference
	GWP		
	20-years	100-years	
Kyoto GHG			
CO ₂	1	1	IPCC (2007)
CH ₄	72	25	IPCC (2007)
N ₂ O	289	298	IPCC (2007)
Non-Kyoto compounds			
CO	10	3.0	Fuglestvedt <i>et al.</i> (1996)
		2.1	Johnson and Derwent (1996)
	2.8-14	1.6-7.2	Daniel and Solomon (1998)
		1.6	Derwent <i>et al.</i> (2001)
		1.9 Europe ^d	Berntsen <i>et al.</i> (2005)
		2.4 Asia ^d	
NO _x		-12 NH ^e	Derwent <i>et al.</i> (2001)
		-31 SH ^e	
		25 to 29 Asia	Berntsen <i>et al.</i> (2005)
		-2.7 to +4.1 Europe	
NMVOG		1.1-6.2	Johnson and Derwent (1996)
		1.8-5.5	Collins <i>et al.</i> (2002)
BC-particles	2530 ^a	840-1280 ^a	Jacobson (2007)
	4470 ^b	1500-2240 ^b	
	2200	680	Bond and Sun (2005)
	2000 ^c	500	Hansen <i>et al.</i> (2007)
		480 ^f (374-677)	Reddy and Boucher (2007)
OC-particles	[-200]	[-50]	See text

^aFossil fuel soot, ^bBC in fossil fuel soot, ^cThese GWPs are an average for the current distribution of BC sources, ^dCalculated as SWGPs and converted to GWPs, ^eAs given by IPCC (2007), ^fGlobal average (range from different regions).

Com base nos dados e resultados das Tabela 4.3 e Tabela 4.4 obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6- Emissões dos gases e partículas em termos de CO₂-equivalente (ton/ano) e respetivo fator de conversão GWP

	CO ₂	CH ₄	CO	NO _x	NO	N ₂ O	NMVOC	TOTAL
GWP	1	25	2,4	27	27	298	3,65	-
Total CO ₂ -equivalente (ton/ano)	898,29	5,35*10 ⁻⁵	1,5E-05	0,008377	23,382	0,000638	7,03*10 ⁻⁵	921,6812

Os dados energéticos (com base na Tabela 4.2) encontram-se na Tabela 4.7. Estes valores, referentes à energia equivalente à utilização dos vários combustíveis pela população da aldeia de Sidonge, foram calculados com base nos consumos e no valor calorífico (Accent@, 2013).

Tabela 4.7- Dados energéticos: valor calorífico e energia

Combustível	Valor calorífico (MJ/ton)	Energia (MJ/ano)
Madeira	17000	4465305
Carvão vegetal	30000	2028600
Espigas de milho	13000	23400
Excrementos de vaca	14500	191400
Querosene	43000	1126600
Total		7835305

Para finalizar o estudo relativo aos hábitos de consumo e emissões de GEE da população de Sidonge, apresentam-se em seguida os principais impactos ambientais e sociais que afetam estas famílias, de acordo com Green Eco Consultants, Ltd (2011).

Relativamente ao consumo de querosene:

- Poluição do ar interior devido à toxicidade dos gases libertados
- Queimaduras causadas pelo contacto com lanternas quentes

- Queimaduras causadas por fogos estruturais iniciados por lanternas
- Ferimentos causados por explosões resultantes da adulteração de querosene com gasolina
- Ferimentos causados por ingestão acidental de querosene (confundido com água).

Quanto ao consumo de carvão vegetal, madeira, estrume de vaca e resíduos de milho:

- Poluição do interior das habitações
- Intoxicação por gases e vapores
- Desflorestação (sem política sustentável).

Impactes positivos: a queima de milho, madeira e estrume de vaca reduz a quantidade de resíduos orgânicos e sua sustentabilidade é garantida porque são subprodutos da agricultura, resíduos florestais, pecuária, etc. Além disso os gases libertados não são tóxicos (maioritariamente CO₂), desde que a sua queima seja ao ar livre.

No que ao abastecimento de água diz respeito, nesta aldeia, tal como muitas outras, existe uma rede de água canalizada que faz parte do programa que vários governos africanos desenvolveram nos últimos vinte anos. Esta tendência tem aumentado rapidamente desde o início de 2000. Em 2010, 15% a 20% da população rural nos países africanos vivia dentro da área de serviço de um pequeno esquema de água canalizada. Em países como o Senegal, Ruanda e Mauritânia, é mais do que 30%. A gestão sustentável dos pequenos sistemas de água canalizada torna-se cada vez mais importante com a sua expansão em áreas rurais e semi-urbanas. Essa expansão deve-se sobretudo às parcerias público-privadas (PPP) (WSP, 2010).

Em Sidonge, a escassez de água não é problema, mas sim a sua qualidade, pois a água potável canalizada apenas está ao alcance dos poucos que podem pagar 300 KES por mês, mesmo sem garantias de fornecimento contínuo. Para as restantes famílias, a única opção é recolher água do rio mais próximo, de furos locais ou da chuva, sendo consumida tal como foi recolhida ou, na maioria das vezes, é fervida ao lume para eliminar bactérias e outras impurezas.

4.3 Implementação e Descrição do Sistema Kudura

4.3.1 Considerações gerais

Segundo Damsø-Jørgensen (2012), o projeto Kudura (Figura 4.4) é um exemplo de uma solução de ganhos triplos, o que significa que tem como objetivo o desenvolvimento sustentável assente nos ganhos sociais, económicos e ambientais. Este projeto foi inspirado na

ideia das Nações Unidas em erradicar a pobreza e promover o desenvolvimento sustentável através de energias consideradas limpas.

Antes de se explicar o seu funcionamento, interessa saber que materiais e procedimentos levam ao seu fabrico, montagem e transporte. Os materiais que constituem o Kudura são, essencialmente, o contentor metálico que envolve os restantes componentes, os painéis solares (colocados no telhado do contentor), sistema de produção de biogás (biodigestor e respetivos filtros e recipientes), bomba e sistema de purificação da água e os componentes elétricos e eletrónicos que compõem o sistema de monitorização. Estes equipamentos são fabricados na Alemanha, Itália, Reino Unido e Portugal e transportados por camião para serem montados nas instalações da empresa, em Leiria. O transporte do equipamento já montado é feito por camião até ao porto de Leixões, onde irá embarcar com destino a Mombaça, no Quênia e transportado até à aldeia de Sidonge por camião. Kudura foi instalado junto a um curso de água, próximo da escola (Figura 4.2 e Figura 4.3), com a ajuda da população local.

A Figura 4.4 mostra, de forma simplificada, o modo de funcionamento do sistema: o que entra e o que sai no sistema. O que entra: luz solar que incide nos painéis para produção de energia elétrica, água não potável proveniente dos cursos de água próximos que é bombeada e purificada e resíduos animais para produção de biogás e biofertilizante. Destes produtos, o biofertilizante é utilizado na agricultura local fornecendo alimentos para a população e, em caso de excedente, para venda num mercado tradicional, gerando receitas para a aldeia (saída). A água purificada, eletricidade e biogás são para consumo dos habitantes locais.

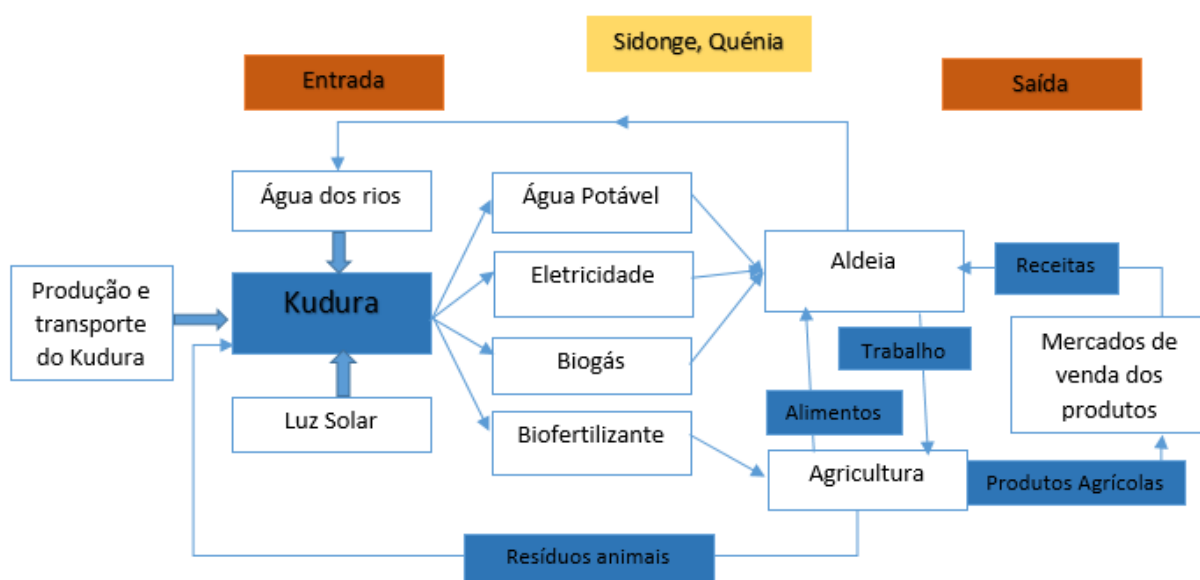


Figura 4.4- Esquema explicativo do funcionamento do Kudura (adaptado de Damsø-Jørgensen, 2012)

Este sistema é um ciclo sustentável onde a população obtém proveito daquilo que a natureza oferece (luz solar e água) e do que ela própria desperdiça (resíduos), onde apenas tem que pagar o serviço prestado, a custos reduzidos.

A manutenção do equipamento é realizada por pessoas locais remuneradas que receberam formação para poderem intervir sempre que haja alguma avaria ou simplesmente para limpeza do sistema. O modelo de negócio é gerido pela própria população, como se pode confirmar pela entrevista ao promotor do projeto no Anexo B.

Em seguida serão descritos os processos que constituem o Kudura: abastecimento de água, produção de biogás, biofertilizante, sistema fotovoltaico e sistema de monitorização. Dados relativos às quantidades produzidas, impactes ambientais, etc. serão abordados no capítulo *Resultados e Discussão*.

4.3.2 Abastecimento de água

No sistema Kudura está instalado o processo de ultrafiltração capaz de processar cerca de 3000 litros de água por dia, suficiente para fornecer a toda a população (600 habitantes) de Sidonge o mínimo de 5 litros diários recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A água é bombeada dos cursos de água mais próximos e é fornecida à população por intermédio de recipientes de 5, 10 ou 20 litros por um preço simbólico de 1 KES por 20 litros, que pode ser recolhida por uma torneira exterior ao lado do reservatório (Figura 4.5).

O sistema de ultrafiltração é constituído por um filtro com área de 16m², com uma taxa de filtração até 4.800 litros/hora, e poros de 20 nm. A água bruta é armazenada e pré-tratada por desinfecção com luz ultravioleta capaz de eliminar cerca de 99% dos vírus, bactérias e parasitas (RVE.SOL, 2013a).



Figura 4.5- Bomba e reservatório exterior com água não tratada (à esquerda) e reservatório interior com água potável (à direita) (RVE.SOL, 2011/2013a)

Esta água potável pode ser utilizada para beber, cozinhar e promover hábitos de higiene, melhorando significativamente a saúde da população, ao eliminar as bactérias da febre tifóide existentes nos cursos de água e que são responsáveis por 5 milhões de mortes anuais em todo o mundo.

A empresa tem promovido a interação da comunidade através do pagamento às crianças da aldeia para recolherem água não potável dos riachos e lagos próximos, sempre que a pessoa encarregue pela venda da água sinta necessidade de recarregar o reservatório (Figura 4.6).



Figura 4.6- Crianças a ajudarem na reposição de água no reservatório do Kudura (RVE.SOL, 2011)

4.3.3 Fornecimento de energia

As principais fontes de energia das populações rurais quenianas (e em África, no geral) são o querosene, carvão vegetal e lenha (Ezzati e Kammen, 2002). Contudo, o querosene é demasiado caro e também grande causador de doenças respiratórias devido aos fumos acumulados no interior das habitações, além dos riscos de incêndio. Porém, é a solução mais económica face aos custos que a eletricidade acarreta às famílias (RVE.SOL, 2013a). Além disso, a constante recolha de lenha pode levar à desflorestação, pois serve tanto para produção de carvão, como queima direta em fogueiras ou fogões, que também provocam significativas emissões de CO₂ e outros gases de efeito de estufa.

Com o objetivo de minimizar os impactes ambientais acima referidos, o Kudura é constituído por dois sistemas de produção de energia: o sistema solar fotovoltaico, para energia elétrica e o sistema de produção de biogás a partir de desperdícios da criação de gado.

- Sistema solar fotovoltaico

Cada célula é constituída por materiais semicondutores que convertem diretamente a energia solar em eletricidade. São feitas a partir de sílica com traços de outros elementos (fósforo numa face confere carga positiva e boro do outro para a carga negativa), bastante simples de aplicar e usar e praticamente não requerem manutenção além de uma limpeza ocasional.

Benefícios dos painéis solares fotovoltaicos: custos fixos de operação constantes em toda a vida do sistema e competitivos com outras fontes de energia; o sistema é independente de qualquer outro “combustível”; muitas células podem juntar-se e aumentar a capacidade de produção de energia; não há ruído criado; são considerados uma fonte de energia limpa; têm grande tempo de operação; podem ser portáteis e têm grande utilidade em áreas remotas (Nemerow e Agardy, 2005).

Os painéis estão localizados no telhado do Kudura e existe um pequeno “quiosque” junto ao Kudura com tomadas para carregar telemóveis e outros aparelhos. Nas 20 casas atualmente com acesso a eletricidade é possível ter um pequeno aparelho de televisão e iluminação que permitem às famílias independência em relação às lâmpadas de querosene e ter acesso à informação.

- Sistema de biogás

Segundo Nemerow e Agardy (2005), a poluição deve ser vista como “uma interferência não razoável, mas com outro uso benéfico”, ou como já dito anteriormente “os resíduos de uns são matérias-primas de outros”. É nesta filosofia que se baseia o sistema de biogás existente no Kudura, ao utilizar os desperdícios de outras atividades, neste caso o estrume de ruminantes, tornando-o em algo útil como energia e biofertilizante.

O biogás é produzido num recipiente como o da Figura 4.7 (à esquerda), onde são colocados os resíduos, num processo semelhante ao descrito no capítulo 3. O biogás é canalizado para um depósito protegido (Figura 4.7 à direita) a partir do qual se pode recolher em sacos mais pequenos para as famílias.



Figura 4.7- Biodigestor (à esquerda) e local de armazenamento do biogás (à direita) (RVE.SOL, 2013a)

A população tem aderido a este serviço positivamente, fornecendo o efluente (Figura 4.7 à esquerda), e os resultados são visíveis na Figura 4.7 (à direita) pelo armazenamento de biogás de um único dia.

O biogás permite à população cozinhar os alimentos e aquecer água, recorrendo a uma tecnologia menos poluente que os combustíveis tradicionalmente usados, enquanto que o biofertilizante, como subproduto, ajuda a melhorar a produção agrícola, qualidade do solo, ao evitar a utilização de fertilizantes sintéticos económica e ambientalmente dispendiosos para as populações.

Junto ao Kudura, além do “quiosque”, existe ainda um terreno relativamente grande onde a comunidade pode cultivar os seus alimentos com recurso ao biofertilizante.

4.3.4 Sistema de monitorização

O sistema Kudura possui ainda um sistema de monitorização (Figura 4.8) que fornece os dados relativos às outras três componentes (purificação de água, produção de biogás e energia solar), desde a pressão da bomba do biogás, quantidade de água filtrada e extraída, temperatura dos vários sistemas, consumos energéticos, energia solar captada pelos painéis e estado das baterias e dos filtros (gráficos do Anexo A).

Estes dados são atualizados em tempo real (RVE.SOL, 2013b) e estão disponíveis desde que o aparelho foi colocado na comunidade, permitindo analisar os dados de forma cronológica,

além de serem um indicador remoto do funcionamento dos vários aparelhos, fornecendo informações em caso de avaria ou necessidade de trocar filtros ou baterias.

No capítulo 5 estes dados irão servir de apoio para alguns cálculos realizados nesta dissertação.



Figura 4.8 - Sistema de monitorização no interior do Kudura (RVE.SOL, 2013a)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são expostos os cálculos realizados durante esta dissertação relativos aos impactes que o Kudura tem para o ambiente e população, desde a sua montagem até à sua colocação no terreno e fase de funcionamento. Os impactes calculados serão de âmbito económico, quer para as famílias quer para a empresa responsável, e também ambiental, ao calcular as emissões de gases de efeito de estufa (efetivas e evitadas).

5.1 Análise do Ciclo de Produção dos Componentes Principais do Kudura

Para os fins deste estudo não consideramos as emissões geradas nos processos de produção dos equipamentos, apenas todas as emissões desde a saída da fábrica do fornecedor até às instalações da RVE.SOL em Leiria.

A Tabela 5.1 mostra alguns materiais que compõem o Kudura, suas origens, fabricantes e respetiva libertação de CO₂.

Tabela 5.1- Distâncias de transporte e respetivas emissões de CO₂

Artigo	Fabricante	Origem	Destino	Distancia (km)	kg CO ₂
Disjuntor do motor	ABB	Oeiras, Portugal	ZICOFA	160	7,952
Bateria Block 12V	BAE	Berlim	ZICOFA	2.787	138,514
Depósito da água 1000 L	Bombas do Liz (Schutz)	Boa Vista, Leiria	ZICOFA	5	0,249
Decompositor	DRT	Leiria	DRT	1	0,025
Termostato	ELDON		ZICOFA		-
Caixa estanque	Gewiss	Itália	ZICOFA	2.314	115,006
Tomadas	Gewiss	Itália	ZICOFA	2.314	115,006
Bomba de água 24V	Marco	Itália	ZICOFA	2.172	107,948
Resistências 200A	MSTE	Salem, Alemanha	ZICOFA	2.109	104,817
Painéis fotovoltaicos	Open Renewables	Évora, Portugal	ZICOFA	198	9,841

Módulo IB CAN-MA PAC	Phoenix	Boeblingen, Alemanha	ZICOFA	2.166	107,650
Power Provider 0.25 A	SCS	Reino Unido	ZICOFA	1.505	74,799
Unidade de Ultrafiltração VIREX Pro 1000	Seccua	Steingaden, Alemanha	ZICOFA	2.280	113,316
Inversor - Sunny Island 12V/24V/48V	SMA Solar Technology	Alemanha	ZICOFA	2.403	119,429
Total					1.014,551

De acordo com a Tabela 5.1, as emissões de CO₂ são, basicamente, iguais a uma tonelada por Kudura montado. Estes cálculos baseiam-se num modelo simplificado que considera a libertação de 0,0497 g/km por um camião a *diesel* (Axioma@, 2013). As distâncias mais longas (maiores que 500 km) e, conseqüentemente, associadas a maiores emissões estão destacados a vermelho, provenientes de países como Reino Unido, Itália e Alemanha. Os restantes produtos são provenientes de localidades portuguesas, associadas aos valores mais baixos.

5.2 Fase de Montagem do Kudura

Esta fase engloba a montagem do Kudura nas instalações da Empresa Serviços Técnicos (EST) situada na ZICOFA⁵ em Leiria, o transporte por camião até o porto de Leixões, o transporte por navio de carga até Mombaça, no Quênia, o transporte de Mombaça a Sidonge por camião e, finalmente, a colocação no terreno que inclui a limpeza dos terrenos e isolamento do local (Tabela 5.2). Este processo pode durar mais de um mês para ser concluído.

Tabela 5.2 - Custos de instalação do Kudura

Custo do equipamento	Viagem Leiria – Leixões – Mombaça	Alfândegas	Viagem Mombaça-Sidonge	Colocação do Kudura na aldeia	Total
50,000 €	5,000 €	7,000 €	1,500 €	11,500 €	75.000 €

⁵ Zona Industrial da Cova das Faias

Conforme descrito na Tabela 5.2, os custos totais são cerca de 75.000 €, dependendo de vários fatores: número de Kuduras colocados, o custo dos equipamentos, o custo de transporte (Leiria-Leixões, Leixões-Mombasa e Mombasa-Sidonge), as tarifas alfandegárias e os custos de instalação (os salários estão incluídas nestes custos).

As emissões de GEE relativas ao transporte entre Leixões e Mombasa (16596 km por mar) foram calculadas com ajuda de um modelo desenvolvido pelo Laboratório para os Transportes Marinhos da Universidade Técnica de Atenas (NTUA@, 2013) com o nome "Ship Emissions Calculator". Os resultados apresentados na Tabela 5.3 dependem da distância, consumo de combustível, peso transportado, entre outros. Como não podemos prever o peso total do navio de carga, as emissões são medidas em kg por tonelada transportada.

Assumindo que uma unidade Kudura pesa 5 toneladas, teremos: $416,71 \times 5 = 2083,55$ kg de CO₂ mais $9,20 \times 5 = 46$ kg de SO₂ e $11,44 \times 5 = 57,2$ kg de NO_x, que faz um total de 19129 kg CO₂-equivalente por Kudura transportado por navio.

Tabela 5.3 - Emissões referentes ao transporte por navio de carga entre Leixões (Portugal) e Mombasa (Quénia)

	EMISSIONS		
	CO ₂	SO ₂	NO _x
ROUNDRIP EMISSIONS KG PER tonne TRANSPORTED	416.71	9.20	11.44
ROUNDRIP EMISSIONS GRAMS PER LADEN tonne-MILE	46.60	1.03	1.28
ROUNDRIP EMISSIONS GRAMS PER LADEN tonne-KM	25.11	0.55	0.69

As emissões emitidas entre Mombasa e Sidonge são calculadas pelo mesmo método utilizado no transporte dos materiais desde a fábrica até Leiria (Tabela 5.4), mas é certo que o meio de transporte no Quénia é diferente do europeu, portanto, essas emissões são subestimadas.

Tabela 5.4 - Emissões de CO₂ emitidas entre Leiria e Leixões (Portugal) e Mombasa e Sidonge (Quénia)

Origem	Destino	Distância (km)	kg CO ₂
Leiria (Portugal)	Leixões	191	9,542
Mombasa (Quénia)	Sidonge	938	46,619

As emissões totais de CO₂-equivalente de transporte são: $19129 + 9,542 + 46,619 = 19185,3$ kg = 19,2 toneladas.

5.3 Fase de Operação/Funcionamento do Kudura na Comunidade

A fase de operação é provavelmente a mais importante do ciclo de vida Kudura, porque é onde os lucros são gerados, e é a mais longa, com duração de aproximadamente 20 anos (tempo de vida do Kudura). É nessa fase que o Kudura produz a energia elétrica, biogás, fertilizante e purifica a água para abastecer os moradores de Sidonge. Os impactos ambientais, económicos e sociais serão estimados com base nas emissões de GEE e receitas económicas dos pagamentos mensais das famílias para a RVE.SOL e CER (Reduções Certificadas de Emissões) durante esse período de tempo.

5.3.1 Tratamento e consumo de água potável

Segundo o gráfico da Figura 5.1, referente à monitorização da água tratada e consumida, podemos verificar que durante o primeiro semestre de 2013, o consumo esteve muito abaixo do máximo que o equipamento pode fornecer (3000 litros/dia), apenas com três picos de consumo acima dos 400 litros e uma média abaixo dos 30 litros/dia (Tabela 5.5). Tais dados permitem constatar que a população da aldeia pouco aderiu à iniciativa, apesar da facilidade de abastecimento e do reduzido preço da água. É certo que neste caso a média de consumo é um pouco irrelevante, pois a maioria das famílias tem preferência por recolher água uma vez por semana. Além disso a existência de outras fontes de água, embora não tratada, como cursos de água e poços, são preferíveis por não representarem custos monetários, apesar dos riscos para a saúde. Na Tabela 5.5 também estão representadas médias e totais relativos à quantidade de água que o sistema utiliza para limpeza dos filtros.

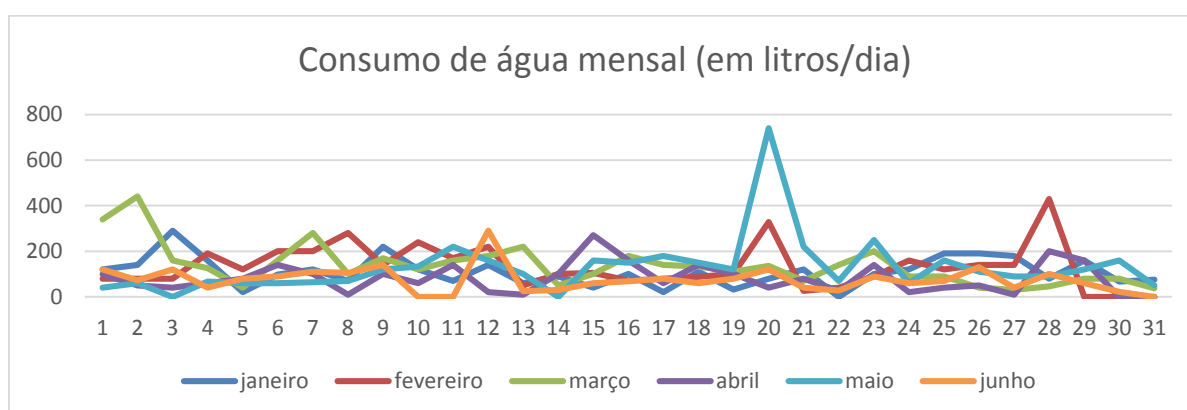


Figura 5.1 - Consumo de água no primeiro semestre de 2013 (adaptado dos dados da tabela no Anexo A) (RVE.SOL, 2013b).

Tabela 5.5 - Consumos médios e totais de água do 1º semestre de 2013

Média da manhã (Litros)	Média da tarde (Litros)	Média do sistema (Litros)	Média diária (Litros)	Média mensal manhã + tarde (Litros)	Total sistema (Litros)	Total manhã + tarde (Litros)
37,96296	78,21839	26,99433	113,6455	3293,333	809,83	20569,83

Os gráficos do Anexo A relativos ao consumo de água importados de RVE.SOL (2013b) revelam que até ao momento foram produzidos perto de 66000 litros de água potável desde que o Kudura foi instalado em 2011.

5.3.2 Produção de energia fotovoltaica

A eletricidade produzida no Kudura provém do sol e é obtida a partir de 3 painéis fotovoltaicos de 245W colocados no telhado do equipamento, com uma área de 6 m². A eletricidade produzida num Kudura pode ser distribuída até um máximo de 30 famílias da aldeia.

A Tabela 5.6 mostra a evolução da energia produzida depois de 10 e 25 anos para 1 a 6 unidades colocadas.

Tabela 5.6 - Potencial de energia elétrica produzida por painéis fotovoltaicos

	1 ano (MJ/ano)	10 anos (MJ/ano)	25 anos (MJ/ano)
Nº unidades / Eficiência	100%	90%	80%
1	8.582,40	7.724,16	6.179,33
2	17.164,80	15.448,32	12.358,66
3	25.747,20	23.172,48	18.537,98
6	51.494,40	46.344,96	37.075,97

Esta informação refere-se apenas à energia que pode ser fornecida aos moradores em condições meteorológicas favoráveis. Nestas condições, o potencial de energia elétrica produzida num dia é de cerca de 6,6 kWh ou seja 23,76 MJ/dia. A Figura 5.2 é um exemplo de como o consumo da população pode variar mês a mês, bem como a energia consumida pelos componentes elétricos do Kudura.

Os valores do gráfico da Figura 5.2 encontram-se tabelados no Anexo A e são resumidos na Tabela 5.7 de onde se pode retirar os valores médios e totais do consumo de energia no período referido.

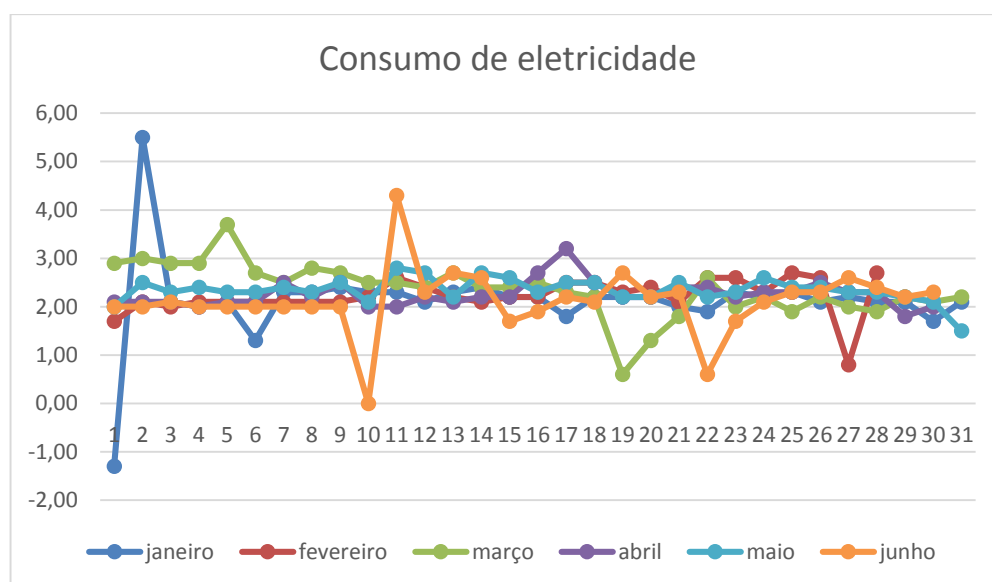


Figura 5.2- Consumo de energia elétrica de 1 de janeiro a 30 de junho de 2013 (adaptado de RVE.SOL, 2013b)

Tabela 5.7 - Médias e totais dos consumos de energia elétrica relativos ao primeiro semestre de 2013

Unidades	Média da manhã	Média da tarde	Média diária	Média mensal	Total semestral
kW.h	0,34	1,90	2,24	67,53	405,2
MJ	1,24	6,82	8,06	243,12	1458,72

Os resultados referentes ao primeiro semestre de 2013 ficam aquém dos esperados, bastando verificar que nenhum valor total diário alcança os 23,76 MJ diários previstos inicialmente e cuja média é pouco mais de um terço desse valor.

Segundo informação do gráfico do Anexo A referente aos consumos de eletricidade, desde a instalação do Kudura na aldeia foram produzidos cerca de 2100 kW.h, ou seja 7560 MJ em quase dois anos, praticamente 1000 MJ abaixo do que é esperado produzir num único ano (Tabela 5.6).

Ainda é possível constatar que a maior parte do consumo ocorre durante o período da tarde e noite (PM), o que se deve principalmente à iluminação e alguns pequenos eletrodomésticos.

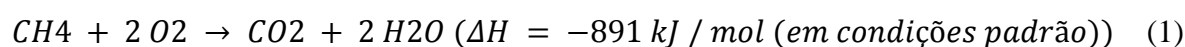
Por tal motivo, a média de consumos (2,24 kWh) é relativamente baixa, mesmo tendo em conta que a eletricidade está disponível apenas para 20 famílias. Paralelamente ao consumo doméstico, a energia produzida pelos painéis também é utilizada pela bomba da água, filtro UV, ventilação e luz da porta, mas é contabilizada separadamente.

5.3.3 Produção de Biogás

De seguida serão apresentados alguns cálculos efetuados relativamente às emissões de CO₂ resultantes do uso de biogás como combustível em fogões domésticos.

Estes dados são baseados no pressuposto de que o sistema Kudura produz cerca de 4000 litros de biogás por dia, dos quais 60% é metano (CH₄), o que significa que, praticamente 2400 litros de metano estarão disponíveis. Diariamente este sistema é capaz de abastecer 10 famílias da aldeia onde o sistema foi colocado.

As emissões relacionadas à combustão do biogás são basicamente CO₂, como a equação química sugere:



onde, ΔH é a entalpia de combustão. Neste caso, como ΔH é negativa, a reação liberta energia (exotérmica).

A Tabela 5.8 e a Tabela 5.9 mostram os valores previstos para a produção energética e emissões de CO₂ por Kudura instalado. Como a eficiência dos fogões a gás varia, os resultados foram obtidos para eficiências de 30, 45 e 100%.

Tabela 5.8 - Energia produzida pelo biodigestor (em condições ótimas)

1 unidade = 10 famílias		Energia								
		Massa molar	Densidade	Volume	Massa	MJ/mol	MJ/dia	MJ/dia		
								g/mol	kg/m ³	m ³
1 unidade/dia	CH ₄	16	0,717	2,4	1,7208	0,87	93,5685	34152,5	10245,8	15368,6
	CO ₂ *	44			4,7322					
	CO ₂ **	44	0,717	1,6	1,1472					
2 unidades	CH ₄	16	0,717	4,8	3,4416	0,87	187,137	68305,0	20491,5	30737,3
3 unidades	CH ₄	16	1,717	7,2	12,3624	0,87	672,2055	245355,0	73606,5	110409,8
6 unidades	CH ₄	16	2,717	14,4	39,1248	0,87	2127,411	776505,0	232951,5	349427,3

Tabela 5.9 - Emissões de CO₂ resultantes do uso do biogás

	kg CO ₂ /ano	kg CO ₂ /fam.ano	ton CO ₂ /fam.ano
CH ₄	1727,253	172,73	0,1727
CO ₂	418,728	41,87	0,0419
Total	2145,981	214,5981	0,2145981

Assim, sabemos que anualmente são produzidos 1727,25 kg de CO₂ correspondentes à queima de metano (60%), que juntando aos restantes 40% constituídos por CO₂, ou seja 418,728 kg, dá um total de 2145,981 kg de CO₂ anuais, cerca de 2,15 toneladas.

Os resultados obtidos podem ser comparados com os dados referentes às emissões de CO₂ pelas populações. Essas emissões, estimadas para a população total da comunidade (aproximadamente 600 pessoas, 104 famílias), são de 473,64 ton/ano relativos à queima de madeira e 227,5 ton/ano de carvão vegetal, o que somado é 701,14 tonCO₂-eq/ano, ou seja 6,74 tonCO₂/família.ano (1,16 tonCO₂/pessoa.ano).

Podemos então constatar que a emissão de CO₂ por cada família que utilize biogás produzido no Kudura é perto de 32 vezes inferior às emissões pela utilização dos combustíveis tradicionais. Como cada pessoa seria responsável pela emissão de cerca de 36 kg/ano, essa redução seria de 1,12 toneladas por pessoa num ano.

Considerando que o biodigestor do Kudura utiliza apenas excrementos de bovinos para produção de biogás, segundo a Tabela 3.1, temos uma produção diária de 8 kg/animal correspondente a 0,32 m³/animal.dia de biogás (com 55% de metano). Sabendo que o Kudura tem capacidade para produzir 4m³ de biogás diários, podemos constatar que são necessários cerca de 13 animais e 104 kg de excrementos para produzir essa quantidade de biogás.

A quantidade de biofertilizante produzida será aproximadamente 100kg, pois quase não há variação de massa do material digerido, apenas de composição.

5.4 Modelos de Intervenção

Em relação às três fases apresentadas anteriormente (produção, montagem e operação), especialmente à fase de operação, temos os modelos de intervenção, onde são apresentados todos os custos, benefícios e emissões que o Kudura pode gerar.

A Tabela 5.10 representa a previsão do comportamento dos moradores ao mostrar o quanto as famílias poderão gastar por mês para beneficiar dos serviços do Kudura, comparando com os custos reais que eles têm, partindo do princípio que os serviços têm total adesão das famílias.

Tabela 5.10 - Modelo de Intervenção do Kudura – antes e depois da instalação no terreno, análise de diferentes modelos: Custos/pagamentos e previsões de emissões de CO₂

Consumo	Condições-base (pré-Kudura)			Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
	NF ⁶	CO ₂	Pag/mês (€)	NF	CO ₂	Pag/mês (€)	NF	CO ₂	Pag/mês (€)	NF	CO ₂	Pag/mês (€)	NF	CO ₂	Pag/mês (€)
Madeira	94	428,10	284,77	84	382,56	254,47	74	337,01	224,18	74	337,01	224,18	-	-	-
Carvão vegetal	94	205,63	394,43	84	183,75	352,47	74	161,88	310,51	74	161,88	310,51	-	-	-
Querosene	74	144,31	370,00	34	66,30	170,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	-	-	-
Total por ano (famílias)		778,03	12590,36		632,61	9323,30		498,89	6416,24		498,89	6416,24			
Água	104		650,00	104		650,00	104		650,00	104		650,00	104		650,00
Biogás	10	2,15	50,00	20	4,29	100,00	30	6,44	150,00	30	6,44	150,00	104	22,32	520,00
Eletricidade	30		95,00	70		221,67	104		329,33	104		329,33	104		329,33
Total (por ano):		2,15	9540,00		4,29	11660,00		6,44	13552,00		6,44	13552,00		22,32	17992,00
Poupanças anuais		123,77	-6872,94		267,05	-5725,88		398,62	-4710,82		398,62	-4710,82		881,64	-2734,58

⁶ NF – Número de famílias abastecidas; CO₂: Emissões de CO₂ em ton/ano; Pag./mês (€) – pagamentos mensais em €

A mesma Tabela 5.10 compara as condições-base (como os moradores se comportam antes da introdução de uma unidade de Kudura) e os diferentes modelos (ver Tabela 5.11), em termos de casas servidas, emissões de CO₂ e pagamentos. A coluna de "pagamentos" tem duas interpretações diferentes: amarelo é o dinheiro gasto por pessoas que não têm acesso a serviços Kudura e azul claro são os pagamentos mensais por moradores com acesso a serviços do Kudura. Estes últimos valores são rendimentos da empresa RVE.SOL. Os custos mensais de cada serviço encontram-se na Tabela 5.12.

Tabela 5.11 - Número de Kuduras instalados considerados em cada modelo (baseline = condições pré-Kudura)

Description:	Kudura units/village
baseline	0
model 1	1
model 2	2
model 3	3
model 4	6

Tabela 5.12 - Custos mensais dos serviços/produtos fornecidos pelo Kudura por família

Preços:	
Água	6,25 €/mês
Biogás	5,00 €/mês
Eletricidade	3,17 €/mês
Total:	14,42 €/mês

Ainda na Tabela 5.10, quando existe apenas uma unidade Kudura na aldeia, 104 famílias têm acesso ao abastecimento de água, 10 ao biogás e 30 à eletricidade. As outras pessoas que não têm acesso ao biogás e energia elétrica continuam a utilizar os combustíveis tradicionais (carvão, madeira, etc.). Os modelos 2, 3 e 4 iriam reduzir progressivamente a dependência dos combustíveis tradicionais até eventualmente alcançar o total uso dos serviços do Kudura. Na última linha, referente às poupanças anuais, comparativamente aos dados pré-Kudura, o balanço apenas é positivo em relação às emissões de CO₂, sendo negativo para os gastos da população. Os gastos da população, apesar de diminuírem com o aumento do número de Kuduras, são sempre sobrestimados, pois considera-se que os consumos são sempre regulares, o que na realidade não acontece, como se pôde verificar nos gráficos da secção 5.3. Além disso, não estão contabilizados os possíveis lucros relacionados com a venda de produtos agrícolas resultantes da maior produção devida ao uso de biofertilizantes.

A Tabela 5.13 é relativa ao investimento que deve ser feito por parte da empresa responsável pela colocação do Kudura no local, neste caso a RVE.SOL, tendo em conta diversas despesas: custo dos materiais, transporte, taxas alfandegárias, mão-de-obra, entre outras. A Tabela 5.13 apresenta ainda os valores dos pagamentos anuais previstos na Tabela 5.10.

Tabela 5.13 - Modelo de investimento do Kudura - total investido e os pagamentos totais recebidos

Modelo de investimento do Kudura, em Sidonge							
Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
Invest. ⁷ (€)	Pag. ⁸ (€)	Invest. (€)	Pag. (€)	Invest. (€)	Pag. (€)	Invest. (€)	Pag. (€)
75 000	9 540	150 000	11 660	225 000	13 552	300 000	17 992

A Tabela 5.14 resume em números os impactes ambientais, nomeadamente as emissões de CO₂-equivalente (CO₂-eq), ao longo dos 20 anos previstos para a fase de operação do Kudura, calculados nas secções 5.1, 5.2 e 5.3 desta dissertação, incluindo as emissões de CO₂ da Tabela 5.10.

Tabela 5.14 - Total das emissões previstas para tempo de operação de 20 anos

Fonte de emissões	Total durante 20 anos (ton/ano)
Transporte de materiais	1,062
Fabrico dos equipamentos	0,0000
Transporte Leiria-Leixões	0,0095
Transporte – Leixões – Mombaça (por mar)	19,1292
Transporte e instalação no local	0,0447
Durante o tempo de operação (emissões de biogás)	42,9196
Reciclagem	0,0000
Total: CO₂-eq (ton/ano)	63,1642

⁷ Investimento em euros (€)

⁸ Pagamentos das famílias pelos serviços do Kudura em €

Tabela 5.15 – Total de emissões de CO₂ evitadas para tempo de operação de 20 anos

Receitas de CO ₂ (emissões evitadas)	Total durante 20 anos (ton/ano)
BIOGÁS	1305,4344
ELETRICIDADE	1170,0528
ÁGUA	0,0000
Emissões totais evitadas de CO₂	2475,4872

Na Tabela 5.15, as receitas de CO₂ representam as emissões que se evitam com a produção de biogás, eletricidade e água potável, pelo que não se incluem as emissões referentes ao transporte. As emissões evitadas pelo tratamento da água também não são consideradas, pois já estão incluídas na produção de biogás e eletricidade. Os valores nulos no fabrico dos equipamentos e na fase da reciclagem devem-se à simplificação do estudo, pois não há qualquer informação disponível.

De forma a determinar as receitas relacionadas com a venda de CO₂, é necessário comparar as emissões na ausência do Kudura (condições-base) com os valores previstos após a sua implementação. Tais dados comparativos constam na Tabela 5.16 e os valores que as receitas podem tomar encontram-se na Tabela 5.17.

Tabela 5.16- Comparação entre o CO₂ libertado pelas famílias antes da instalação do Kudura e a média do CO₂ libertado em 20 anos de funcionamento do equipamento

CO ₂ libertado (ton/ano)	
Condições-base	Kudura
903,95	3,16

Tabela 5.17 - Receitas da venda de CO₂ considerando as emissões base e as do ciclo de vida do Kudura

		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
CO ₂ libertado (ton/ano)		778,03	632,61	498,89	0,00
CO ₂ evitado (ton/ano)		122,76	268,18	401,90	900,80
CER	Menor valor	215,07 €	469,83 €	704,10 €	1 578,11 €
	Médio	1 284,05 €	2 805,10 €	4 203,78 €	9 422,00 €
	Maior valor	2 269,44 €	4 957,77 €	7 429,80 €	16 652,55 €

O valor de 3,16 tonCO₂/ano da Tabela 5.16 referente ao Kudura, corresponde ao valor médio anual, calculado a partir do total previsto na Tabela 5.14, ou seja, uma vez que no primeiro ano as emissões são demasiado elevadas, devido essencialmente ao transporte, e nos restantes anos apenas se consideram as emissões referentes ao biogás, houve a necessidade simplificar e dividir as emissões totais pelos 20 anos.

Os valores associados a CER (Certified Emissions Reduction ou Reduções Certificadas de Emissões no âmbito do Protocolo de Quioto) na Tabela 5.17 são as previsões das vendas do CO₂ que é evitado com a implementação dos vários modelos do Kudura. Esses dados dependem do número de Kuduras instalados, bem como das oscilações que o custo do CO₂ tem diariamente.

De seguida, a Tabela 5.18 mostra o Valor Atualizado Líquido (VAL) nos quatro cenários previstos sem considerar os valores das vendas de CO₂.

O método de cálculo do VAL da Tabela 5.18 consiste na seguinte fórmula:

$$VAL = Investimento + \frac{\text{pagamentos}}{(1+TA)^i} \quad (2)$$

onde, o investimento e os pagamentos das famílias vêm da Tabela 5.13, a taxa de atualização (TA) é de 5% e *i* é o ano de 1 a 20. Como o investimento é um custo para a empresa, terá que ter valor negativo, ao contrário da segunda parcela que corresponde ao lucro obtido.

Tabela 5.18 - Valor atualizado líquido (VAL) considerando apenas os dados da Tabela 5.13

Ano (i)	Valor atualizado líquido (VAL) simples ⁹			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
1	-65 914,29 €	-138 895,24 €	-212 093,33 €	-282 864,76 €
2	-57 261,22 €	-128 319,27 €	-199 801,27 €	-266 545,49 €
3	-49 020,21 €	-118 246,93 €	-188 094,54 €	-251 003,32 €
4	-41 171,63 €	-108 654,22 €	-176 945,28 €	-236 201,26 €
5	-33 696,79 €	-99 518,30 €	-166 326,93 €	-222 104,06 €
6	-26 577,90 €	-90 817,43 €	-156 214,22 €	-208 678,15 €
7	-19 798,00 €	-82 530,89 €	-146 583,07 €	-195 891,57 €
8	-13 340,95 €	-74 638,94 €	-137 410,54 €	-183 713,88 €
9	-7 191,38 €	-67 122,80 €	-128 674,80 €	-172 116,07 €
10	-1 334,65 €	-59 964,57 €	-120 355,05 €	-161 070,55 €
11	4 243,19 €	-53 147,21 €	-112 431,47 €	-150 551,00 €
12	9 555,42 €	-46 654,49 €	-104 885,21 €	-140 532,38 €
13	14 614,69 €	-40 470,94 €	-97 698,30 €	-130 990,83 €
14	19 433,03 €	-34 581,85 €	-90 853,62 €	-121 903,65 €
15	24 021,94 €	-28 973,19 €	-84 334,87 €	-113 249,19 €
16	28 392,32 €	-23 631,61 €	-78 126,55 €	-105 006,85 €
17	32 554,59 €	-18 544,39 €	-72 213,85 €	-97 157,00 €
18	36 518,66 €	-13 699,42 €	-66 582,72 €	-89 680,95 €
19	40 293,96 €	-9 085,16 €	-61 219,73 €	-82 560,91 €
20	43 889,49 €	-4 690,63 €	-56 112,13 €	-75 779,91 €

As Tabela 5.19, Tabela 5.20 e Tabela 5.21 prevêem como as receitas se vão comportar em 20 anos, dependendo de três valores previstos de CER: 1,75 €, 10,46 € e 18,49 € por tonelada de CO₂. Para fazer essa previsão, foram considerados os custos relacionados com o transporte, a instalação no terreno (em Sidonge), alfândegas (Tabela 5.2) e os dados da Tabela 5.17 (emissões de CO₂ durante o primeiro ano do ciclo de vida Kudura e as emissões base e seus preços previstos por tonelada).

⁹ Inclui apenas os pagamentos das famílias

Os cálculos do VAL para estas três tabelas foi calculado a partir da equação (3).

$$VAL = Investimento + \frac{\text{pagamentos} + \text{receitas CER}}{(1+TA)^i} \quad (3)$$

onde, as receitas CER são os valores da Tabela 5.17.

A Tabela 5.19 mostra como o VAL se comporta com o valor mais baixo de CER (pior caso). Assim, uma e duas unidades Kudura serão pagas em 9 e 19 anos, respetivamente, com uma taxa variável de 5% a cada ano. Três e seis Kuduras não serão pagos nos 20 anos previstos.

Tabela 5.19 - VAL para o pior cenário – previsão das vendas de CO₂ mais baixa

Pior Cenário	Valor CER mais baixo: 1,75 €			
Ano	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
1	-65 709,46 €	-138 447,78 €	-211 422,76 €	-281 361,80 €
2	-56 861,33 €	-127 445,66 €	-198 492,06 €	-263 611,13 €
3	-48 434,53 €	-116 967,46 €	-186 177,11 €	-246 705,74 €
4	-40 409,01 €	-106 988,21 €	-174 448,58 €	-230 605,36 €
5	-32 765,66 €	-97 484,17 €	-163 278,55 €	-215 271,67 €
6	-25 486,28 €	-88 432,71 €	-152 640,43 €	-200 668,15 €
7	-18 553,53 €	-79 812,26 €	-142 508,89 €	-186 760,04 €
8	-11 950,92 €	-71 602,31 €	-132 859,80 €	-173 514,22 €
9	-5 662,72 €	-63 783,31 €	-123 670,19 €	-160 899,15 €
10	326,05 €	-56 336,65 €	-114 918,18 €	-148 884,80 €
11	6 029,63 €	-49 244,59 €	-106 582,94 €	-137 442,56 €
12	11 461,62 €	-42 490,24 €	-98 644,61 €	-126 545,19 €
13	16 634,94 €	-36 057,53 €	-91 084,30 €	-116 166,75 €
14	21 561,91 €	-29 931,14 €	-83 884,00 €	-106 282,51 €
15	26 254,27 €	-24 096,49 €	-77 026,57 €	-96 868,96 €
16	30 723,18 €	-18 539,67 €	-70 495,69 €	-87 903,66 €
17	34 979,28 €	-13 247,47 €	-64 275,80 €	-79 365,29 €
18	39 032,71 €	-8 207,27 €	-58 352,10 €	-71 233,50 €
19	42 893,13 €	-3 407,08 €	-52 710,47 €	-63 488,95 €
20	46 569,71 €	1 164,52 €	-47 337,50 €	-56 113,18 €

As Tabela 5.20 e Tabela 5.21 apresentam melhores previsões para o VAL. Apenas o Modelo 3 para o valor médio (Tabela 5.20) não obterá grandes lucros em 20 anos, mas os outros modelos apresentam boa perspectiva de lucro neste período de tempo.

Tabela 5.20 - VAL para o cenário médio – previsão das vendas de CO2 média

Valor CER médio: 10,46 €				
Ano	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
1	-64 691,38 €	-136 223,71 €	-208 089,74 €	-273 891,43 €
2	-54 873,65 €	-123 103,43 €	-191 984,73 €	-249 026,12 €
3	-45 523,43 €	-110 607,93 €	-176 646,62 €	-225 344,88 €
4	-36 618,46 €	-98 707,46 €	-162 038,90 €	-202 791,31 €
5	-28 137,53 €	-87 373,67 €	-148 126,78 €	-181 311,72 €
6	-20 060,46 €	-76 579,59 €	-134 877,15 €	-160 854,97 €
7	-12 368,01 €	-66 299,51 €	-122 258,45 €	-141 372,36 €
8	-5 041,87 €	-56 508,96 €	-110 240,64 €	-122 817,48 €
9	1 935,41 €	-47 184,62 €	-98 795,11 €	-105 146,17 €
10	8 580,44 €	-38 304,30 €	-87 894,61 €	-88 316,35 €
11	14 909,03 €	-29 846,85 €	-77 513,17 €	-72 287,96 €
12	20 936,27 €	-21 792,14 €	-67 626,09 €	-57 022,81 €
13	26 676,49 €	-14 120,99 €	-58 209,83 €	-42 484,58 €
14	32 143,37 €	-6 815,13 €	-49 241,95 €	-28 638,65 €
15	37 349,93 €	142,83 €	-40 701,12 €	-15 452,05 €
16	42 308,55 €	6 769,46 €	-32 567,00 €	-2 893,38 €
17	47 031,04 €	13 080,54 €	-24 820,21 €	9 067,26 €
18	51 528,66 €	19 091,09 €	-17 442,32 €	20 458,34 €
19	55 812,10 €	24 815,42 €	-10 415,75 €	31 306,99 €
20	59 891,57 €	30 267,17 €	-3 723,79 €	41 639,04 €

Tabela 5.21 - VAL para o melhor cenário – maior valor previsto das vendas de CO₂

Melhor cenário		Valor CER mais alto: 18,49 €		
Ano	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
1	-63 752,91 €	-134 173,55 €	-205 017,33 €	-267 005,19 €
2	-53 041,40 €	-119 100,74 €	-185 986,22 €	-235 581,57 €
3	-42 839,96 €	-104 745,69 €	-167 861,36 €	-205 654,31 €
4	-33 124,30 €	-91 074,20 €	-150 599,58 €	-177 152,15 €
5	-23 871,30 €	-78 053,75 €	-134 159,79 €	-150 007,24 €
6	-15 058,91 €	-65 653,31 €	-118 502,85 €	-124 154,95 €
7	-6 666,16 €	-53 843,37 €	-103 591,48 €	-99 533,71 €
8	1 326,94 €	-42 595,81 €	-89 390,17 €	-76 084,92 €
9	8 939,41 €	-31 883,84 €	-75 865,11 €	-53 752,74 €
10	16 189,38 €	-21 681,97 €	-62 984,11 €	-32 483,99 €
11	23 094,12 €	-11 965,91 €	-50 716,49 €	-12 228,04 €
12	29 670,06 €	-2 712,51 €	-39 033,04 €	7 063,34 €
13	35 932,86 €	6 100,25 €	-27 905,94 €	25 436,08 €
14	41 897,43 €	14 493,35 €	-17 308,70 €	42 933,93 €
15	47 577,97 €	22 486,79 €	-7 216,10 €	59 598,55 €
16	52 988,01 €	30 099,58 €	2 395,90 €	75 469,62 €
17	58 140,43 €	37 349,86 €	11 550,19 €	90 584,92 €
18	63 047,50 €	44 254,88 €	20 268,56 €	104 980,44 €
19	67 720,90 €	50 831,10 €	28 571,77 €	118 690,47 €
20	72 171,75 €	57 094,16 €	36 479,59 €	131 747,63 €

Comparando os dados da Tabela 5.18 com as restantes (Tabela 5.19, Tabela 5.20 e Tabela 5.21) destaca-se a importância que a venda de CO₂ tem na sustentabilidade do empreendimento, apesar dos pagamentos efetuados pelas famílias serem suficientes para pagar um Kudura em apenas 10 anos. Porém, de acordo com as Tabela 5.19, Tabela 5.20 e Tabela 5.21 é possível constatar que esses pagamentos se tornam escassos quando o investimento aumenta. É ainda importante sublinhar que os dados relativos aos pagamentos das famílias e CER se tratam apenas de previsões, cujos valores poderão ser muito inferiores aos apresentados.

A Tabela 5.22 mostra a estimativa das emissões de CO₂ da população sem a implementação do Kudura (obtidas no capítulo 4 e convertidas para 10 famílias) e as receitas CER projetadas para a empresa RVE.SOL que foram calculadas anteriormente nesta secção.

Tabela 5.22 - Emissões de CO₂ e custos da venda de CO₂ previstos para 2013

		Min.	Méd.	Máx.
Consumo em ton. CO ₂		1,75 €	10,46	18,49 €
Dados do capítulo 4 para 10 famílias	Madeira	45,5	79,79	476,36
	Carvão	21,9	38,32	228,81
	Querosene	19,5	34,16	203,97
10 Famílias	86,9	152,27	909,14	1 606,82
<u>20¹⁰</u>	<u>173,8</u>	<u>304,55</u>	<u>1 818,28</u>	<u>3 213,64</u>
30	260,8	456,82	2 727,41	4 820,46
70	608,4	1 065,91	6 363,97	11 247,74
100	869,2	1 522,73	9 091,38	16 068,20

A partir dos valores da Tabela 5.23 foram estimados os valores das receitas CER para 2013 assentes em dois modelos matemáticos: polinomial e exponencial (recorrendo ao Microsoft Excel). O valor mínimo (1,75€) é o valor médio do previsto para 2013 através do modelo exponencial, 10,46 €/tonelada de CO₂ (azul) é a média calculada pelo modelo polinomial e o valor de 18,49€ (verde) é o valor mais elevado obtido em todos os modelos matemáticos (previsto para dezembro de 2013).

¹⁰ Número atual de famílias com acesso a eletricidade produzida no Kudura

Para estes cálculos não se consideraram modelos lineares porque a sua extrapolação futura daria valores negativos, como é possível ver pela diminuição dos valores de CER até 2011 (Tabela 5.23).

Tabela 5.23 - Valores médios das receitas de CO₂ desde 2008 até 2011

Ano	CER
2008	17,47 €
2009	11,94 €
2010	12,60 €
2011	9,96 €

Utilizando os dados da Tabela 5.23 calcularam-se os valores apresentados na Tabela 5.22, onde se estimou que as receitas anuais da RVE.SOL sejam entre 1.500 € e 16000 €. Estes valores foram incluídos na Tabela 5.17 e nos cálculos do VAL da Tabela 5.18 à Tabela 5.21.

5.5 Fim de Vida do Kudura

Como verificámos anteriormente, uma unidade Kudura é composta por vários componentes fabricados a partir de uma vasta gama de materiais. Para este estudo, apenas se escolheram alguns, como simplificação, devido à toxicidade dos materiais (por exemplo, as baterias), tempo de vida relativamente curto (por exemplo, os filtros), dimensões e, basicamente, o seu impacte ambiental.

Durante a operação há sempre alguma manutenção para fazer, mas o mais preocupante é quando os componentes ficam danificados e/ou inutilizáveis, principalmente os filtros e as baterias.

Quando um componente do Kudura chega ao fim da vida, podem ser tomadas algumas soluções, tais como: reciclagem, reutilização, aterro sanitário, queimar ou enterrar no solo. Uma vez que todos os produtos referidos na Tabela 5.1 da secção 5.1 são elétricos, eletrónicos ou metálicos, a maneira mais correta de lidar com seus resíduos é a sua reciclagem. Se os enviarmos para um aterro sanitário (ou simplesmente deitá-los fora) vai resultar em muitos riscos de poluição, tais como lixiviação e poluição da água e solo como consequência, devido à concentração de metais pesados (chumbo, crómio, cádmio) e materiais químicos (polímeros, ácido de bateria). Além dos riscos de poluição, é importante recolher elementos com valor económico (cobre, ferro, prata, alumínio), como algumas partes do equipamento que podem ser reutilizadas. Os filtros do biogás e do tratamento de água quando substituídos também podem ser enviados para reciclagem, dependendo do material que os constitui.

Em relação à fase da reciclagem, tendo em conta o destino do equipamento (África), a maioria dos fornecedores não possui política ambiental para estes países, sendo a única solução o envio dos mesmos para Portugal (ou outro país abrangido mais próximo) para proceder à sua reciclagem, pois muitas vezes estes países não possuem centrais de reciclagem e o isolamento dessas aldeias complica ainda mais essa questão. A solução seria incluir um armazém onde o equipamento danificado/inútil pudesse ser armazenado e enviar os resíduos para um destino apropriado quando a sua capacidade máxima fosse atingida.

5.6 Impacto do Kudura nas Populações, Empresa e Ambiente

Dado que o equipamento já se encontra instalado há cerca de um ano e meio, interessa perceber como tem sido o comportamento da população face aos novos serviços/produtos prestados, através da análise dos gráficos do consumo desde a instalação do equipamento.

Uma vez que a informação disponibilizada em RVE.SOL (2013) só existe sob a forma de gráfico (Anexo A), no âmbito desta dissertação, esta teve de ser registada manualmente sob a forma de tabela referente aos valores diários da produção de eletricidade e água potável para o primeiro semestre de 2013, como foi analisado na secção 5.3. Analisando os gráficos correspondentes a ambos os serviços desde o início do projeto, podemos constatar que os consumos são bastante inferiores ao esperado, como se pode verificar através da análise da secção 5.3 relativamente ao primeiro semestre de 2013.

O fator de adesão é talvez a componente mais importante a considerar, pois os lucros esperados dificilmente serão alcançados se o projeto tiver poucos consumidores, já que são, basicamente, obtidos através dos pagamentos mensais por parte das famílias e da venda do CO₂, como foi abordado nos capítulos anteriores.

Neste aspeto tem-se reunido esforços para promover os serviços prestados, com a construção do “quiosque” (ver secção 4.3) permitindo o carregamento de dispositivos eletrónicos (telemóveis, etc.) a quem ainda não tenha acesso à eletricidade. O incentivo às crianças para ajudarem na recolha de água também tem animado a aldeia, pois estas procuram estar sempre disponíveis, dado que recebem algumas moedas que lhes permite adquirir material escolar, comida e outras necessidades.

Quanto aos impactes económicos, pode-se constatar que são positivos, quer para os moradores, quer para a empresa RVE.SOL, uma vez que os moradores têm a possibilidade de ter uma melhor e maior produção agrícola utilizando o adubo fornecido pelo Kudura, e como consequência toda a família pode ser alimentada e os excedentes podem ser vendidos num mercado tradicional. Além dos impactes relacionados com a agricultura, as pessoas vão abandonar o querosene, devido aos elevados custos e à vantagem que a energia elétrica traz à medida que os Kuduras são implementados. Por

outro lado, alguns custos aparecerão relacionados com pagamentos mensais de gás, eletricidade e de água potável, mas os benefícios superam as despesas, devido à melhoria da qualidade de vida das famílias. Neste aspeto, ter uma fonte de energia, água e fertilizante no centro da aldeia, além de ajudar as famílias a rentabilizar os seus rendimentos, já de si reduzidos, ainda permite que estas dediquem o tempo que despendiam na recolha de lenha e água em outras atividades, nomeadamente educação. Teoricamente, este modelo resultaria com grande empenho em, aos poucos, tornar o estilo de vida de subsistência numa vida mais saudável e sustentável acima de tudo.

No que diz respeito aos lucros da empresa RVE.SOL, a colocação do equipamento Kudura na aldeia depende do número de equipamentos colocados, dos custos relacionados com o transporte, montagem, materiais, manutenção, salários, entre outros, e sobretudo à adesão das famílias à ideia, como indicam os gráficos e cálculos apresentados.

Aliada à incerteza relativa à adesão por parte das famílias, ainda há o facto das receitas (CER) das vendas de CO₂, no âmbito do Protocolo de Quioto, não possuírem valores certos ao longo do tempo, uma vez que variam de dia para dia. Além disso, as receitas da venda de CO₂ são estimadas tendo em conta as previsões feitas por diferentes funções matemáticas (exponencial, linear e polinomial) para o período de 1 a 20 anos.

Tal como o aspeto económico, também os impactes ambientais dependem fortemente da adesão das famílias, na medida em que, quanto mais aderirem ao projeto, menos uso darão aos combustíveis tradicionais (madeira, carvão vegetal e querosene) e aos fertilizantes sintéticos, aproximando as emissões realmente evitadas aos valores previstos neste estudo.

Independentemente dos valores teoricamente previstos, os impactes do Kudura para o ambiente são bastante positivos, na medida em que um único equipamento é capaz de reunir fontes de energia, água potável e biofertilizante de origem natural e limpa a preços bastante acessíveis mesmo para famílias no limiar da pobreza, substituindo de forma sustentável os meios tradicionalmente usados.

6. CONCLUSÕES

Esta dissertação abordou temas fundamentais relativamente ao Desenvolvimento Sustentável e à forma como a componente social, ambiental e económica se relacionam, bem como conceitos essenciais à sua compreensão. Alguns desses assuntos focam problemas que condicionam essa relação (a pobreza, por exemplo), ou que a promovem (como a participação ativa das populações), além de soluções que a Engenharia do Ambiente pode aplicar com vista a essa harmonia.

Transversalmente a todo o trabalho existe a noção de Desenvolvimento Sustentável aplicada a pequenas comunidades rurais mais desfavorecidas de países em desenvolvimento, complementada com exemplos de projetos realizados nesses países e também em alguns países desenvolvidos como é exemplo o projeto Tree, Water and People. À exceção deste projeto, direcionado apenas para uma pequena comunidade índia dos EUA, nenhum dos outros analisados nesta dissertação consegue resolver totalmente as necessidades das populações, por diversos motivos: falta de apoio dos governos, falta de adesão das populações, população-alvo demasiado populosa, ou porque não há continuidade do projeto.

No que diz respeito ao estudo de caso, o Kudura é um projeto que se encontra numa fase inicial que pretende sobretudo cativar a população a aderir aos seus serviços de uma forma participada, ou seja, as pessoas devem colaborar na construção e desenvolvimento do projeto criando o seu próprio modelo de negócio, estando apenas dependentes da empresa para manutenção do equipamento. Exemplo disso é a constante preocupação em dar nova utilidade aos serviços prestados, como foi o caso da construção do “quiosque” ou do incentivo às crianças para a recolha de água para tratar.

No entanto, apesar desses esforços, se analisarmos os resultados obtidos no capítulo 5 desta dissertação, podemos verificar que até ao momento os consumos de água potável e eletricidade têm sido bastante inferiores aos previstos. Isto pode significar que a população não tem aderido ao projeto como esperado, devido a: falta de dinheiro, desconhecimento, distância ou acessibilidade, ou simplesmente por falta de habituação à ideia. Apesar de relativamente baixos, estes consumos têm sido regulares, pelo que a ideia de fraca adesão se pode atenuar com a suposição de que afinal é característico desta comunidade consumir pouco. Também se pode explicar pelo facto de terem poucos aparelhos para ligar à eletricidade. De acordo com a entrevista feita ao promotor do projeto. (Anexo B), sabe-se que durante a estação das chuvas a queda de consumo de água potável se deve ao facto das famílias aproveitarem a água da chuva para consumo, apesar de não ser tratada.

Se analisarmos os cálculos relativos aos impactes provocados ao longo da vida do Kudura (capítulo 5), é fácil interpretar que é uma tecnologia limpa, face à utilização de combustíveis

tradicionalmente usados nas comunidades onde pode ser implementado (lenha, carvão, querosene), pois utiliza os recursos locais disponíveis (luz solar, água e desperdícios animais) transformando-os em eletricidade, água potável, biogás e biofertilizante. Os impactes negativos são baixos e correspondem essencialmente às emissões de gases de efeito de estufa (GEE) durante o transporte e na produção do biogás.

Relativamente aos impactes económicos, a substituição do querosene por eletricidade, o consumo de água potável em vez da água fervida, o uso do biogás pela lenha para cozinhar e aquecimento e o cultivo com recurso ao biofertilizante no lugar dos fertilizantes sintéticos tem ajudado a reduzir os gastos das famílias em combustíveis e produtos que além de serem mais dispendiosos, ainda são prejudiciais ao meio ambiente e à própria saúde humana. Ao aderirem aos serviços do Kudura estão a pagar minimamente por algo que lhes é benéfico para a saúde, ao mesmo tempo que podem gerar lucros com a venda de produtos cultivados na horta comum, e no caso das crianças, ganhar dinheiro extra com a recolha de água. Estas poupanças permitirão às famílias melhorar a sua qualidade de vida, ao mesmo tempo que passam menos tempo a recolher lenha ou água, por obterem estes serviços com menor esforço.

Os impactes sociais também são positivos, pois com eletricidade as crianças podem estudar à noite, melhorando os seus resultados escolares. A possibilidade de ligar uma televisão ou outros aparelhos como rádios, telemóveis, ajuda muito no acesso à informação que pode ser um fator preponderante para o desenvolvimento da comunidade, pois as pessoas tomam consciência dos benefícios que estas tecnologias trazem, bem como é uma forma de aprenderem novas técnicas agrícolas, de conservação dos alimentos, etc. Tendo mais tempo disponível, a comunidade pode dedicar-se a outras atividades económicas e ao lazer. A saúde da população também sofre melhorias no que diz respeito à redução da mortalidade e de doenças provocadas pela falta de higiene, consumo de água não tratada, má nutrição e dos perigos relativos ao uso de lâmpadas de querosene (riscos de explosão, ingestão acidental, fumos tóxicos, etc.).

Este projeto apresenta enormes benefícios à comunidade, como servir a população total da aldeia (600 pessoas) com água potável, contudo apenas fornece eletricidade para 20 casas das 30 previstas¹¹ e biogás para 10. De acordo com os cálculos efetuados na secção 5.4 - *Modelos de Intervenção*, seriam necessários 6 Kuduras para satisfazer todas as necessidades energéticas desta população, tendo em conta os dados da secção 4.2. Porém, como atrás referido, os consumos atuais estão aquém do esperado, o que resulta em menos lucro por parte da empresa para amortizar o investimento. As receitas CER resultantes da venda do CO₂ evitado (calculadas na secção 5.4) ajudariam a suportar esses custos.

¹¹ Informação obtida apenas com a entrevista ao promotor do projeto

A implementação deste equipamento em escolas e hospitais poderá chamar novos investidores como os governos locais ou ONGs dedicadas a esses fins, (subsecção 2.2.4), bem como um maior aproveitamento das tecnologias do equipamento, além do facto de beneficiar muito mais pessoas.

Projetos comunitários como este devem ser vistos como veículo para promover a sustentabilidade em países e regiões mais desfavorecidas, potenciando os recursos existentes em prol das populações.

Como estudos futuros, seria interessante avaliar como seria a vida desta e outras comunidades após os 20 anos de funcionamento do Kudura, as alterações que o equipamento e o próprio projeto pode sofrer, se novos equipamentos serão adicionados, como por exemplo turbinas eólicas ou centrais mini-hídricas para alargar o leque de soluções, introdução de antenas recetoras para telecomunicações, entre outros, conforme decorra a evolução e expansão do projeto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accent@ (2013). “Domestic Biomass Burning in Africa”. http://www.atmosphere.mpg.de/enid/Nr2JuneO5_Research_5tt.html. Global Change Magazine for Schools.

Almeida, J. (1995). “Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável”. Universidade Federal de Rio Grande do Sul.

Anuário de Sustentabilidade (2008). “Novas Tendências: Não Há Futuro Que Não o Sustentável”. Bio Rumo, Porto.

Axioma@ (2008). “Easy Learning Tools”. <http://www.learningtools.com.br/Intro.aspx>

Bond, T. e Templeton, M. (2011). “History and future of domestic biogas plants in the developing world”. *Energy for Sustainable Development*, Vol. 15, pp. 347-354.

CE (Comissão Europeia) (2008). “Um futuro sustentável nas nossas mãos: um guia sobre a estratégia da UE para o Desenvolvimento Sustentável”. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.

Chen, Y., Yang, G., Sweeney, S. e Feng, Y. (2010). “Household biogas use in rural China: a study of opportunities and constraints”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 14, issue 1, p. 545-549. Elsevier Science

CMMAD (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) (1991). “Nosso Futuro Comum”. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

Damsø-Jørgensen, L. (2012). “Can renewable energy be a triple-win solution for the future? A case study of the Kudura Rural Village Energy Hub in Sidonge, Kenya”. Tese de Bacharelato. Institut for Samfund og Globalisering. Universidade de Roskilde, Dinamarca.

DFID (Department for International Development) (2011). “The Potential of Small-Scale Biogas Digesters to Alleviate Poverty and Improve Long Term Sustainability of Ecosystem Services in Sub-Saharan Africa”. Uganda.

DGOTDU (Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano) (2000). “Guia Europeu de Planeamento para a Agenda 21 Local: como implementar o Planeamento Ambiental a longo prazo com vista à Sustentabilidade”. Secretaria de Estado do Ordenamento do Território e Conservação da Natureza, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Expresso @ (2013). “Cimeira Rio+20: uma oportunidade perdida?”. <http://expresso.sapo.pt/cimeira-rio20-uma-oportunidade-perdida=f740322#ixzz2OqunMT4Z>.

Ezzati, M. e Kammen, D. (2002). “Evaluating the health benefits of transitions in household energy technologies in Kenya”. *Energy Policy*, Vol. 30, pp. 815–826. Elsevier Science Ltd.

Fact Foundation@ (2013), <http://www.fact-foundation.com/en/FACT>.

FEUC (2013). <https://woc.uc.pt/feuc/getFile.do?tipo=2&id=5892>. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

Fontoura, L. (2002). “Novos contextos Urbanos-Industriais”. *Anais do XXII Encontro Estadual de Geografia, Caxias do Sul*.

Green Eco Consultants Ltd (2011). “Proposed Installation of Bio Energy Unit of Biogas and a Water Purification Unit using Solar in Sidonge Rural Village in Busia District”. *EIA Report*

Hadad, S. (2002). “ONGs e Universidades: Desafios para a cooperação”. *Abong – Associação Brasileira de Organizações não-Governamentais, São Paulo*.

Itodo, I., Agyo G. e Yusuf, P. (2007). “Performance evaluation of a biogas stove for cooking in Nigeria”. *Journal of Energy in Southern Africa*, Vol 18, No 3.

Kituyi, E., Marufu, L., Wandiga, S., Jumba, I., Andrae, M. e Helas, G. (2001). “Carbon monoxide and nitric oxide from biofuel in Kenya”. *Energy Conversion and Management* n° 42, pp 1517-1542. Pergamon.

*Lima, A., Schmidt, L.@ (1996). “Questões ambientais — conhecimentos, preocupações e sensibilidade”. <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223393642I6mPV3ik2Vu73CI4.pdf>. *Análise Social*, vol. Xxxi.¹²

Munasinghe, M. (1997). “Environmental Economics and Sustainable Development”. *The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK, Washington D.C., EUA*.

Nemerow, N. e Agardy, F. (2005). “Environmental solutions: environmental problems and the all-inclusive global, scientific, political, legal, medical, and engineering bases to solve them”. *Elsevier Academic Press, Boston*.

Ni, J. e Nyns, E. (1996). “New concept for the evaluation of rural biogas management in developing countries”. *Energy Conversion and Management*, Vol. 37, Issue 10, pp. 1525-1534.

NTUA@ (National Technical University of Athens – Laboratory for Marine Transport) (2013). “Ship Emissions Calculator”. www.martrans.org/emis/.

Nunes, P. @ (2009) *Ciências Económicas e Empresariais: Economia*, <http://www.knoow.net/cienceconempr/economia/externalidades.htm>.

Nyamolo, I. e Abagi, O. (2011). “Household Socio-economic Survey”. *Quénia*

¹² (*) Bibliografia consultada mas não referida no texto

Nzila, C., Dewulf, J., Spanjers, H., Kiriamiti, H. e Langenhove, H. (2010). “Biowaste energy potential in Kenya”. *Renewable Energy*, Vol. 35, pp.2698-2704. Elsevier Science Ltd.

OMS (Organização Mundial de Saúde)@ (2013). “Indoor air pollution”. <http://www.who.int/indoorair/en/>.

Partidário, M. e Jesus, J. (2003). “Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental”. Universidade Aberta, Lisboa.

*Redclift, M. (1987). “Sustainable Development: Exploring the Contradictions”. Methuen & Co. Ltd.

Rogers, P., Jalal, K. e Boyd, J. (2006). “An introduction to sustainable environment”. Harvard University Press, Massachusetts, EUA.

RVE.SOL@ (2013a). “Soluções de Energia Rural Lda”. <http://www.rvesol.com/informed/>

RVE.SOL@ (2013b). “Soluções de Energia Rural Lda”. <http://remote.rvesol.com/stations/>

*Sachs, I. (1986). “Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir”. Vértice, São Paulo.

Sanhueza, E. (2009). “Emisiones de compuestos, incluidos o no en el protocolo de Kyoto, climáticamente activos, durante la producción de etanol de caña de azúcar”. Vol.34, n.1, pp. 008-016.

Tenório, F. (2005). “Gestão de ONGs: Principais funções gerenciais”. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

Trees, Water and People @ (2002). “Tribal Lands Renewable Energy Program: Small Scale Renewable Energy for Tribal Families and Communities”. http://apps1.eere.energy.gov/tribalenergy/pdfs/energy03_trees.pdf.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2012). “Rio+20”. Our Planet, Nairobi.

*Veiga, J. (2005). “Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI”. Garamond, Rio de Janeiro¹³.

Vieira, P. (2007). “Ecodesenvolvimento: do conceito à ação – Estocolmo a Joanesburgo”. Cortez, São Paulo.

Westman, W. (1985). “Ecology: Impact assessment and environmental planning”. John Wiley & Sons New York.

WSP (Water and Sanitation Program) (2010). “Sustainable Management of Small Water Supply Systems in Africa: Practitioners’ Workshop Report”. Nairobi.

¹³ (*) Bibliografia consultada mas não referida no texto

ANEXO A

Exemplos de gráficos da monitorização para o mês de maio (RVE.SOL,2013b):

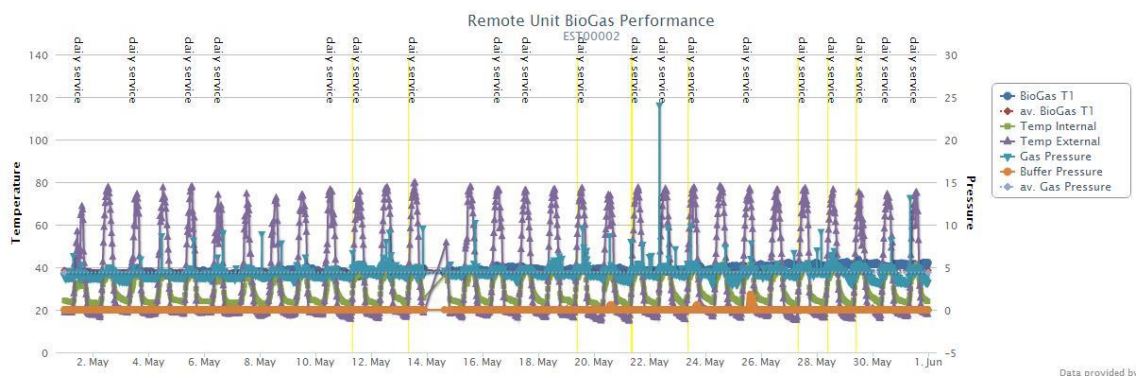


Figura A.1 - Desempenho do biodigestor: temperatura e pressão do biogás

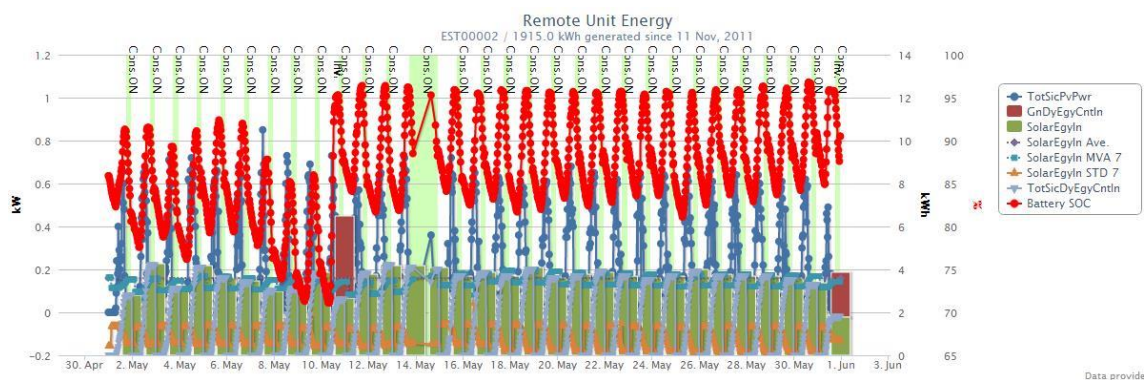


Figura A.2 - Energia que é transformada pelo sistema fotovoltaico

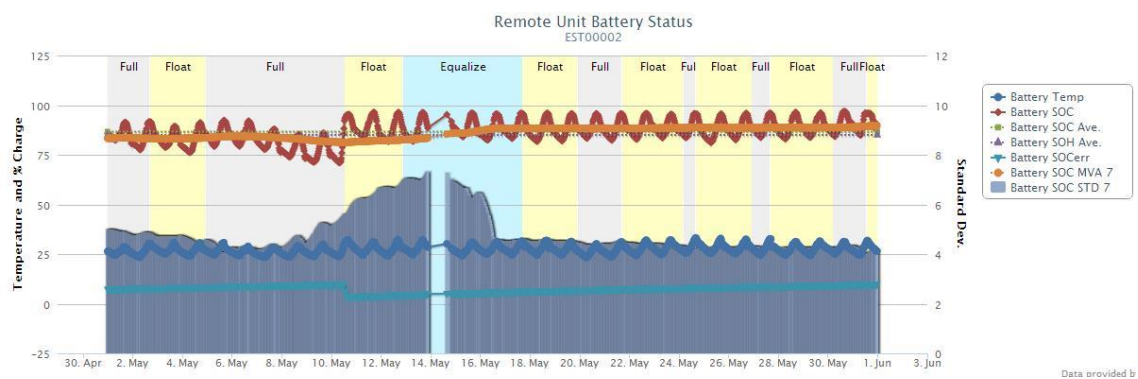


Figura A.3 - Estado da bateria ao longo do tempo

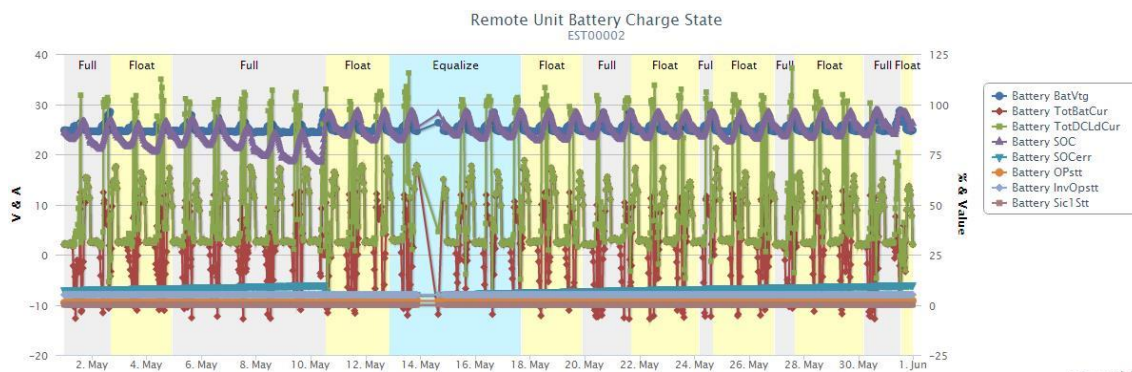


Figura A.4 - Estado de carga da bateria

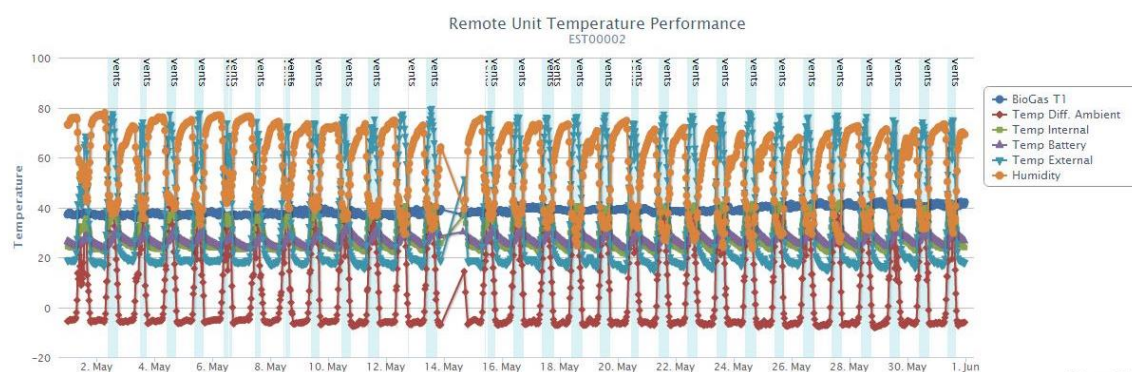


Figura A.5 - Variação da temperatura do biodigestor, interior do Kudura, do exterior, da bateria e humidade

O gráfico da Figura A.6 (RVE.SOL,2013b) refere-se ao consumo de energia elétrica desde a instalação do equipamento, 11 de novembro de 2011. A legenda mostra o consumo de energia das famílias (AM e PM, dependendo da hora do dia), energia gasta quando a porta está aberta (DOOR), filtro ultravioleta do sistema de purificação de água (UV), ventilação (VENT: quando as temperaturas dentro do Kudura estão acima de um determinado valor) e da bomba da água (PUMP).

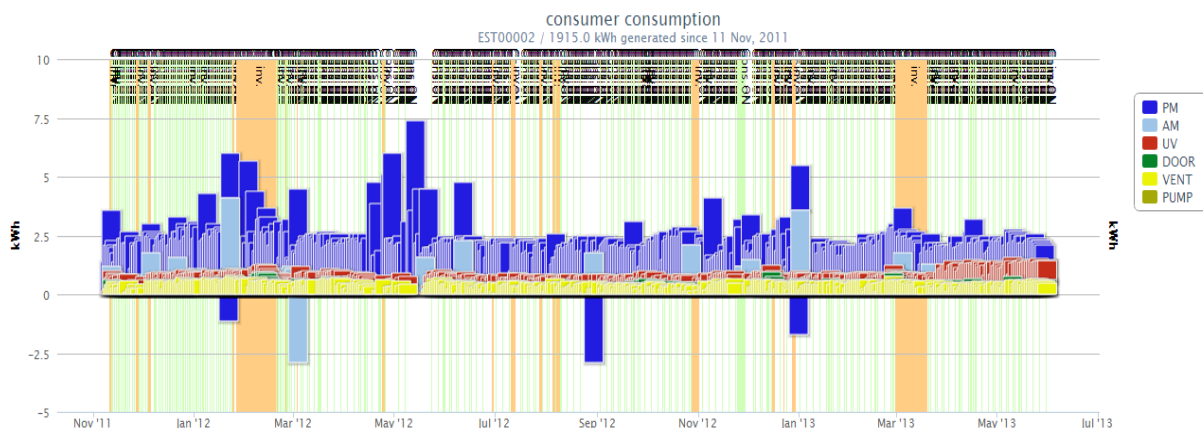


Figura A.6 - Consumos diários de energia elétrica fotovoltaica desde 11 de novembro de 2011, data de inauguração do Kudura em Sidonge

A Figura A.7 (RVE.SOL,2013b) mostra os consumos de água potável para o mesmo período, com dados para o período da manhã (AM) e da tarde (PM), incluindo a permeabilidade do filtro ao longo do tempo e as médias da manhã e da tarde.

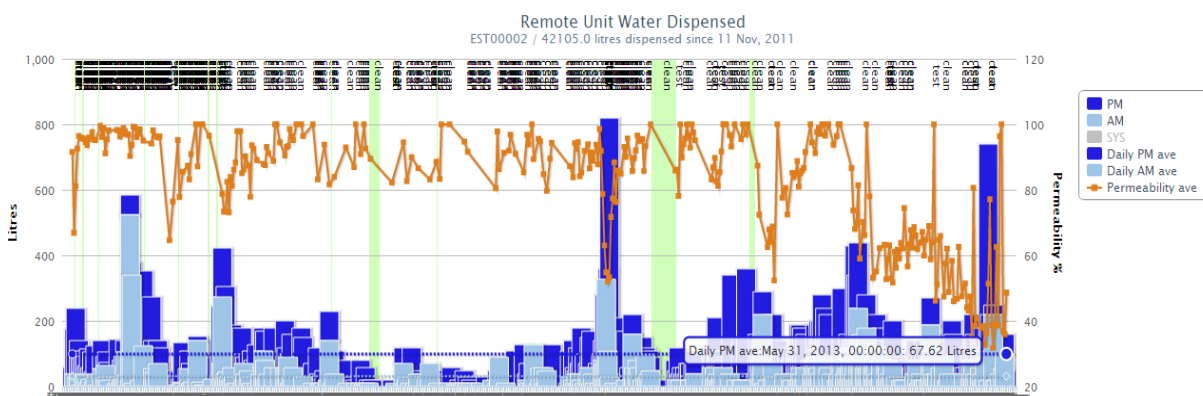


Figura A.7 - Consumos diários de água potável produzida no Kudura desde 11 de novembro de 2011

Dados recolhidos dos gráficos e utilizados nos cálculos do capítulo 5:

Tabela A.1 - Consumos de eletricidade relativos ao primeiro semestre de 2013 em kW.h

Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total
1	0,4	-1,7	-1,3	0,2	1,5	1,7	0,3	2,6	2,9	0,3	1,8	2,1	0,2	1,8	2,0	0,4	1,6	2,0
2	3,6	1,9	5,5	0,3	1,8	2,1	0,4	2,6	3,0	0,3	1,8	2,1	0,4	2,1	2,5	0,3	1,7	2,0
3	0,4	1,7	2,1	0,2	1,8	2,0	0,4	2,5	2,9	0,4	1,7	2,1	0,4	1,9	2,3	0,4	1,7	2,1
4	0,3	1,7	2,0	0,3	1,8	2,1	0,4	2,5	2,9	0,4	1,6	2,0	0,4	2,0	2,4	0,4	1,6	2,0
5	0,4	1,7	2,1	0,3	1,8	2,1	1,8	1,9	3,7	0,3	1,8	2,1	0,5	1,8	2,3	0,3	1,7	2,0
6	0,3	1,0	1,3	0,3	1,8	2,1	0,3	2,4	2,7	0,4	1,7	2,1	0,4	1,9	2,3	0,3	1,7	2,0
7	0,4	1,9	2,3	0,2	1,9	2,1	0,3	2,2	2,5	0,6	1,9	2,5	0,3	2,1	2,4	0,3	1,7	2,0
8	0,4	1,9	2,3	0,3	1,8	2,1	0,4	2,4	2,8	0,3	1,9	2,2	0,3	2,0	2,3	0,3	1,7	2,0
9	0,4	2,0	2,4	0,3	1,8	2,1	0,4	2,3	2,7	0,4	2,1	2,5	0,4	2,1	2,5	0,4	1,6	2,0
10	0,3	2,0	2,3	0,3	1,9	2,2	0,3	2,2	2,5	0,3	1,7	2,0	0,2	1,9	2,1	0,0	0,0	0,0
11	0,3	2,0	2,3	0,3	2,3	2,6	0,3	2,2	2,5	0,3	1,7	2,0	0,5	2,3	2,8	0,0	4,3	4,3
12	0,3	1,8	2,1	0,3	2,1	2,4	0,2	2,2	2,4	0,3	1,9	2,2	0,5	2,2	2,7	0,4	1,9	2,3
13	0,4	1,9	2,3	0,3	1,9	2,2	0,4	2,3	2,7	0,3	1,8	2,1	0,5	1,7	2,2	0,4	2,3	2,7
14	0,4	2,0	2,4	0,3	1,8	2,1	0,3	2,1	2,4	0,3	1,9	2,2	0,0	2,7	2,7	0,3	2,3	2,6
15	0,3	1,9	2,2	0,3	1,9	2,2	0,3	2,1	2,4	0,3	1,9	2,2	0,4	2,2	2,6	0,1	1,6	1,7
16	0,3	1,9	2,2	0,2	2,0	2,2	0,3	2,2	2,5	0,5	2,2	2,7	0,4	1,9	2,3	0,1	1,8	1,9
17	0,3	1,5	1,8	0,3	2,2	2,5	0,3	2,0	2,3	0,6	2,6	3,2	0,3	2,2	2,5	0,1	2,1	2,2
18	0,4	1,8	2,2	0,4	2,1	2,5	0,4	1,8	2,2	0,5	2,0	2,5	0,4	2,1	2,5	0,0	2,1	2,1
19	0,3	1,9	2,2	0,3	2,0	2,3	0,2	0,4	0,6	0,4	1,8	2,2	0,4	1,8	2,2	0,2	2,5	2,7
20	0,3	1,9	2,2	0,3	2,1	2,4	0,2	1,1	1,3	0,4	1,8	2,2	0,3	1,9	2,2	0,1	2,1	2,2
21	0,3	1,7	2,0	0,2	1,9	2,1	0,2	1,6	1,8	0,4	2,0	2,4	0,5	2,0	2,5	0,2	2,1	2,3
22	0,1	1,8	1,9	0,3	2,3	2,6	1,3	1,3	2,6	0,4	2,0	2,4	0,4	1,8	2,2	0,2	0,4	0,6
23	0,0	2,3	2,3	0,4	2,2	2,6	0,3	1,7	2,0	0,3	1,9	2,2	0,4	1,9	2,3	0,0	1,7	1,7
24	0,3	1,9	2,2	0,3	2,0	2,3	0,4	1,8	2,2	0,3	2,0	2,3	0,4	2,2	2,6	0,2	1,9	2,1
25	0,4	1,9	2,3	0,3	2,4	2,7	0,2	1,7	1,9	0,4	1,9	2,3	0,4	2,0	2,4	0,2	2,1	2,3
26	0,3	1,8	2,1	0,3	2,3	2,6	0,3	1,9	2,2	0,3	2,2	2,5	0,4	2,0	2,4	0,2	2,1	2,3
27	0,3	1,9	2,2	0,3	0,5	0,8	0,2	1,8	2,0	0,3	2,0	2,3	0,3	2,0	2,3	0,2	2,4	2,6
28	0,3	1,8	2,1	0,4	2,3	2,7	0,3	1,6	1,9	0,4	1,9	2,3	0,4	1,9	2,3	0,2	2,2	2,4
29	0,4	1,7	2,1				0,3	1,9	2,2	0,4	1,4	1,8	0,4	1,8	2,2	0,1	2,1	2,2
30	0,2	1,5	1,7				0,4	1,7	2,1	0,3	1,7	2,0	0,3	1,8	2,1	0,2	2,1	2,3
31	0,3	1,8	2,1				0,3	1,9	2,2				0,1	1,4	1,5			

Tabela A.2 - Consumos de água potável referentes ao primeiro semestre de 2013, em litros

Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total	am	pm	total
1	80	40	120	0	80	80	20	320	340	0	70	70	0	40	40	10	110	120
2	40	100	140	40	40	80	240	200	440	0	50	50	0	60	60		50	50
3	220	70	290	80	0	80	100	60	160	0	40	40	0		0		120	120
4	10	150	160	90	100	190	100	0	100	0	60	60	0	20	20	20	20	40
5	0	20	20	80	40	120	0	40	40	40	40	80	40	20	60		80	80
6	20	50	70	60	140	200	60	100	160	0	140	140	0	60	60	20	70	90
7	0	120	120	40	160	200	180	100	280	80	20	100	0	40	40		110	110
8	0	70	70	0	280	280	60	40	100	10	0	10	0	70	70		80	80
9	70	150	220	100	40	140	80	90	170	40	60	100	80	40	120	100	40	140
10	30	90	120	0	240	240	0	100	100	20	40	60	40	70	110			0
11	0	40	40	0	140	140	100	60	160	20	120	140	80	140	220			0
12	0	140	140	60	160	220	100	80	180	20	0	20	40	120	160	80	210	290
13	0	60	60	0	50	50	120	100	220	0	10	10	40	60	100			0
14	0	90	90	40	60	100	40	10	50	20	80	100	0		0	20	10	30
15	0	40	40	0	80	80	20	80	100	190	80	270	60	100	160	20	40	60
16	40	60	100	0	40	40	100	80	180	100	60	160	40	110	150		40	40
17	0	20	20	20	60	80	0	140	140	40	20	60	20	160	180		80	80
18	0	110	110	40	20	60	0	110	110	40	100	140	110	40	150	20	40	60
19	0	0	0	80	20	100	80	30	110	40	60	100	0	120	120	10	70	80
20	40	40	80	100	200	300	80	30	110	0	40	40	20	720	740	40	80	120
21	20	100	120	0	0	0	40	0	40	60	20	80	0	220	220		40	40
22	0	0	0	40	0	40	30	110	140	0	0	0	0	70	70			0
23	0	100	100	70	20	90	70	130	200	100	40	140	220	30	250		90	90
24	20	100	120	60	100	160	0	90	90	0	20	20	20	40	60		60	60
25	20	170	190	120	0	120	30	60	90	20	20	40	20	140	160		70	70
26	60	130	190	100	40	140	0	10	10	40	10	50	0	110	110	20	110	130
27	40	140	180	40	100	140	0	30	30	0	10	10	40	50	90		40	40
28	20	60	80	120	310	430	20	0	20	0	200	200	0	90	90		100	100
29	60	100	160				20	60	80	0	160	160	60	60	120		60	60
30	0	40	40				20	60	80	0	0	0	100	60	160	0	0	0
31	0	60	60				0	10	10				0	50	50			

Tabela A.3 - Água gasta no primeiro semestre de 2013 para manutenção do sistema (sys), em litros

Dia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
1				29,63		
2						23,15
3						
4			25,97		47,56	
5						
6	27,3					
7					24,34	
8						24,34
9						
10			20		23,59	
11	29,32	28,92				
12						
13						24,86
14						
15		25,54				
16		30,62				28,21
17						
18		27,49	23,53			
19	31,88					
20		28,4	26,47			
21		26,58	29,58			
22				25,52		28,14
23						
24						
25						
26			30,03			
27						
28			26,01			
29						
30	27,52					22,11
31	15,71		27,51			

ANEXO B

Entrevista informal a Vivian Vendeirinho, promotor do projeto Kudura e Gestor e Fundador da empresa RVE.SOL, no dia 26/7/2013:

Tiago Crespo: Como que surgiu a ideia para este projeto?

Vivian Vendeirinho: A ideia para a criação deste projeto surgiu a partir de conversa que tive com uma pessoa que fazia voluntariado na AMI¹⁴ que me falou das dificuldades que as gentes de África têm em obter água potável e energia para se aquecerem, cozinharem os alimentos, etc... Essa pessoa falou que o ideal era que alguém se lembrasse de juntar no mesmo sistema uma forma de abastecer água e energia a essas pessoas, porque a maior parte das soluções que têm são só para resolver um desses problemas e não há garantias de continuidade... Desta simples ideia juntei ao facto de ter familiares na EST¹⁵ e o projeto ganhou forma... O Kudura oferece soluções mais simples, mais fiáveis, mais limpas e mais sustentáveis.

TC: Foi difícil dar os primeiros passos para iniciar o projeto?

VV: Não. Tínhamos o capital inicial, com a ajuda de alguns sócios da EST e conseguimos financiamento do QREN¹⁶. O mais complicado tem sido o segundo passo, que é arranjar financiamento da banca para expandir o projeto. Como isso é mais complicado estamos a voltar-nos para fornecer soluções de tratamento de água e produção de energia a PMEs¹⁷ garantindo uma poupança de 30 a 40% dos custos energéticos face aos geradores.

TC: Tem colaboradores no terreno responsáveis pela manutenção do equipamento e que assegurem que as pessoas tenham acesso aos serviços?

VV: Temos lá algumas pessoas que fazem a manutenção e asseguram que os serviços estejam a funcionar. O modelo de negócio é gerido pelas pessoas (comunidade) da aldeia.

TC: Pela experiência de quase dois anos neste projeto, como avalia a adesão das comunidades ao Kudura?

VV: Bem, há necessidade dos serviços que prestamos, as pessoas querem ... mas a parte dos pagamentos é mais difícil... Por isso estamos a pensar colocar um sistema de pré-pagamento por telemóvel: se não for efetuado, não há fornecimento de energia automaticamente apos 2 ou 3 dias sem pagarem. Para voltar a ligar a corrente têm que pagar a dívida e o custo de

¹⁴ Assistência Médica Internacional

¹⁵ Empresa Serviços Técnicos, Lda

¹⁶ Quadro de Referência Estratégica Nacional

¹⁷ Pequenas e Médias Empresas

voltar a fazer a ligação elétrica. Água e biogás funciona em base pré-pagamento e aí já não há o mesmo problema.

TC: Tem compensado o capital investido face à utilização do equipamento e serviços disponibilizados?

VV: Sim. Tendo em conta a visão a longo prazo da empresa. Temos que modificar o modelo de negócio, porque baixámos os custos do equipamento e os serviços também estão a custos mais baixos que os previstos inicialmente, para as pessoas puderem aderir.

TC: Quais têm sido, essencialmente, os benefícios sociais e económicos após quase dois anos de Kudura no Quénia?

VV: O estudo “follow up” dos impactes ambientais, económicos e sociais ainda não foi realizado, mas é visível que diminuíram as doenças relacionadas com a água, baixaram os custos energéticos (pagam menos do que pelo querosene), há menos mortes e os resultados das crianças na escola melhoraram devido à luz.

TC: E quanto às receitas (CER) da venda do CO₂?

VV: Neste momento não compensa... não é fácil obter investimento para a certificação do equipamento... tendo em conta o preço do mercado dos CER's – menos de €4 por tonelada.

TC: As características do Kudura são únicas, contudo, de forma a dar-lhe maior projeção e adaptabilidade a diferentes condições climatéricas, já ponderou adaptar outro tipo de tecnologia ao equipamento?

VV: Temos alguns investigadores na FCUL que procuram formas de integrar o sistema de gasificação [*gerar hidrogénio como combustível*], o conceito de *fuelcell* [*obtenção de energia pela dissociação da água em oxigénio e hidrogénio*] e também um sistema de dessalinização a baixos custos e consumos para produzir cerca de 500 litros de água por hora gastando cerca de 1 watt/litro.

TC: Um projeto deste género é muito ambicioso, com certeza que pretenderá expandir a ideia além do projeto-piloto do Quénia. Em que locais pretende investir? Já tem algum em andamento?

VV: Neste momento estamos em negociações com investidores para o Uganda, com o objetivo de colocar lá alguns equipamentos e eventualmente fabrica-los lá. Depois também há a hipótese de países como o Ruanda, Tanzânia, Botswana, Namíbia, Moçambique, Malawi, Gana, Serra Leoa, Gâmbia e Nigéria.